

Název zakázky : II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího
násypového tělesa
Číslo úkolu : 18AZ200100000072
Objednatel : Valbek, spol. s r.o.

**II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího
násypového tělesa**

Závěrečná zpráva geotechnického posouzení

Zpracoval:

Ing. Roman Králík

*osvědčení odborné způsobilosti MŽP č. 2165/2012
v oboru inženýrská geologie a č. 2357/2017 v oboru
hydrogeologie*

Schválil:

Ing. Luboš Štancel

ředitel společnosti

Ostrava, leden 2019

Výtisk č. 1

FOS-2/9

*Zaveden integrovaný systém řízení
ČSN EN ISO 9001, ČSN EN ISO 14001 a BS OHSAS 18001*



OBSAH

| | | |
|-----------|---|----------|
| 1. | ÚVOD | 2 |
| 1.1 | IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZHOTOVITELE..... | 2 |
| 2. | CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ..... | 2 |
| 3. | ROZSAH A METODIKA PRACÍ..... | 2 |
| 3.1 | VÝKOPOVÉ PRÁCE | 2 |
| 3.2 | VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE..... | 2 |
| 3.3 | GEODETICKÉ PRÁCE | 3 |
| 3.4 | SLED A ŘÍZENÍ TERÉNNÍCH PRACÍ | 3 |
| 3.5 | VYHODNOCOvacÍ PRÁCE..... | 3 |
| 4. | VÝSLEDKY POSOUZENÍ..... | 3 |
| 5. | ZÁVĚR..... | 4 |

Seznam příloh:

- Příloha č.1. Přehledná situace okolí zájmového území (M 1:50 000)
Příloha č.2. Podrobná situace lokality s vyznačením průzkumných prací (M 1:2 000)
Příloha č.3. Stabilitní posouzení budoucího zemního tělesa
Příloha č.4. Laboratorní protokoly - fyzikálně mechanické parametry zemin a hornin
Příloha č.5. Protokol geodetických prací
Příloha č.6. Fotodokumentace průzkumných prací

Na zpracování závěrečné zprávy spolupracovali:

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| Ing. Luka Oros | - terénní práce |
| Ing. Jan Sovják | - terénní práce |
| Mgr. Hana Záleská | - tvorba grafických příloh |

Rozdělovník:

- Výtisk č. 1 - 4: Valbek, spol. s r.o.
Výtisk č. 5: Archiv společnosti AZ GEO, s.r.o. (elektronicky)

Tato zpráva je vyhotovena v 5 výtiscích a obsahuje 4 strany textu a textové a grafické vevázané přílohy.

1. ÚVOD

Na základě objednávky č. FIŠ-O-18-027 ze dne 10.12.2018 podané společností Valbek, spol. s.r.o. bylo realizováno geotechnické posouzení materiálu z tělesa Podkrušnohorské výsypky z hlediska jeho využití pro vybudování budoucího násypového tělesa pro projektovanou stavbu napojení na silnici II/210. Výsledky provedených prací jsou prezentovány v této zprávě pod názvem „II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího násypového tělesa“.

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZHOTOVITELE

AZ GEO, s.r.o. Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava
zapsaný v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v
Ostravě v oddílu C, vložce 9916
zastoupený: Mgr. Mirkem Jašurkem, jednatelem společnosti
Ing. Lubošem Štanclem, prokuristou
IČO: 25358944

2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území se nachází v Karlovarském kraji, okrese Sokolov v obci Dolní Nivy [560341] v katastrálním území Horní Nivy [629898]. Podrobné geologické, hydrogeologické, klimatické, hydrologické a geomorfologické charakteristiky lokality byly zpracovány v závěrečné zprávě inženýrsko-geologického průzkumu „II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky – IGP“, jenž byl realizován v červenci 2018 a proto je zde již znovu neuvádíme.

Přehledná a podrobná situace lokality jsou zobrazeny v přílohách č. 1 a č. 2.

3. ROZSAH A METODIKA PRACÍ

V následujících kapitolách je podrobněji popsána metodika a rozsah prací včetně jejich zdůvodnění.

3.1 VÝKOPOVÉ PRÁCE

Pro odběr směsného vzorku zemin byly v prostoru Podkrušnohorské výsypky v blízkosti projektovaného napojení na silnici II/210 realizovány dne 18.12.2018 celkem 3 kopané sondy do hloubky cca 4,0 m p.t. Sondy byly realizovány kolovým bagrem a po odběru dílčích vzorků, tvořících jeden směsný vzorek ze všech sond, byly zlikvidovány zpětným hutněním zásypem vytěženým materiálem.

3.2 VZORKOVACÍ A LABORATORNÍ PRÁCE

Laboratorní analýzu směsného technologického vzorku zemin z tělesa Podkrušnohorské výsypky, odebraného z kopaných sond v blízkosti projektované stavby napojení na silnici II/210 provedlo Středisko laboratoře mechaniky zemin, akreditovaná laboratoř č. 1412, UNIGEO a.s. Protokoly o provedených zkouškách jsou uvedeny v příloze č. 4 této zprávy.

Pro posouzení vhodnosti zemin výsypky pro využití při budování budoucího násypového tělesa byl směsný vzorek ze třech kopaných sond podroben sérii technologických zkoušek. Výsledkem bylo stanovení zhutnitelnosti Proctor standard a kalifornského poměru únosnosti jak na nesaturovaných zeminách, tak po saturaci vodou CBR, CBR_{sat} a okamžitého poměru únosnosti IBI na nezlepšené zemině i po zlepšení.

3.3 GEODETICKÉ PRÁCE

Geodetické práce zahrnovaly zaměření odkryvných průzkumných prací (celkem 3 body pro 3 kopané sondy) v systému S-JTSK a výškopisné v systému Balt p.v. Geodetické práce provedla společnost Valbek, spol. s r.o. metodou GNSS RTK nebo polární metodou totální stanicí. Protokoly geodetických prací včetně seznamu souřadnic jsou uvedeny v příloze č. 5.

3.4 SLED A ŘÍZENÍ TERÉNNÍCH PRACÍ

Geologické práce zahrnovaly koordinaci, sled a řízení terénních prací (dokumentace geologického profilu, stanovení intervalů vzorkování apod.). Terénní práce byly řízeny odborníkem v oboru inženýrská geologie a hydrogeologie a osobou s odbornou způsobilostí vydanou MŽP (na základě zákona č. 62/1998 Sb. o geologických pracích v platném znění) v uvedených oborech.

3.5 VYHODNOCOVACÍ PRÁCE

Vyhodnocovací práce zahrnovaly zpracování výsledků laboratorních analýz a posouzení nejnepríznivějšího stavu (vybudování nejvyššího násypu) a stabilitní analýza projektovaného zemního tělesa. Posouzení bylo zpracováno společností SAFETY PRO s.r.o. a tvoří přílohu č. 3 této zprávy.

4. VÝSLEDKY POSOUZENÍ

Stabilitní posouzení násypu účelové komunikace SO 102 - II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky v k.ú. Horní Nivy bylo provedeno ve výpočetním systému Plaxis. Bylo hodnoceno celkem pět variant výstavby vysokých násypů. Jako materiál násypu je uvažován místní materiál, tvořící těleso výsypky v blízkosti projektované stavby, celkově charakteru šterku hlinitého (G4 GM), který byl hodnocen bez úpravy a s chemickou úpravou pojivem Geosol C50. Další varianty hodnotily využití geosyntetik pro vyztužení násypu a úpravy tvaru násypu.

Na základě uvedených výsledků z modelování lze doporučit:

- Materiál násypu je potřeba upravit pojivy, nebo vyztužením vhodnými geosyntetiky, nebo provést kombinaci úpravy pojivy a výztuhy geosyntetiky.
- Rozšíření násypu přispěje stabilitě upravené zeminy.

Ukládání vybraného materiálu pro násyp je možné dle projektované výšky násypu. Požadovaný minimální stupeň stability byl dosažen po vyztužení násypu geosyntetiky a rovněž chemickou úpravou zeminy pojivy v kombinaci s vyztužením násypu, nebo rozšířením, respektive úpravou sklonu svahu v patě násypu. V obou případech byl dosažen požadovaný stupeň bezpečnosti $Msf > 1,5$. Posouzení stability platí za přijatých stavebně - geologických parametrů.

Kompletní výsledky stabilitního posouzení projektovaného násypu tvoří přílohu č. 3.

5. ZÁVĚR

Tato závěrečná zpráva obsahuje výsledky geotechnického posouzení možnosti využití zemin z tělesa Podkrušnohorské výsypky při budování budoucího násypového tělesa pro projektovanou stavbu napojení na silnici II/210.

Z výsledků posouzení plyne, že v případě použití materiálu z tělesa Podkrušnohorské výsypky (pokud bude použit zeminový materiál odpovídající materiálu odebranému z kopaných sond, celkově charakteru G4 GM) je nutné jej chemicky upravit vhodným pojivem (např. GEOSOL C50), nebo jej vyztužit geosyntetiky s únosností min. 40 kN/m a roztečí cca 0,5 m, nejlépe použít vhodnou kombinaci chemické úpravy pojivy s výztuhou geosyntetiky. V případě úpravy chemickým pojivem by přispělo ke zvýšení požadovaného stupně stability na hodnotu vyšší než $M_{sf} = 1,5$ (dle ČSN 73 6133) navíc i rozšíření projektovaného násypového tělesa v patě násypu o cca 1,0 m na každou stranu. Výsledky geotechnického posouzení jsou detailně znázorněny v příloze č. 3.

Práce je nutno projektovat a realizovat v souladu s TP 97, TP 94, TKP 4, ČSN 73 6133, ČSN 72 1006, ČSN EN 14475 a dalšími platnými technickými předpisy, vztahujícími se k dané problematice.

Zpracovatelé geotechnického průzkumu si vyhrazují právo na neprodlené kontaktování řešitelské organizace v případě zjištění odlišností od popisovaných předpokladů a výsledků dosavadních průzkumných prací s důsledkem možných změn v interpretacích geotechnických poměrů.

V Ostravě, dne 31. ledna 2019

II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího násypového tělesa

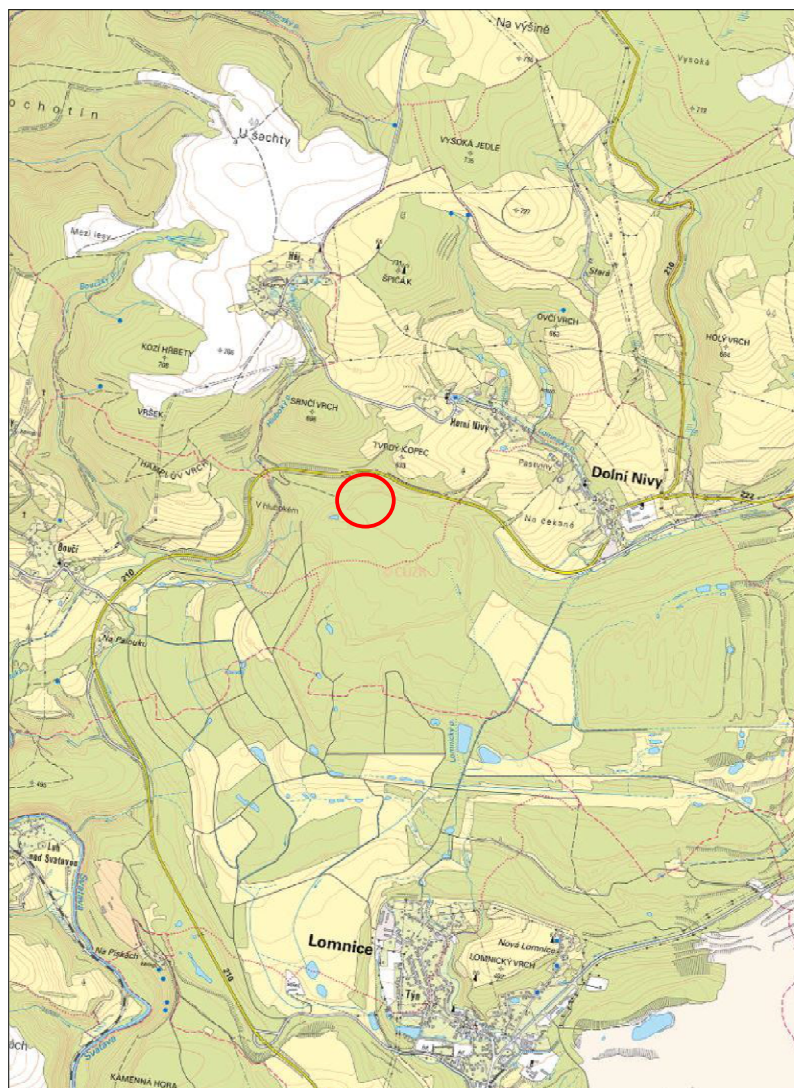
Závěrečná zpráva geotechnického posouzení

Přílohová část

Seznam příloh:

- Příloha č. 1. Přehledná situace okolí zájmového území (M 1:50 000)
- Příloha č. 2. Podrobná situace lokality s vyznačením průzkumných prací (M 1:2 000)
- Příloha č. 3. Stabilitní posouzení budoucího zemního tělesa
- Příloha č. 4. Laboratorní protokoly - fyzikálně mechanické parametry zemin
- Příloha č. 5. Protokol geodetických prací
- Příloha č. 6. Fotodokumentace průzkumných prací

Ostrava, leden 2019

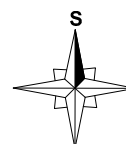


podklad převzat ze stránek Národního geoportálu INSPIRE

LEGENDA:

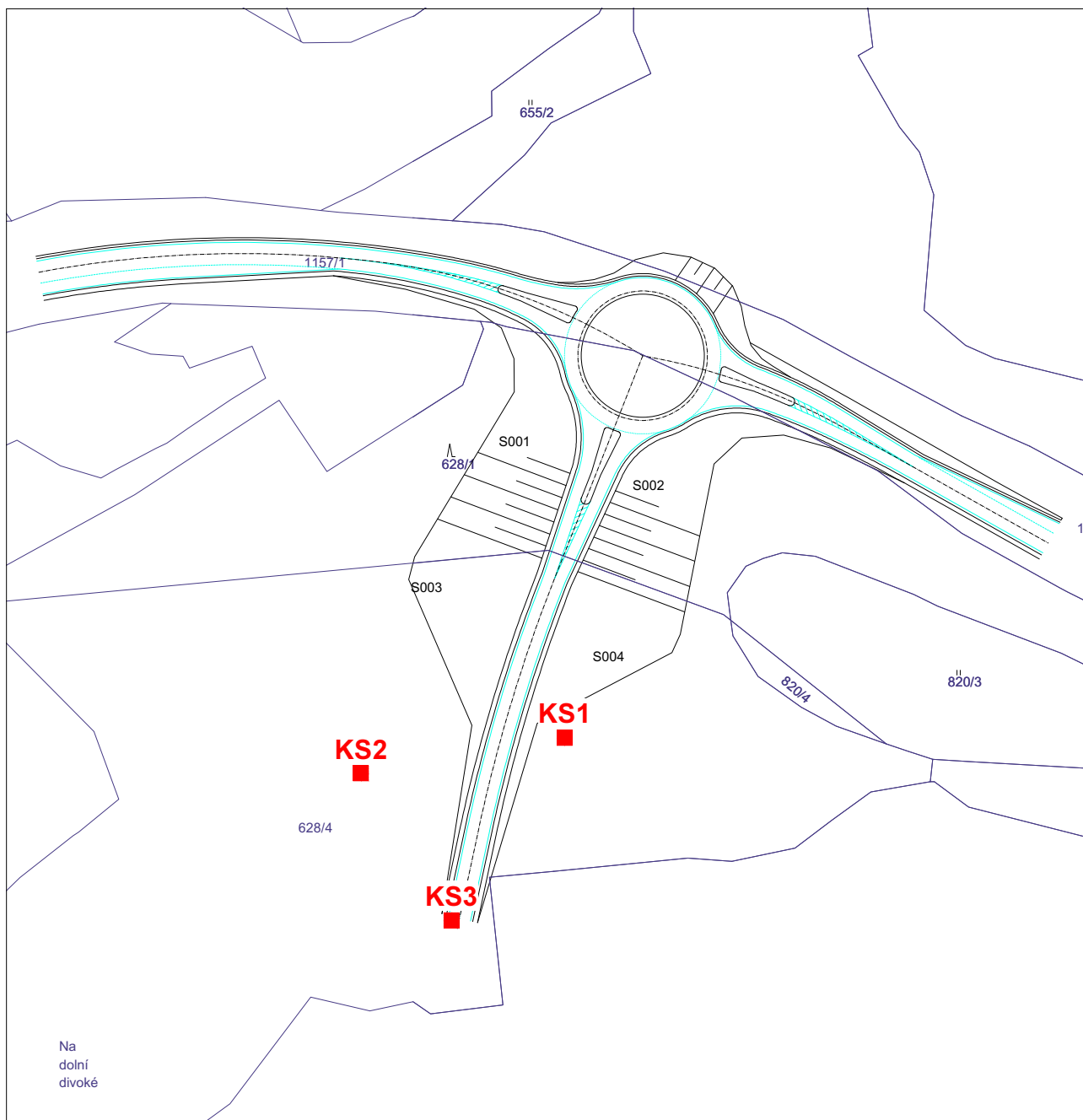


lokalita průzkumu



0 m 1 000 m 2 000 m

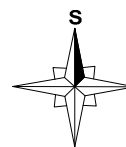
| | | | |
|---|----------------------------------|--|----------------------|
| AZGEO <small>člen skupiny Valbek</small> | | <small>FOS-2/18</small> Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava, tel.: 596 114 031 | |
| Název úkolu: <i>II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího násypového tělesa Závěrečná zpráva geotechnického posouzení</i> | | Objednatel: <i>Valbek, spol. s r.o.</i> | |
| Zpracovala: Mgr. Hana Záleská | Přezkoumal: Ing. Roman Králík | Schválil: Ing. Luboš Štancel | Datum: 25.01.2018 |
| Přehledná situace okolí zájmového území | | Měřítko: 1 : 50 000 | Číslo přílohy: 1 |



podklad převzat z projektové dokumentace objednatele

LEGENDA:**KS1**
■

realizované kopané sondy



0 m 200 m 400 m

| | | | |
|--|----------------------------------|--|----------------------|
| AZGEO <small>člen skupiny Valbek</small> | | <small>FOS-2/18</small> Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava, tel.: 596 114 031 | |
| Název úkolu: II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího násypového tělesa Závěrečná zpráva geotechnického posouzení | | Objednatel: Valbek, spol. s r.o. | |
| Zpracovala: Mgr. Hana Záleská | Přezkoumal: Ing. Roman Králík | Schválil: Ing. Luboš Štancil | Datum: 25.01.2019 |
| Podrobná situace lokality s vyznačením průzkumných prací | | Měřítko: 1 : 2 000 | Číslo přílohy: 2 |

**II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího
násypového tělesa**

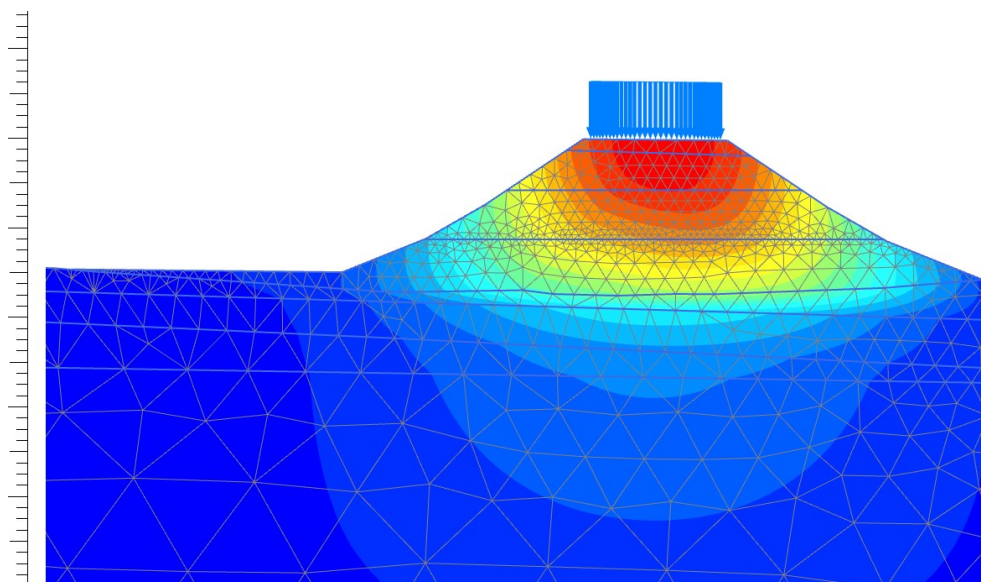
Závěrečná zpráva geotechnického posouzení

P ř í l o h a č. 3

Stabilitní posouzení budoucího zemního tělesa

Stabilitní posouzení zemního tělesa

Podkrušnohorská výsypka Sokolov



Ostrava, leden 2019

Obsah

| | | |
|----|---|---|
| 1. | Úvod | 3 |
| 2. | Základní údaje o objektu | 3 |
| 3. | Geologický a hydrogeologický průzkum | 3 |
| 4. | Technické řešení – stabilitní posouzení | 5 |
| 5. | Stabilitní posouzení | 6 |
| 6. | Závěr | 9 |

1. Úvod

Na základě objednávky společnosti AZ GEO, s.r.o. č. 18/0970/Kra ze dne 17. 12. 2018 bylo provedeno stabilitní posouzení zemního tělesa II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky v k.ú. Horní Nivy budovaného z místních hlinito písčitých materiálů.

Dle požadavku objednatele byl posouzen nejnejpříznivější stav (nejvyšší násyp) a provedena stabilitní analýza s vyhodnocením stupně stability násypu.

Výstupy z modelů (z výpočetního programu Plaxis) jsou shrnuty v příloze 1 této zprávy.

2. Základní údaje o objektu

Jedná se o výstavbu nové okružní křižovatky cca v km 63,210 provozního staničení silnice II/210 v jejím průjezdním úseku. Okružní křižovatka je navržena s vnějším průměrem 50 m s jednopruhovým okružním pásem š. 4,70 m, dlážděným prstencem š. 2,50 m a středovým ostrovem $D = 35,60$ m, který bude navýšen do kulového vrchlíku a vhodně osázen zelení. Okružní křižovatka má tři ramena, z toho dvě jsou pokračování silnice II/210 a jedno rameno je pro dopravní napojení Podkrušnohorské výsypky. Polohově je křižovatka umístěna do pomyslného vrcholu výškového oblouku pro zajištění rozhledových poměrů. Silnice II/210 je v současnosti kategoriijního typu S9,5/60 (70) obousměrná směrově nerozdělená, kde v úsecích s velkým stoupáním je doplněn pruh pro pomalá vozidla. Kategorie vozovky byla určena na základě šířkového uspořádání, směrového a výškového vedení trasy. Povolená rychlost v řešeném úseku je v současnosti 90km/h. Dle posledního sčítání dopravy v roce 2016, bylo ve sčítacím úseku 3-2726 (II/210 x III/210 36 – II/210 x II/222): TV-252voz/den, O-1352voz/den, M-30voz/den, tj. celkem 1634 voz/den. Navržená křižovatka toto množství vozidel bezpečně převede, včetně předpokládaného nárůstu dopravy v budoucím období. Stavba byla vyvolána potřebou dopravního napojení Podkrušnohorské výsypky v její severní části, kde je v budoucnu uvažováno s využitím ploch ke komerčním účelům.

SO 102 řeší výstavbu účelové komunikace, která bude sloužit jako dopravní napojení na veřejnou silniční síť, rozvojových ploch umístěných v severní části Podkrušnohorské výsypky, spolu se souvisejícími pracemi na odvodnění a dopravním značení.

3. Geologický a hydrogeologický průzkum

V lokalitě byl realizován IG průzkum firmou AZ Geo (7/2018). Průzkum byl proveden za účelem získání podkladů pro další stupně projekčních prací pro plánovanou výstavbu napojení Podkrušnohorské výsypky na silnici II/210 v prostoru okraje Podkrušnohorské výsypky, na parcelách č. 628/1 a 628/4 v katastrálním území Horní Nivy.

Vyhodnocení průzkumných prací stanovilo charakteristiky a popis základových poměrů na dané lokalitě, včetně základních hydrogeologických charakteristik.

Geologickou stavbu zájmového území můžeme rozčlenit na předkvartérní podloží a kvartérní pokryv.

Z regionálně-geologického hlediska patří zájmová oblast do saskodurynského krystalinika a předvariského paleozoika Českého masivu, regionu krušnohorského-smrčinského krystalinikum. Pro danou oblast jsou charakteristické metamorfované horniny (svory, ruly, granátická a staurolitová zóna, ve vysokotlakých a extrémně vysokotlakých komplexech i ruly s kyanitem). V krušnohorském-smrčinském krystaliniku je zastoupen metamorfický svor. Na předvariském paleozoiku nasedá terestrický terciér Českého masivu tvořený pískem, štěrky, jíly a podřadnými uhelnými sloji.

Průzkumné práce zahrnovaly provedení čtyř inženýrsko-geologických jádrových vrtů označených jako S-1 až S-4. Inženýrsko-geologické vrty byly provedeny ve dnech 10. - 11. 7. 2018 z důvodu špatné dostupnosti lokality pouze ruční jádrovou soupravou Eijkelkamp jednoduchou jádrovnicí $\varnothing 100, 80$ a 60 mm. Vrty byly provedeny do hloubkové úrovně 2,5 - 4,0 m p.t. Po ukončení průzkumu byly IG vrty zlikvidovány hutným záhozem vytěženým materiálem. Vrty byly realizovány na předem vytýčených místech, vždy v páru se sondou dynamické penetrace.

V následujícím textu uvádíme jednotlivé vrstvy zemin a hornin, které byly zastiženy průzkumnými pracemi na zájmové lokalitě. Obecný geologický profil zájmové lokality je podrobně rozpracován v následující tabulce.

| Stratigrafie | Litologický typ | Zatřídění dle ČSN EN ISO 14688-2 | Zatřídění dle ČSN 73 6133 | GT typ | Ověřená mocnost jednotlivých vrstev od - do [m] |
|---------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|---|
| kvartér | Humózní hlína | Or | O | GT 0 | 0,1 - 0,2 |
| | Deluviální hlína | grsaSi | F3 MS | GT 1 | 0,6 - 1,3 |
| | Deluviální štěrk | saGr, sasiGr | G3 G-F, G4 GM | GT 2 | 1,2 - 1,8 |
| proterozoikum | Zcela až silně zvětralý svor | R6-R5/grsiSa, sasiGr | R6-R5 / S4 SM, G4 GM | GT 3 | 1,1 - 4,4 |
| | Mírně zvětralý svor | R5 | R5 | GT 4 | 1,3 - 3,4 |
| | Navětralý svor | R4 | R4 | GT 5 | 0,2 - 0,3 |

Schematický vrstevní sled s uvedením geotechnických typů

GT 1 - Deluviální hlína

Kvartérní pokryv je pod vrstvou humózní hlíny v místech vrtů a sond S-1 + DP-1, S-3 + DP-3 a S-4 + DP-4 reprezentován deluviálními, převážně jemnozrnnými hlinitopísčnými a hlinitými sedimenty. Tyto zeminy jsou označeny jako geotechnický typ GT 1. Polohy těchto zemin byly ověřeny v mocnosti 0,6 - 1,3 m. Deluviální hlíny jsou hnědě zbarvené, konzistence těchto zemin je tuhá až pevná. Hlíny jsou písčité a obsahují příměs zrn štěrkovité frakce - zvětralých úlomků svoru, dosahujících velikosti do 5 cm do cca 15 - 20 % z celkového obsahu zeminy. Na základě makroskopického popisu zatřídíme zeminy dle ISO 14 688-2 jako štěrkopísčný prach (grsaSi), dle ČSN 73 6133 jako hlíny písčité (F3 MS).

GT 2 - Deluviální štěrk

Deluviální štěrky označené jako geotechnický typ GT 2 byly pod vrstvou humózní hlíny ověřeny v místě vrtu a sondy S-2 + DP-2 a v podloží zemin GT 1 v mocnosti cca 1,2 - 1,8 m. Jedná se o kamenitý až suťovitý materiál, tvořený měkkými, zvětralými, ostrohrannými úlomky místních svorů, s proměnlivým stupněm zahlinění. Zeminy jsou hnědě zbarvené, jejich ulehlost je nízká až střední, tvoří je zrna štěrkovité frakce - zvětralé úlomků svoru, dosahujících velikosti do 6 cm, místy však i přes 10 cm (obsah zrn štěrku cca 50 - 60 %), výplň tvoří písek jemnozrnný až hrubozrnný, hlinitý. Na základě makroskopického popisu zatřídíme zeminy dle ISO 14 688-2 jako písčité štěrky (saGr) až prachovitopísčité štěrky (sasiGr). Dle ČSN 73 6133 je zatřídíme jako štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy (G3 G-F) až štěrk hlinitý (G4 GM).

GT 3 - Zcela až silně zvětralý svor

Vrstvy zcela až silně zvětralých svorů, ověřené vrtnými pracemi na lokalitě, jsou označeny jako geotechnický typ GT 3. Jedná se o značně alterované vrstvy hornin hnědé a hnědobežové barvy, kdy většina horninového materiálu (cca 50 - 80 %) je zcela zvětralá a má charakter zemin - středně ulehklých (tuhých až pevných) hlinitých písků s výraznou příměsí ostrohranných úlomků svoru (cca 20 - 50 %) tvořených měkkými zvětralými horninami. Úlomky jsou tvořeny měkkými zvětralými horninami, odhadovaná pevnost v tlaku úlomků hornin je převážně do 5 MPa, výjimečně až do 10 MPa. Zcela až silně zvětralé horniny GT 3 byly ověřeny v mocnosti 1,1 - 4,4 m. Na základě laboratorních analýz a makroskopického popisu je dle ISO 14688-2 klasifikujeme jako horniny třídy R6, které vlivem vysokého stupně alterace nabývají charakteru prachovito-štěrkovitých písků (grsiSa) až prachovito-



písčitých štěrků (sasiGr). Dle ČSN 73 6133 je klasifikujeme také jako horniny třídy R6, zvětralé na hlinité písky (S4 SM) až hlinitý štěrk (G4 GM).

GT 4 - Mírně zvětralý svor

Mírně zvětralé vrstvy svorů označené jako GT 4 byly ověřeny v podloží horninových vrstev GT 3 v mocnostech cca 1,3 - 3,4 m. Tyto horninové vrstvy jsou tvořeny převážně nerozloženým horninovým materiálem (cca 60 - 90 % tvoří horninové vrstvy) a zbylou část potom tvoří zcela zvětralý materiál charakteru hlinitých písků. Horninový materiál je vlivem alterace měkký, odhadovaná pevnost v tlaku hornin je do 5 - 10 MPa. Tyto horninové polohy byly ověřeny pouze sondami dynamické penetrace.

GT 5 - Navětralý svor

Posledním zastiženým geotechnickým typem na zájmovém území jsou navětralé vrstvy svoru označené jako GT 5. Sondami dynamické penetrace byl ověřen pouze jejich povrch. Horniny GT 5 byly zastiženy až na bázi sond dynamické penetrace a z důvodu jejich tvrdosti byly ověřeny pouze jejich svrchní polohy v mocnosti cca 0,2 - 0,3 m. V tabulce uvedené hodnoty veličin proto nemusí být pro tyto horninové vrstvy reprezentativní. Nelze ani vyloučit, že sondami byla zastižena jen nepřilíš mocná tvrdší poloha hornin. Předpoklad, že byly na bázi sond dynamické penetrace zastiženy vrstvy navětralých svorů je zapotřebí v další fázi průzkumných prací, až bude na lokalitě vyhotoven příjezd pro vrtnou techniku, ověřit jádrovými průzkumnými vrty.

HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Mělký kvartérní hydrogeologický kolektor nebyl na zájmové lokalitě žádným z provedených vrtů zastižen. Je však pravděpodobné, že mělká zvodeň se bude nacházet v kvartérních fluviodeluvialních zeminách v blízkosti nedaleké mělké vodoteče. Propustnost vrstev kvartérních deluvialních písčitých hlín (GT 1) se pohybuje v rozmezí několika řádů cca $n \times 10^{-7}$ - $n \times 10^{-8}$ m.s⁻¹ (dle Jetelovy klasifikace, 1973, velmi slabá propustnost) a deluvialních štěrkovitých a písčitých zemin (GT 2) v rozmezí cca $n \times 10^{-5}$ - $n \times 10^{-7}$ m.s⁻¹ (dle Jetelovy klasifikace, 1973, dosti slabá až slabá propustnost). Vrstvy svrchních hlinitopísčitých zemin na lokalitě často tvoří svrchní poloizolátor až izolátor mělké kvartérní zvodně, který zpomaluje odtok srážkových vod do hlubších vrstev horninového prostředí.

V podloží kvartérních zemin se nachází vrstvy zvětralého skalního podloží tvořeného svorem. Svrchní zvětralé polohy svoru charakteru hlinitých hlín s výrazným obsahem zrn štěrkové frakce (GT 3) mají propustnost v rozmezí několika řádů cca $n \times 10^{-6}$ - $n \times 10^{-7}$ m.s⁻¹ (dle Jetelovy klasifikace, 1973, slabá propustnost). V hlubších vrstvách a v méně zvětralých vrstvách hornin charakteru mírně zvětralých až navětralých svorů (GT 4, GT 5) je vyvinut kolektor se svrchní předkvartérní zvodní s průlinově-puklinovou propustností. Propustnost tohoto kolektoru je odhadována v rozmezí cca $n \times 10^{-5}$ - $n \times 10^{-6}$ m.s⁻¹ (dle Jetelovy klasifikace, 1973, dosti slabá propustnost). Vyjma extrémních klimatických projevů předpokládáme kolísání hladiny podzemní vody během kalendářního roku s amplitudou cca 0,5 m. Lokální směry proudění podzemní vody závisí na sklonu nepropustných vrstev a na složité morfologii terénu. Generelní směr proudění podzemní vody je směrem k západu až jihozápadu.

Podzemní voda byla zjištěna pouze v místě sondy DP-4 v úrovni od cca 5,5 m p.t., tedy na rozmezí vrstev zcela, resp. silně zvětralých hornin a mírně zvětralých horninových vrstev. V ostatních vrtech a sondách nebyla podzemní voda naražena, pouze ve vrtu S-3 byla zjištěna zvýšená vlhkost v hloubce od cca 3,7 m p.t.

Vstupní hodnoty jsou uvedeny v závěrečné zprávě IG průzkumu a jsou uvedeny také v přílohouvé části.

4. Technické řešení – stabilitní posouzení

Větev C, resp. km 0,040 – 0,189 (SO 102) je napojena na nově umístěnou cca v km 63,210 provozního staničení okružní křižovatku (SO 101) s vnějším průměrem 50 m. Větev C má délku cca 189 m, kde v km 0,040 je rozhraní SO 101 x SO 102, tj. k SO 102 náleží cca 149 m. V km 0,085 je umístěn související stavební objekt SO 201 – Migrační objekt. Jedná se o nově budovaný rámový



propustek. Dále v km 0,156 jsou navrženy vlevo i vpravo hospodářské sjezdy z důvodu napojení na stávající cestu vedoucí v prostoru Podkrušnohorské výsypky.

Zemní práce je nutné provést v místě větve C (SO 102) ve velkém rozsahu, z důvodu náročného průběhu stávajícího terénu, tzn. nejprve prostor v oblasti stávající rokle pomocí hrubých terénních úprav uvést do roviny a poté budovat samotné násypové těleso, je nutné při zemních pracích dodržet tyto podmínky pro svahy násypu:

V projektu jsou svahy nové komunikace navrženy ve souladu s ČSN 736133 (Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací) v odstupňování podle výškových pásem ve sklonu 1:2,5, 1:1,75 a nad hranici 6 m ve sklonu 1:1,5.

V případě vyztužení (varianta 3 viz níže kapitola 5.) předpokládáme, že násypové těleso bude tvořeno z vhodného nebo podmíněně vhodného materiálu dle tabulky A.1 (ČSN 73 6133) a vyztužných polymerových prvků.

Pro stabilitní posouzení byl vybrán charakteristický řez km 0,060. U paty svahu je navržen odvodňovací žlab, který je napojen do občasné vodoteče. Výška násypu je cca 13,8 m, šířka v patě 57,6 m. Sklon svahu je 1:2,5 při patě násypu a pak postupně ke koruně přechází na 1:75 a 1:1,5. Šířka násypu v koruně je cca 11,4 m.

5. Stabilitní posouzení

Stabilitní posouzení bylo provedeno na základě výpočtu matematického modelu v programovém systému Plaxis 2D 2017. Jedná se o programový systém pro výpočty vzájemné interakce geotechnických konstrukcí s okolním zemním prostředím. Výpočet byl proveden za předpokladu rovinné-deformace („plain strain“). Pro tvorbu sítě byly využity trojúhelníkové 15-ti uzlové prvky.

Jako základní podklad pro tvorbu modelu byl přijat výkresový podklad ve formátu dxf, kde byl sestaven předpokládaný geologický řez B-B (AZ Geo). Nad tímto řezem byl uvažován násyp cca 13,8 m. Výpočtový geotechnický model respektuje geologická rozhraní jednotlivých vrstev a členitou morfologii terénu.

Parametry zemního prostředí byly modelovány pomocí Mohr-Coulombova materiálového modelu a s předpokladem plastického porušení zemního prostředí. Vzhledem k tomu, že při průzkumu nebyla zastižena hladina podzemní vody, bylo původní zemní prostředí nastaveno jako drénované vč. materiálu násypu.

Stabilitní výpočet násypu byl rozdělen na několik fází během sypání celkem třech vrstev. Každá výpočtová fáze (vrstva) představovala cca 1/3 výšky násypu. Výpočet stability se tedy skládal z těchto výpočtových fází:

0. Fáze – primární stav (stav před násypem, současný stav)
1. Fáze - násyp 1/3 výšky
2. Fáze - násyp 2/3 výšky
3. Fáze – násyp 3/3 výšky

Základní sledované parametry:

- celkové posuny (total displacement) a sedání (vertical displacement)
- čerpání smykové pevnosti (τ_{rel} , relative shear stress)
- stabilita – posouzení stability metodou f_i/c redukce (stupeň stability - M_{sf})

Pro výpočet hodnoty stupně stability byla využita metoda redukce smykové pevnosti (soudržnosti a úhlu vnitřního tření), která je standardně využívána pro kvantifikaci stupně stability metodou konečných prvků. Cílem této metody je stanovit maximální hodnotu koeficientu M_{sf} (stupně stability) tak, aby redukované hodnoty soudržnosti a tangenty úhlu vnitřního tření odpovídaly stavu bez porušení. Minimální požadovaná hodnota stupně stability je dle ČSN 73 6133 $M_{sf} = 1,5$. Pro hodnocení kritického místa (vznik smykové plochy) slouží hodnota γ_s (total deviatoric strain). Čerpání smykové pevnosti prostředí hodnotí vyčerpání únosnosti zeminového prostředí (pouze MC modely) kdy maximální hodnota může být 1,0 (porušený stav). Hodnoty spočítaných posunů nutně nemusí reprezentovat reálné hodnoty deformací, ale kvantifikují výpočetní změnu. Na koruně násypu bylo uvažované plošné přetížení 10 kN/m².

Za účelem stanovení charakteru místních materiálů určených pro vybudování zemního tělesa byl dne 18. 12. 2018 odebrán technologický směsný vzorek z provedených průzkumných kopaných sond KS-1 až KS-3 z hloubky 1,0 – 4,0 m p.t.

Na vzorku neupravené zeminy (přírozený stav) byly provedeny indexové zkoušky (zrnitost, Atterbergovy meze, vlhkost), zatřídění, míra zhutnění Proctor Standard a poměry únosnosti IBI a CBR.

Z výsledků laboratorních analýz, které provedla akreditovaná laboratoř mechaniky zemin, vyplynulo, že místní materiál má charakter zemin třídy G4 GM (štěrk hlinitý) s proměnlivým hmotnostním podílem šterkovité frakce, respektive jemnozrnných zemin. Přírozená vlhkost zeminy byla změřena $w_n = 41,3$ %, zatímco optimální vlhkost $w_{opt} = 25,8$ % při maximální objemové hmotnosti $\rho_{d \max. PS} = 1410 \text{ kg.m}^{-3}$. Rozdíl mezi přírozenou a optimální vlhkostí byl značný. Uvedená skutečnost by hrála významnou negativní roli v technologické zpracovatelnosti materiálu a jeho vhodném hutnění během výstavby. Materiál je tak z pohledu uvedených kritérií nutno upravit.

Z pohledu únosnosti zeminy byly provedeny zkoušky IBI (11 a 13 %) a CBR (2 a 3 % po saturaci). Na základě výsledků těchto ukazatelů není možné zeminy třídy G4 GM použít do násypu ani do aktivní zóny bez úpravy.

Vlhkost na mezi tekutosti přesahovala 50 % ($w_l = 65$ %). Dle ČSN 73 6133 je materiál nutno upravit v případě jeho využití v zemním tělese.

Na základě všech zjištěných informací je možno konstatovat, že v souladu s požadavky ČSN 73 6133 je nutné zeminu (G4 GM) podmíněčně vhodnou do násypu upravit nebo násypové těleso vhodným způsobem vyztuzit (např. v souladu s ČSN EN 14475).

Na základě uvedeného závěru bylo doporučeno posoudit charakter zeminy (G4 GM) chemicky upravené pojivem (3 % Geosolu C50). Po úpravě zeminy pojivem došlo ke zvýšení optimální vlhkost z $w_{opt} = 25,8$ % na 27,3 % a ke snížení maximální objemové hmotnosti z $\rho_{d \max. PS} = 1410 \text{ kg.m}^{-3}$ na 1380 kg.m⁻³. Hodnota IBI vzrostla z 12 a 13 % na 42 a 43 %, hodnota CBR po saturaci vzrostla ze 2 % na 10 a 13 %. Uvedené výsledky vyhovují požadavkům ČSN 73 6133 na vhodnost zeminy do násypového tělesa. Navržená úprava zeminy byla prokázána jako vhodná.

Pro výpočet stability zemního tělesa nebyly známy smykové parametry materiálu z laboratorních analýz, byly tedy uvažovány směrné normové charakteristiky dle ČSN 73 1001 (norma není v současné době platná, avšak v projekci je stále hojně využívána).

| | | | | | |
|------------------------|----------------------|--------|-----|-------|-----|
| G4 GM | 19 kN/m ³ | 20 MPa | 0,3 | 2 kPa | 30° |
| G4 GM + 3 % Geosol C50 | 19 kN/m ³ | 20 MPa | 0,3 | 8 kPa | 30° |

Stabilita zemního tělesa byla posuzována v celkem 5 variantách, kdy v případě varianty 1 by do násypového tělesa byl použit místní materiál bez mechanické nebo chemické úpravy, v případě varianty 2 by byla zemina chemicky upravena přidáním a promísením 3 % Geosolu C50, u varianty 3 by byl násyp vybudován z neupravených zemin v kombinaci s vyztužením geosyntetiky a u varianty 4 by byl použit chemicky upravený materiál v kombinaci s úpravou figury násypového tělesa v podobě rozšíření jeho paty. Varianta 5 navíc kombinuje chemickou úpravu materiálu v násypu s jeho vyztužením polymerovou výztuží.

Varianty posuzovaných stavů násypu:

- 1, zemina násypu bez úprav
- 2, úprava materiálu hydraulickým pojivem
- 3, materiál bez úpravy pojivem + vyztužení geosyntetiky (únosnost min 40 kN/m á 0,5 m)
- 4, upravený materiál násypu + rozšíření násypu v patě
- 5, úprava materiálu hydraulickým pojivem + vyztužení geosyntetiky

Všechny výstupy z modelu jsou dokladovány v přílohové části.

Zhodnocení jednotlivých variant**Varianta č. 1 – násyp bez úpravy**

Při úplném nasypání násypu je sedání cca 0,18 m. Maximální hodnota je v koruně násypu. Průběh sedání pod násypem je dokladován v příloze. Sedání pro 1/3 výšky je cca 0,04 m pro 2/3 výšky násypu je to cca 0,08 m a pro celou výšku cca 0,1 m. Pro hlubší podloží (GT3 - bod C) je sedání cca 0,04 m pro celý násyp. V případě tvorby pórových tlaků v podloží bude docházet v průběhu sypání ke konsolidaci (rozptýlení pórových tlaků) s rychlostí cca 10 až 15 dnů na 1/3 výšky. Celková doba konsolidace byla spočtena 50 dnů. V podloží násypu dosahují posuny cca 0,08 – 0,1 m. Maximální čerpání smykové pevnosti je dokladováno v tělese násypu a maximum v podloží ve vrstvě GT3 (0,85) – podloží násypu není porušeno. Stupeň bezpečnosti pro celý násyp $M_{sf} = 1,12 < 1,5$. Kritická smyková plocha je lokalizována ve svahu pravé části násypu, prochází korunou (cca 3 m od hrany) a vychází cca 6 pod korunou násypu.

Varianta č. 2 – chemicky upravený materiál násypu (3 % Geosolu C50)

Při úplném nasypání násypu je sedání cca 0,17 m. Maximální hodnota je v koruně násypu. V podloží násypu dosahují posuny cca 0,09 – 0,1 m. Maximální čerpání smykové pevnosti je dokladováno v tělese násypu a v podloží ve vrstvě GT3 je cca 0,85 – podloží násypu není porušeno. Stupeň bezpečnosti pro celý násyp $M_{sf} = 1,48 < 1,5$. Kritické smykové plochy jsou lokalizovány v horní části násypu. Jedná se o dvě smykové plochy na obou svazích násypu. Smykové plochy prochází středem koruny a procházejí přes cca 2/3 výšky násypu. Průběh sedání podloží, konsolidace násypu a rozptýlení pórových tlaků bude obdobné jako v případě varianty 1. Rychlost rozptýlení pórových tlaků bude cca 55 dnů.

Varianta č. 3 – vyztužení geosyntetiky

Násyp je symetricky vyztužen geo výztuhami délky cca 11 m s roztečí 0,5 m. Min požadovaná únosnost je 40 kN/m. Pro vyztužení zemního tělesa je možné použít např. výztužnou tkanou PP či PET geomříž s tahovou pevností min. 40 kN.m⁻² v obou směrech s odolností proti protlačení min. 4,7 kN (např. Miragrid GX od společnosti GEOMAT s.r.o. nebo BONTEC SG 40/40, GEOJUTEX 40, GEOLON PP 40, ARMATEX G 40/40 nebo jiný svými charakteristikami srovnatelný výrobek). Možno použít rovněž gotextilii např. 600g/m² Geomatex NTB 10/600 atpod. Jednotlivé parametry geomříže nebo geotextilie doporučujeme konzultovat s jejím výrobcem.

Úprava zeminy nebyla v rámci této varianty uvažována. Vyztužení bylo použito na 2/3 výšky násypu. Při úplném nasypání násypu je sedání cca 0,18 m. Maximální hodnota je v koruně násypu. V podloží násypu dosahují posuny cca 0,08 – 0,09 m. Maximální čerpání smykové pevnosti je dokladováno v tělese násypu a v podloží ve vrstvě GT3 je cca 0,85 – podloží násypu není porušeno. Stupeň bezpečnosti pro celý násyp $M_{sf} = 1,61 > 1,5$. Kritické smykové plochy jsou lokalizovány v horní části násypu. Jedná se o dvě smykové plochy na obou svazích násypu. Smykové plochy prochází koncem výztuh od koruny až do paty násypu. Průběh sedání podloží, konsolidace násypu a rozptýlení pórových tlaků bude obdobné jako v případě varianty 1. Rychlost rozptýlení pórových tlaků bude cca 53 dnů.

Varianta č. 4 – úprava tvaru násypu

Násyp rozšířen v patě o 1,0 m na každou stranu, celkem tedy o 2,0 m. Sklon paty násypu 1:2,7. Zemina byla chemicky upravena pojivem. Při úplném nasypání násypu je sedání cca 0,17 m. Maximální hodnota je v koruně násypu. V podloží násypu dosahují posuny cca 0,07 – 0,085 m.

Maximální čerpání smykové pevnosti je dokladováno v tělese násypu a v podloží ve vrstvě GT3 je cca 0,85 – podloží násypu není porušeno. Stupeň bezpečnosti pro celý násyp $M_{sf} = 1,53 > 1,5$. Kritická smyková plocha je lokalizována ve svahu pravé části násypu, prochází korunou (cca 4 m od hrany) a vychází cca 8 pod korunou násypu. Průběh sedání podloží, konsolidace násypu a rozptýlení pórových tlaků bude obdobné jako v případě varianty 1. Rychlost rozptýlení pórových tlaků bude cca 56 dnů.

Varianta č. 5 – vyztužení geosyntetiky + chemická úprava

Násyp symetricky vyztužen geo výztuhami délky cca 11 m s roztečí 0,5 m. Min požadovaná únosnost je 40 kN/m. Zemina byla chemicky upravena pojivem. Při úplném nasypání násypu je sedání cca 0,17 m. Maximální hodnota je v koruně násypu. V podloží násypu dosahují posuny cca 0,07 – 0,085 m. Maximální čerpání smykové pevnosti je dokladováno v tělese násypu a v podloží ve vrstvě GT3 je cca 0,85 – podloží násypu není porušeno. Stupeň bezpečnosti pro celý násyp $M_{sf} = 1,85 > 1,5$. Kritické smykové plochy jsou lokalizovány na obou svazích násypu. Smyková plocha se posouvá až za okraj výztuh. Průběh sedání podloží, konsolidace násypu a rozptýlení pórových tlaků bude obdobné jako v případě varianty 1. Rychlost rozptýlení pórových tlaků bude cca 61 dnů.

V případě této varianty je potřeba zvolit vhodný typ výztuže v návaznosti na doporučení z varianty č. 3, avšak se zvláštním ohledem na chemický charakter prostředí v zemním tělese. Z důvodu degradace materiálu v důsledku hydrolyzy geosyntetika v alkalickém prostředí s $pH > 9$ není např. vhodné použít výrobky z polyesteru (PET). Jedná se zejména o konstrukce, kde má být výztuž použita v kombinaci s vápnem upravenou zeminou. V tomto prostředí by bylo vhodnější zvolit výztuž např. z polypropylénu (PP) nebo polyetylénu (PE).

6. Závěr

Stabilitní posouzení násypů účelové komunikace SO 102 - II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky v k.ú. Horní Nivy bylo provedeno ve výpočetním systému Plaxis. Bylo hodnoceno celkem pět variant výstavby vysokých násypů. Jako materiál násypu je uvažován štěrk hlinitý (G4 GM), který byl hodnocen bez úpravy a s chemickou úpravou pojivem Geosol C50. Další varianty hodnotily využití geosyntetik pro vyztužení násypu vybudovaného jak z upravených, tak z neupravených zemin a dále úpravy tvaru násypu, jmenovitě jeho paty.

Na základě uvedených výsledků z modelování lze doporučit:

- Materiál násypu je potřeba upravit pojivy nebo jej vyztužit vhodnými geosyntetiky nebo zvolit vhodnou kombinaci obou možností.
- Rozšíření násypu přispěje stabilitě upravené zeminy.

Ukládání vybraného materiálu pro násyp je možné dle projektované výšky násypu. Požadovaný minimální stupeň stability byl dosažen po vyztužení násypu geosyntetiky a rovněž chemickou úpravou zemin pojivy v kombinaci s vyztužením násypu nebo rozšířením, respektive úpravou sklonu svahu v patě násypu. Ve všech případech byl dosažen požadovaný stupeň bezpečnosti $M_{sf} > 1,5$. Posouzení stability platí za přijatých stavebně - geologických parametrů.

V posuzovaných variantách nebylo počítáno s úpravou podloží (výměna zemin pod bází budoucího násypového tělesa za štěrkové zeminy nebo kamenité sypaniny), ke které se přistupuje v případě výskytu větší mocnosti (> 1 m) měkkých stlačitelných sedimentů, organických či jiných nevhodných zemin v podloží. Za podmínky popsanych geotechnických poměrů na lokalitě uvedenou sanaci podloží nepokládáme za nutnou.

Práce je nutno projektovat a realizovat v souladu s TP 97, TP 94, TKP 4, ČSN 73 6133, ČSN 72 1006, ČSN EN 14475 a dalšími platnými technickými předpisy vztahující se k dané problematice.

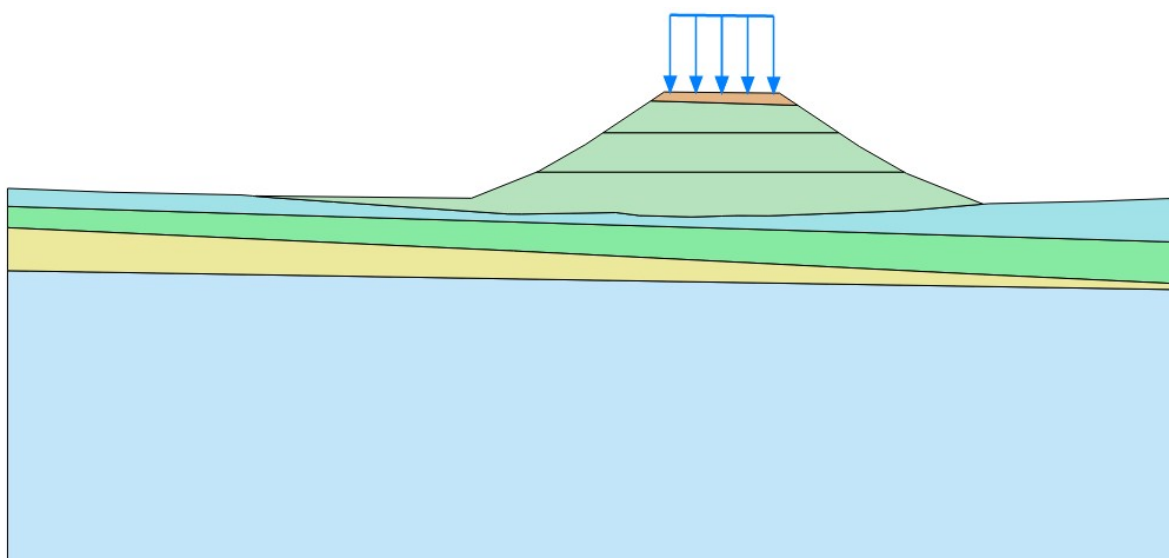
V Ostravě dne 22. 1. 2019

Ing. Lukáš Ďuriš, Ph.D., autorizovaný inženýr pro geotechniku

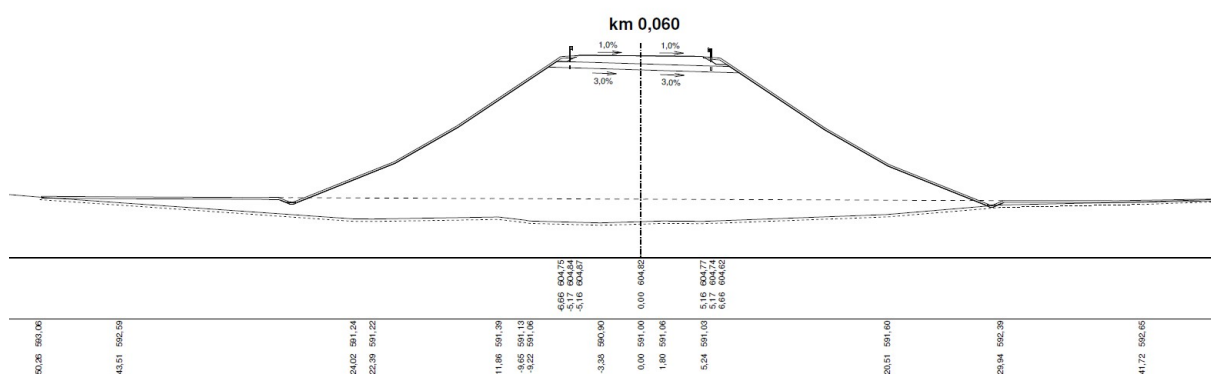
Ing. František Indra, autorizovaný inženýr pro geotechniku

Příloha 1

Stabilitní posouzení – výstupy z modelů



Model MKP– profil km 0,06.

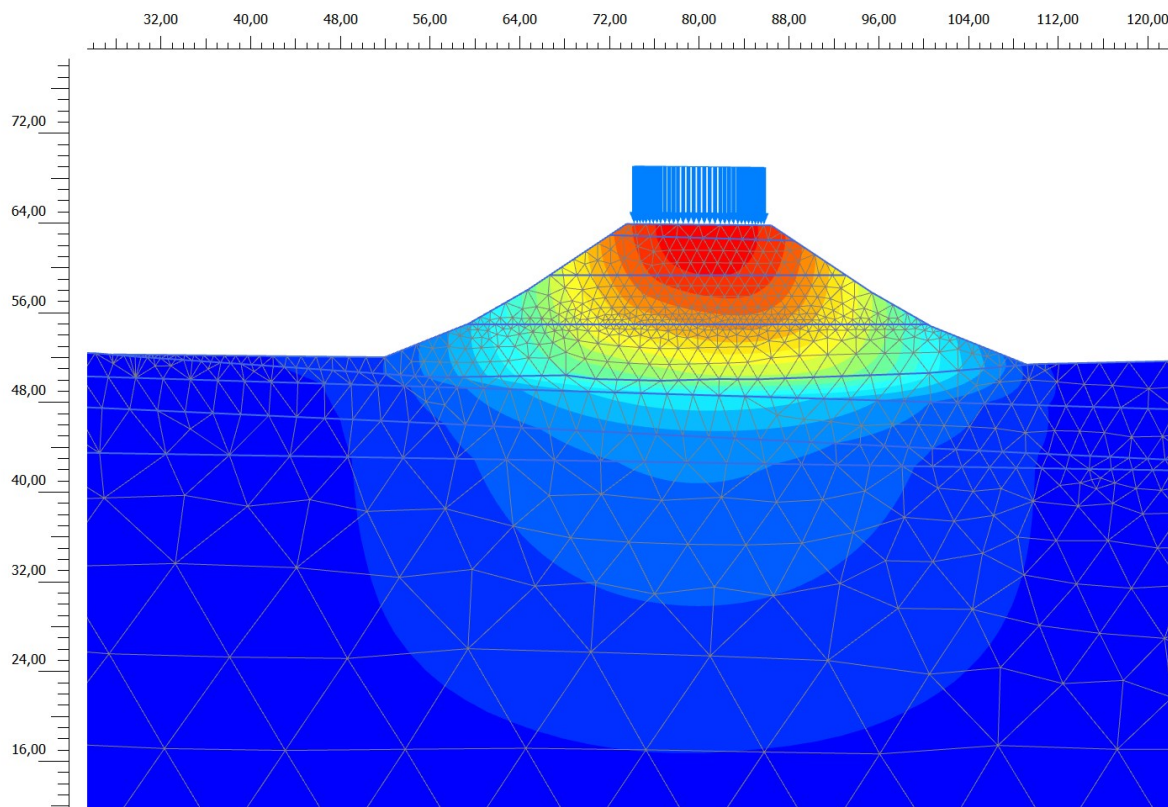


SO 102 - ÚČELOVÁ KOMUNIKACE - CHARAKTERISTICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ KM 0,06

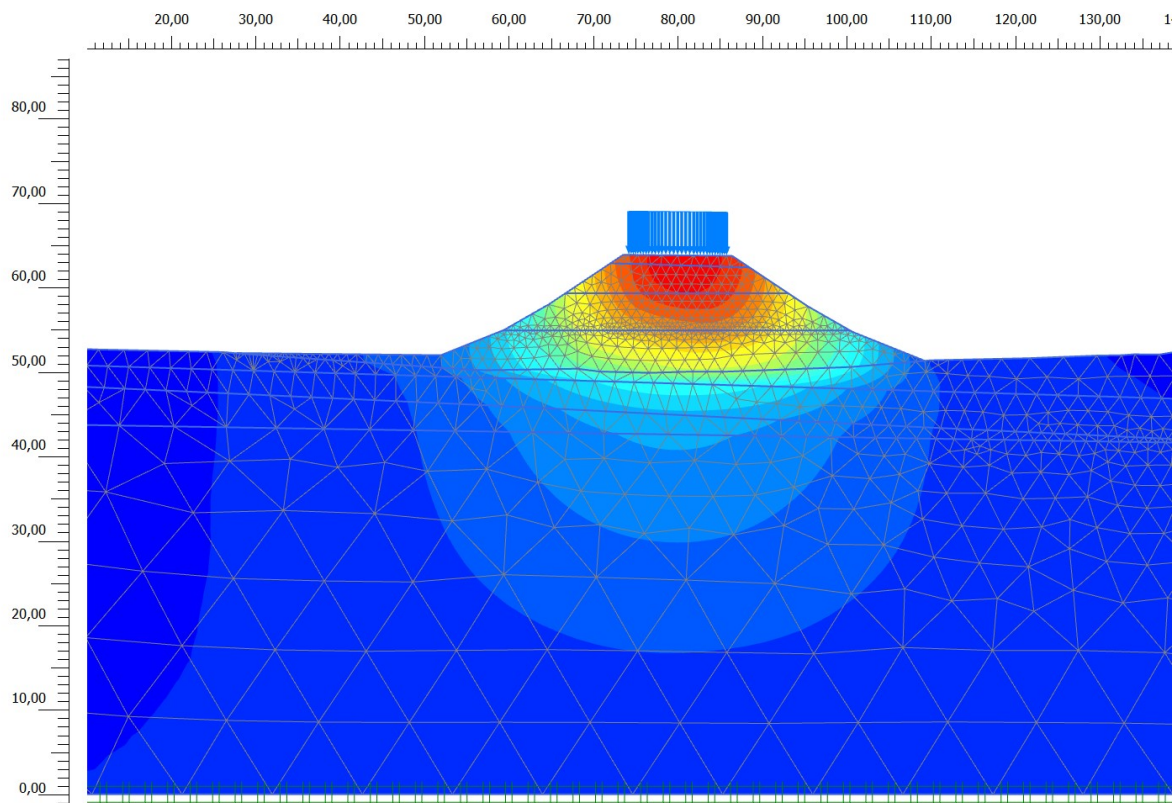
| Identification | | GT1 F3 MS | GT3 R6 S4 | GT 4 R5 | GT 5 R4 | Nasyp | Vozovka |
|-------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Material model | | Mohr-Coulomb | Mohr-Coulomb | Mohr-Coulomb | Mohr-Coulomb | Mohr-Coulomb | Mohr-Coulomb |
| Drainage type | | Drained | Drained | Drained | Drained | Drained | Drained |
| γ_{unsat} | kN/m ³ | 18 | 18 | 19 | 20 | 19 | 19 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 20 | 20 | 20 | 21 | 20 | 19 |
| E | kN/m ² | 6000 | 3,37E+04 | 7,70E+04 | 1,85E+05 | 2,00E+04 | 4,40E+04 |
| ν (nu) | | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| c_{ref} | kN/m ² | 14 | 5 | 10 | 50 | 2 | 1 |
| ϕ (phi) | ° | 28 | 31,7 | 36 | 36 | 30 | 35 |
| k_x | m/day | 0,86 | 8,64E-03 | 8,64E-03 | 8,64E-03 | 8,00E-04 | 86,4 |
| k_y | m/day | 0,86 | 8,64E-03 | 8,64E-03 | 8,64E-03 | 8,00E-04 | 86,4 |

Vstupní parametry z IG průzkumu dle AZ geo.

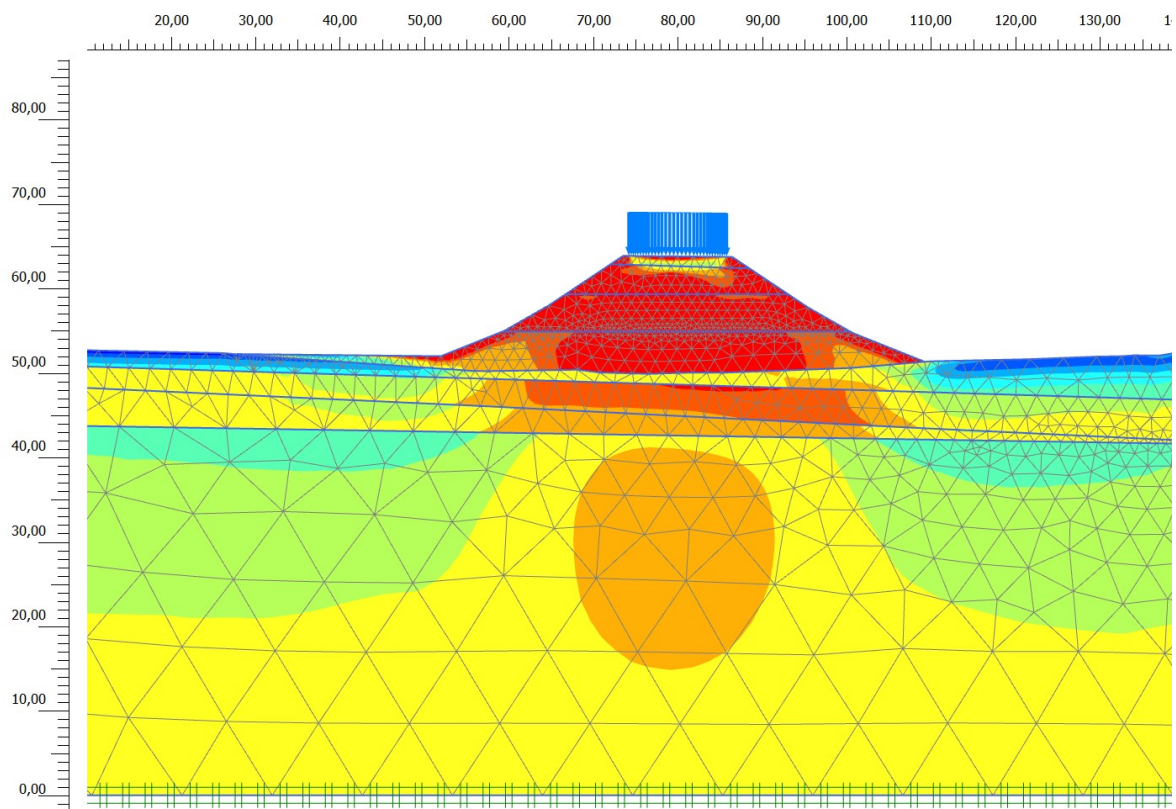
Parametry geovýtuhy např. Geotextilie 600g/m², pevnost 40 kN/m (EA = 800 kN/m, Np = 40 kN/m)



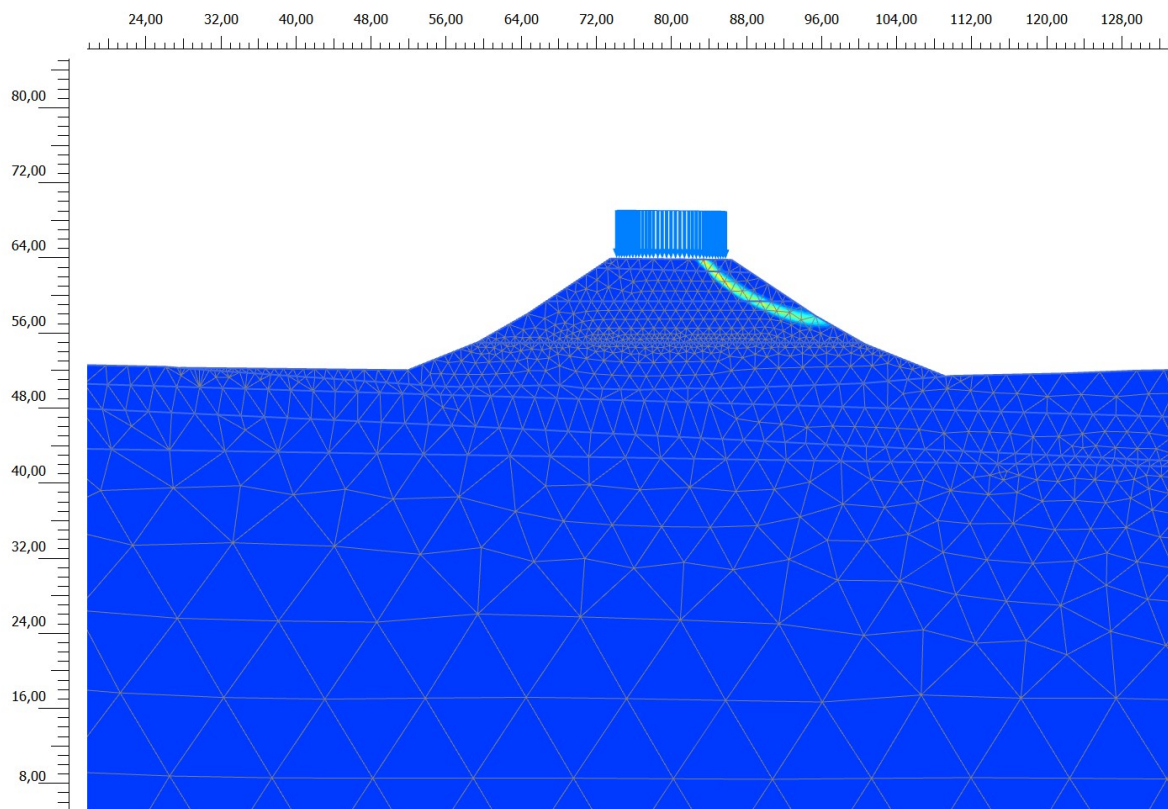
Celkové posuny - varianta 1 (neupravena zemina)



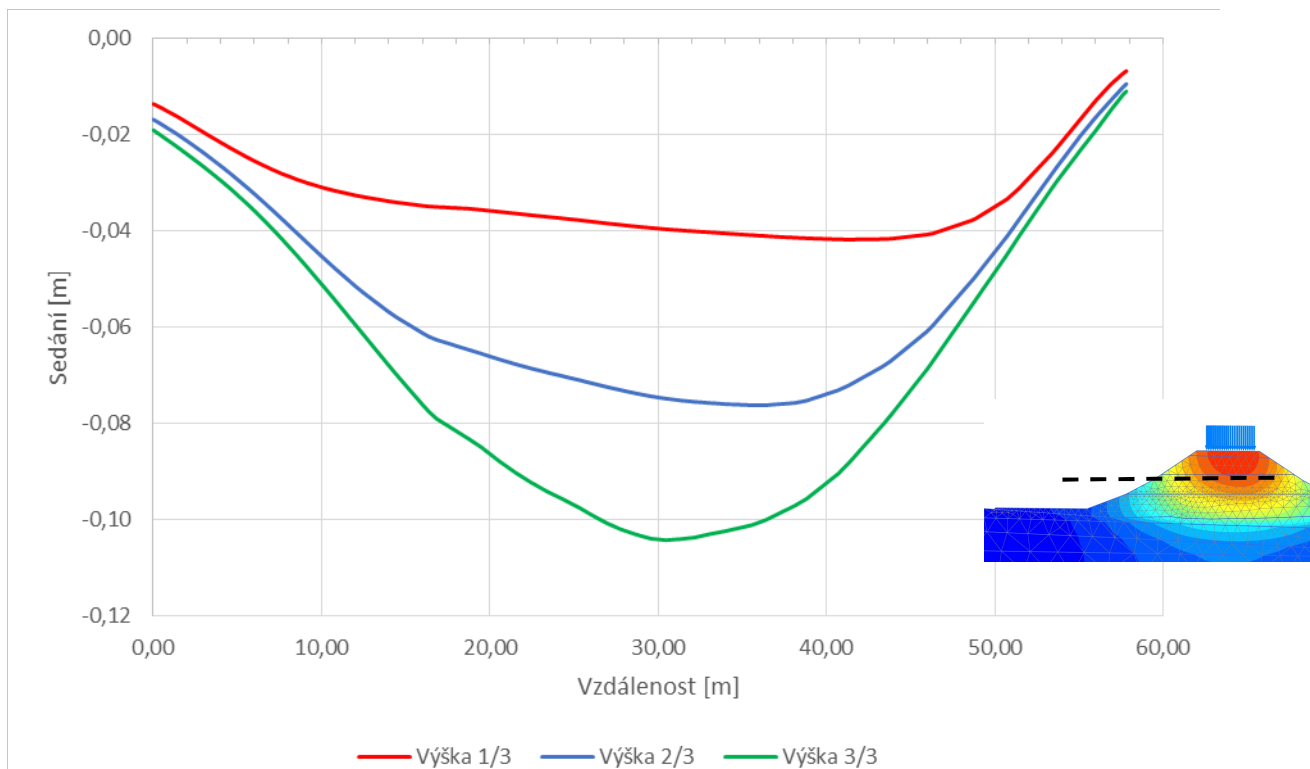
Svislé posuny (sedání) - varianta 1 (neupravena zemina)



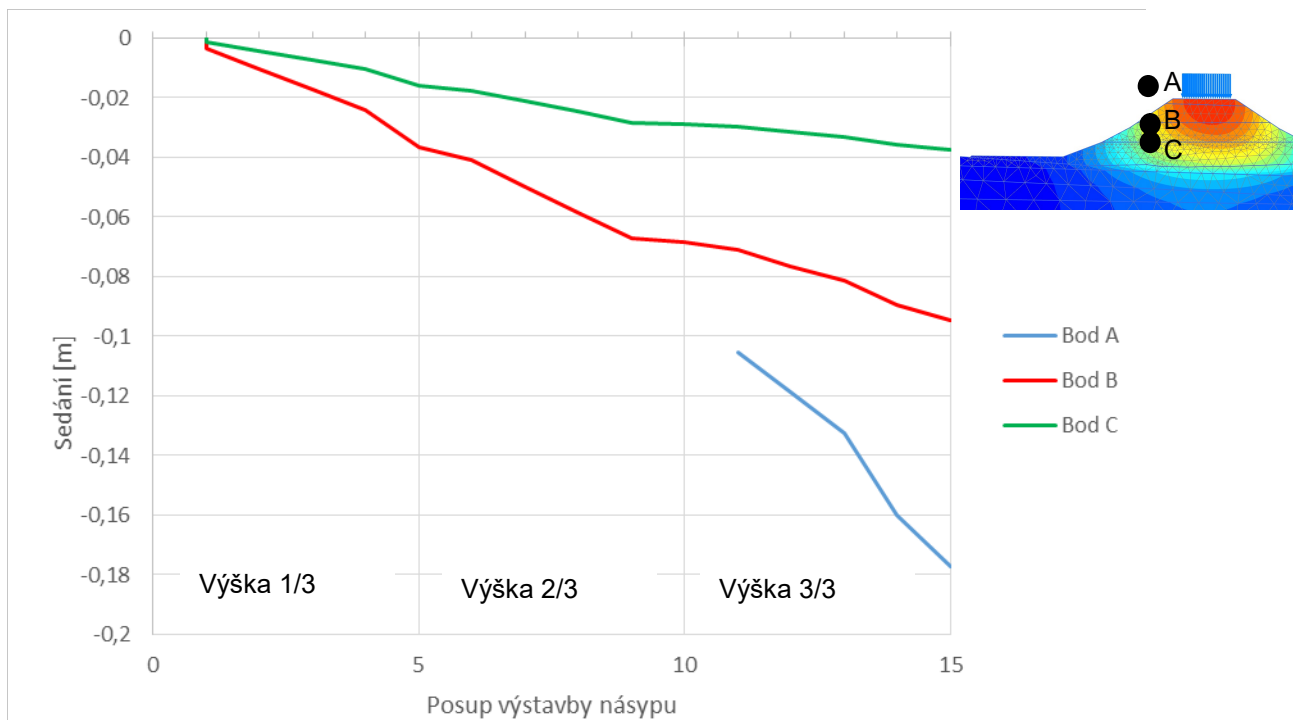
Čerpání pevnosti - varianta 1 (neupravena zemina)



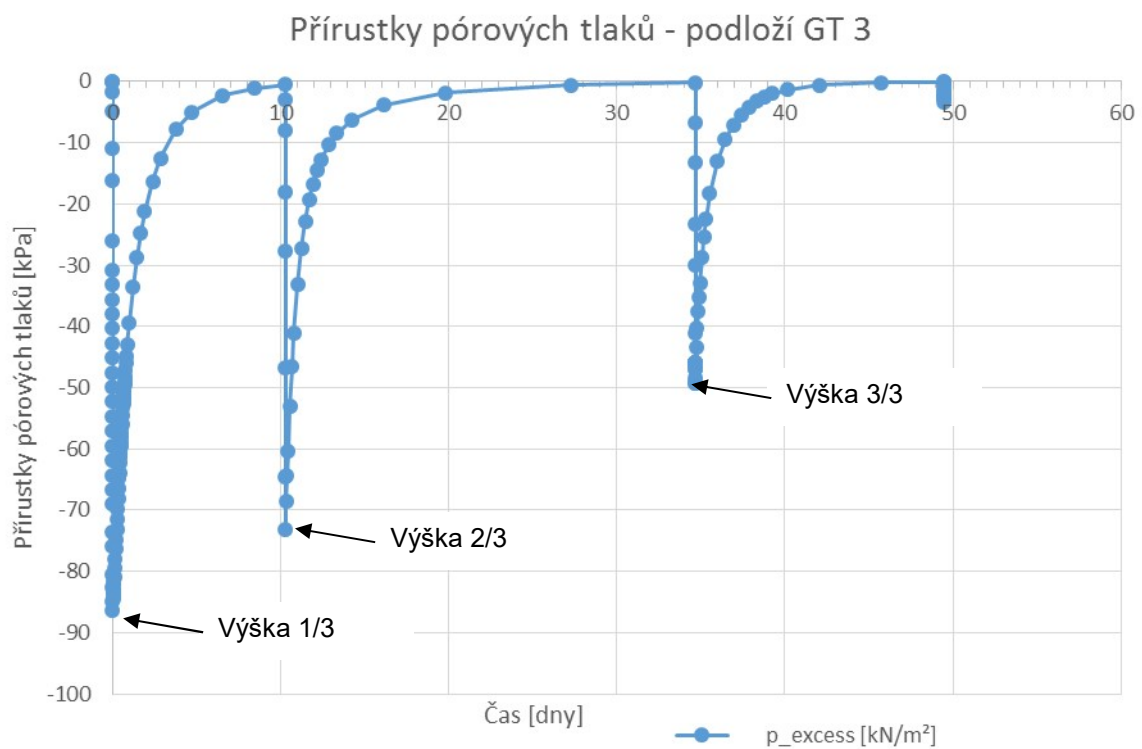
Kritická smyková plocha, $M_{sf} = 1,12$ - varianta 1 (neupravena zemina)



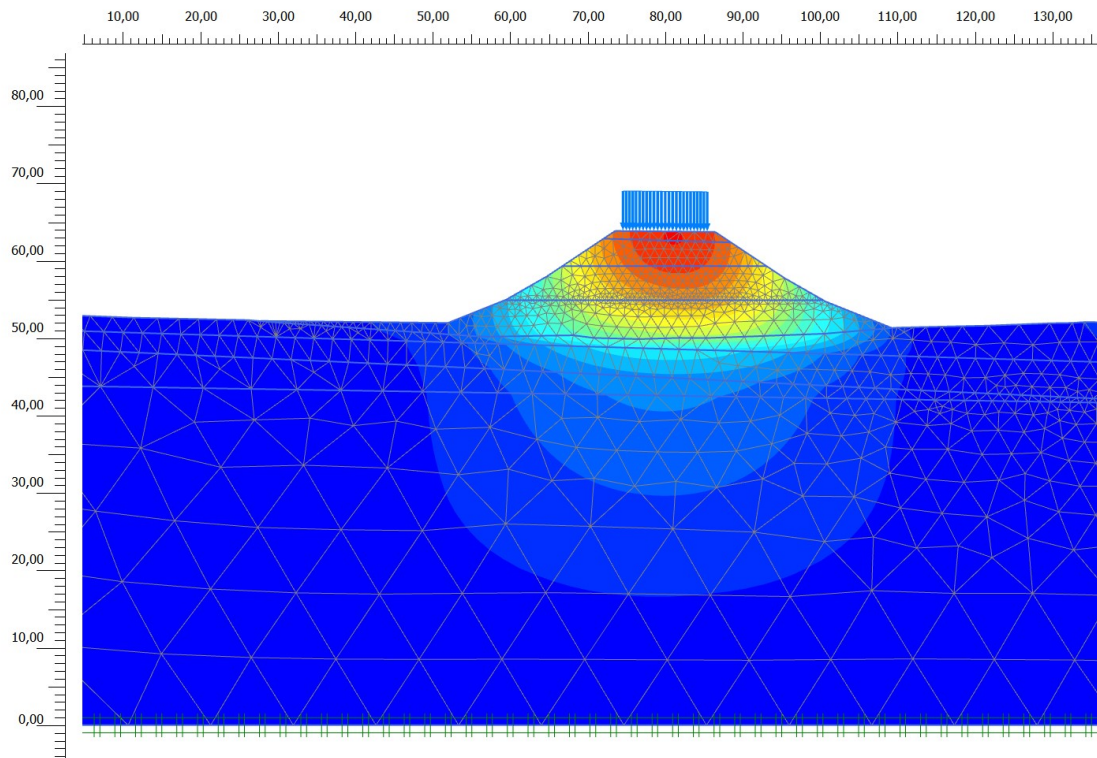
Průběh sedání pod tělesm násypu - varianta 1 (bez úpravy)



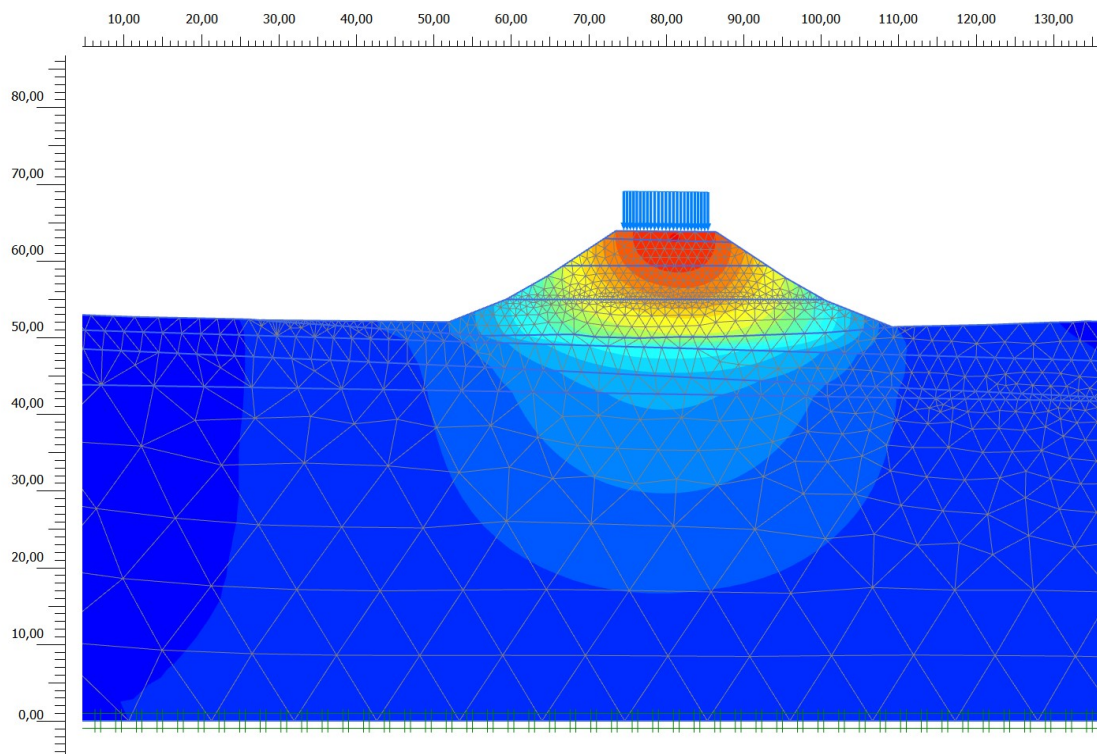
Sedání násypu – varianta 1 (bez úpravy)



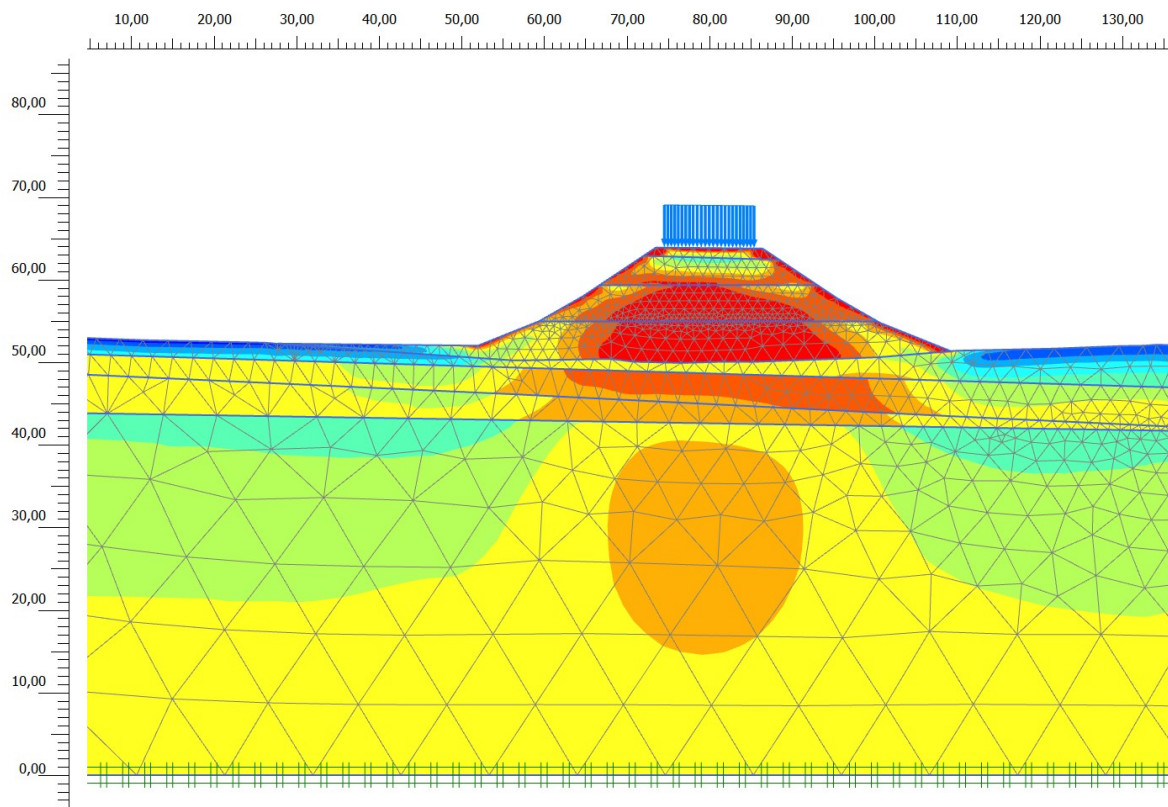
Analýza rychlosti rozptýlení pórového tlaku (konsolidace)– studie nedrénovaného prostředí (výskyt podzemní vody) – varianta 1 (bez úprav)



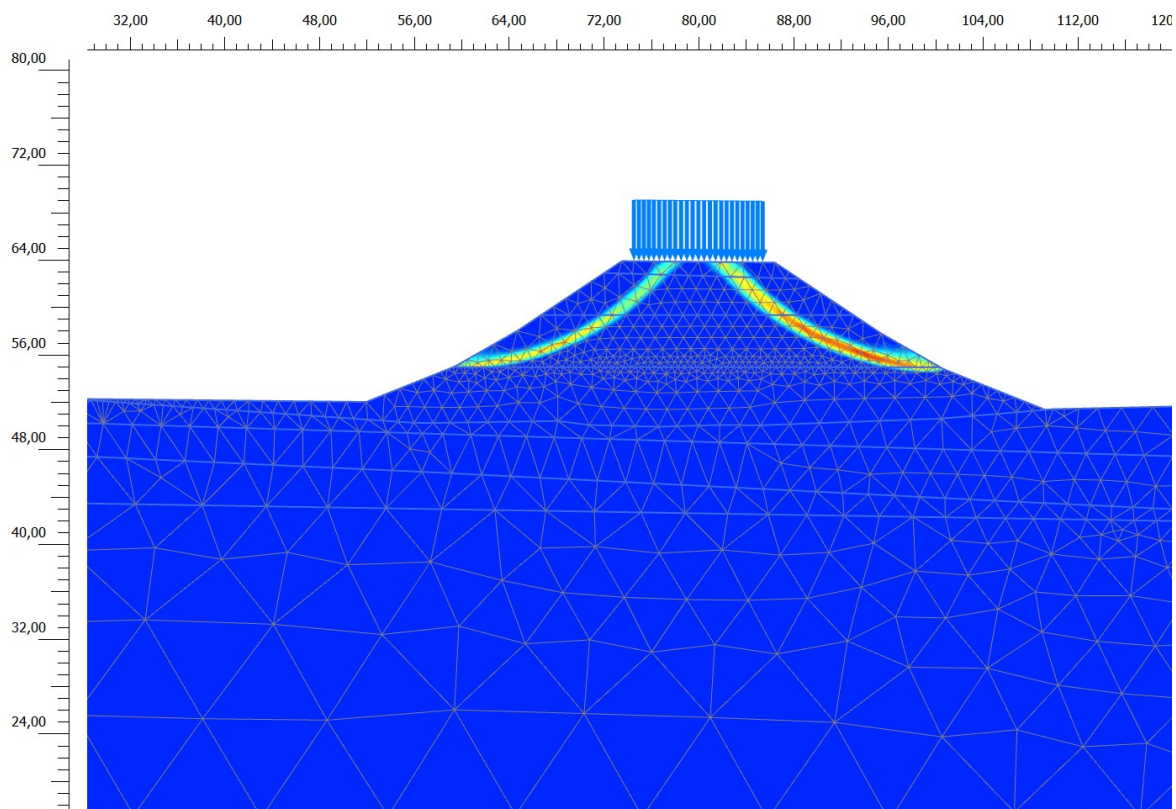
Celkové posuny - varianta 2 (upravena zemina)



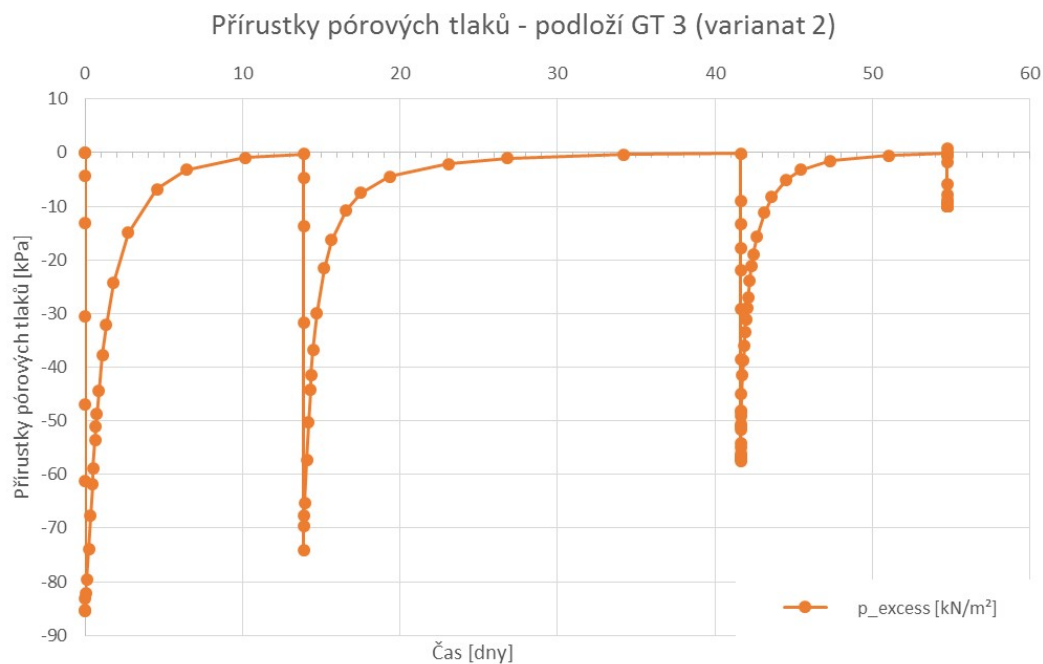
Svislé posuny (sedání) – varianta 2 (upravena zemina)



Čerpání pevnosti - varianta 2 (upravena zemina)



Kritická smyková plocha, $M_{sf} = 1,48$ - varianta 2 (upravena zemina)



Analýza rychlosti rozptýlení pórového tlaku (konsolidace)– studie nedrénovaného prostředí (výskyt podzemní vody) – varianta 2 (chemická úprava)

II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky v k.ú. Horní Nivy
SO 102 - ÚČELOVÁ KOMUNIKACE

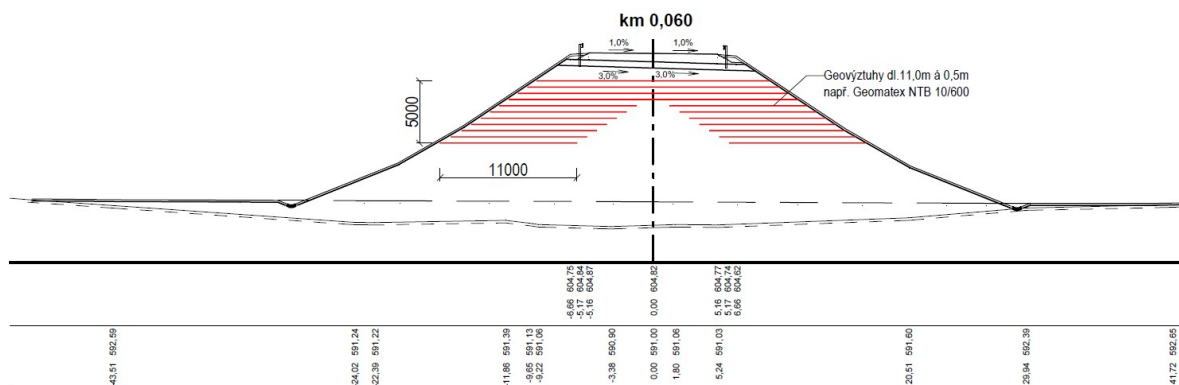
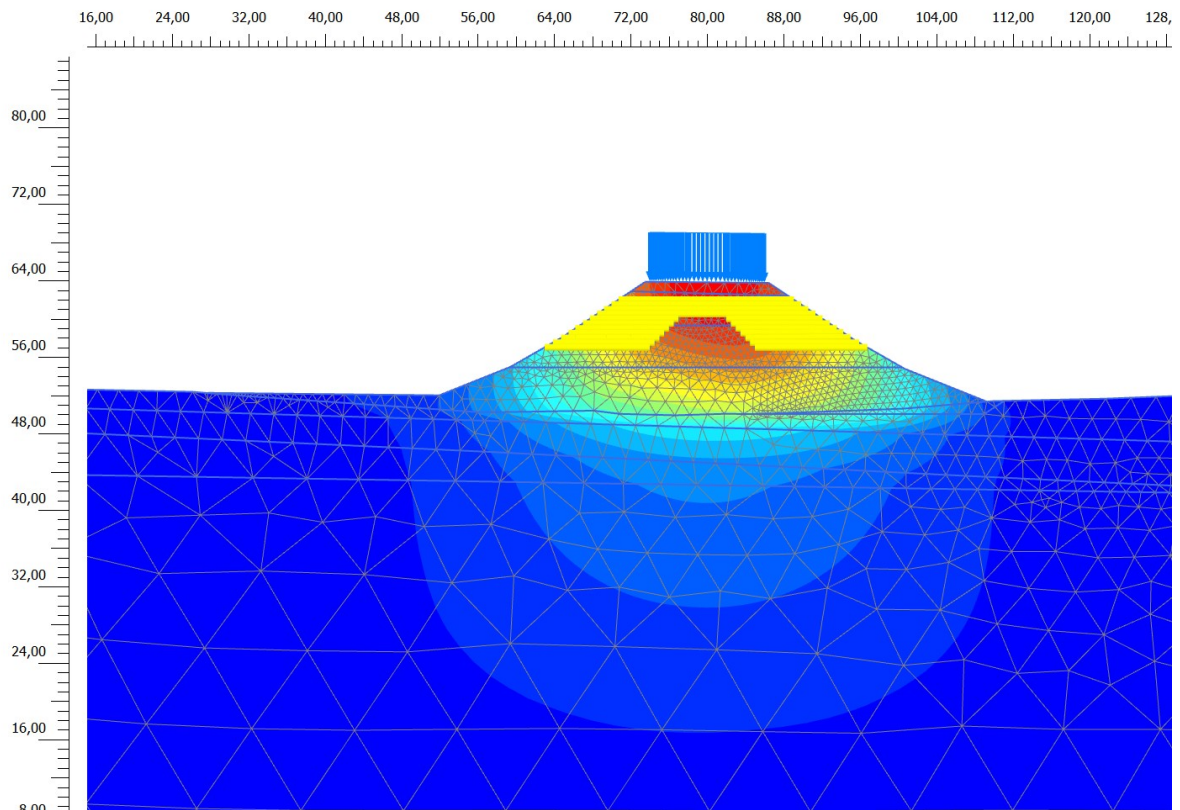
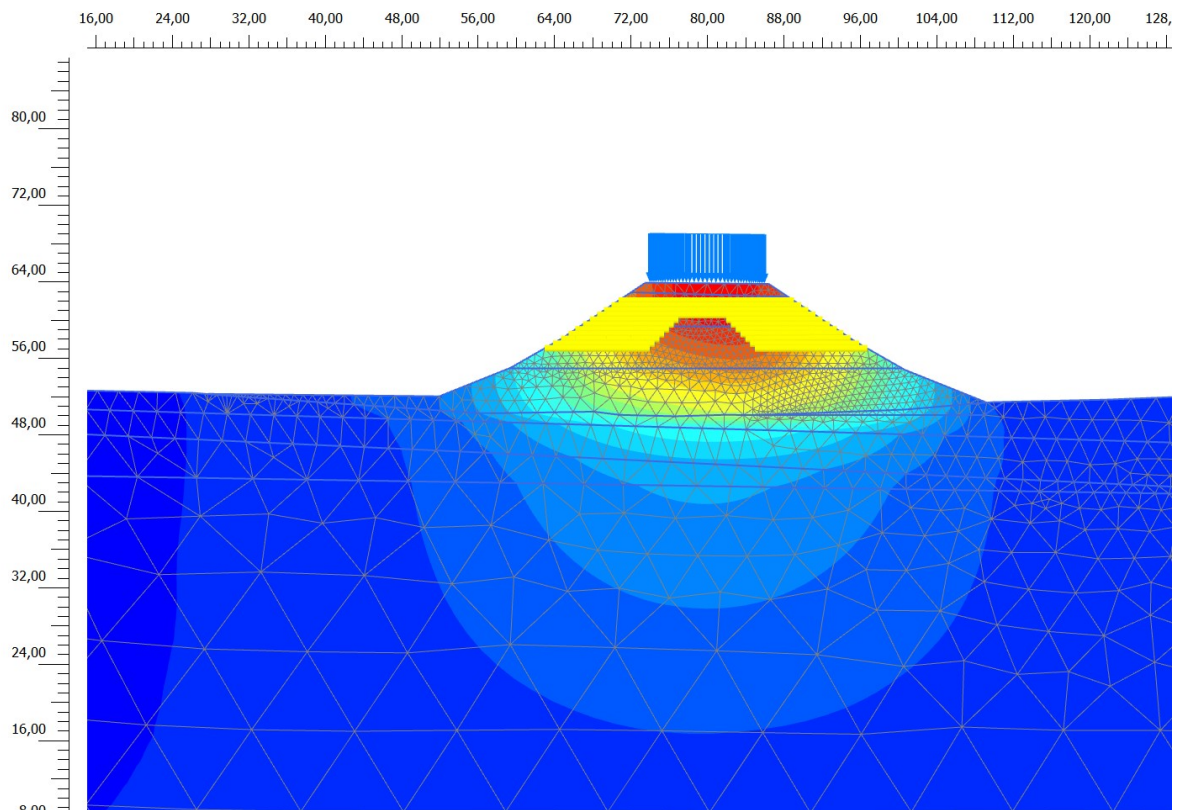


Schéma rozmístění geovýtuh

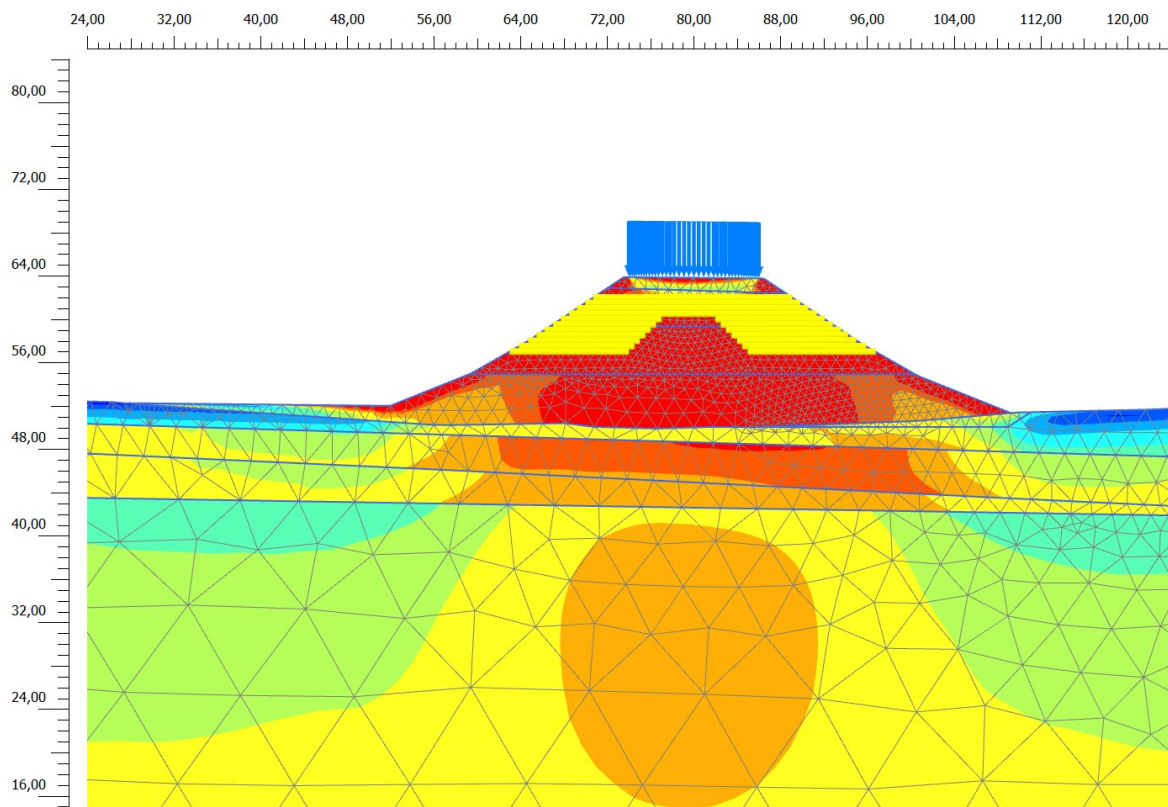
Parametry geovýtuhy např. Geotextilie 600g/m², pevnost 40 kN/m



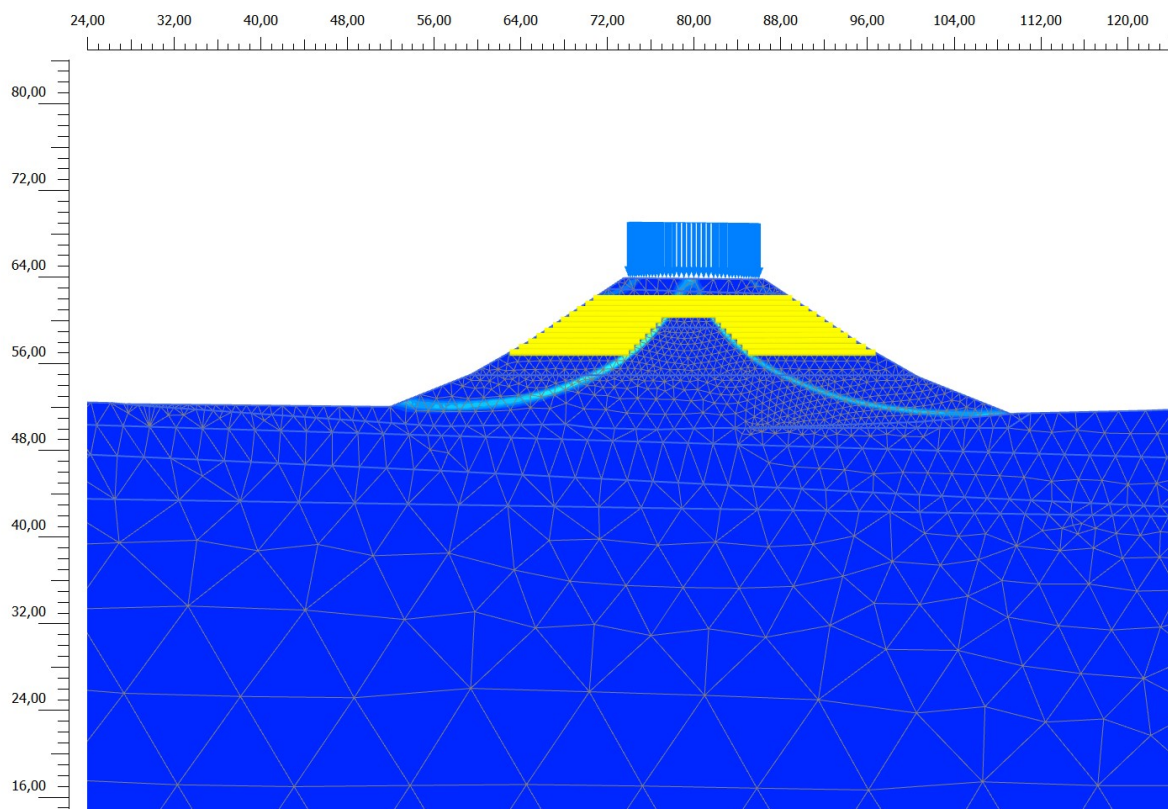
Celkové posuny - varianta 3 (vyztužená zemina)



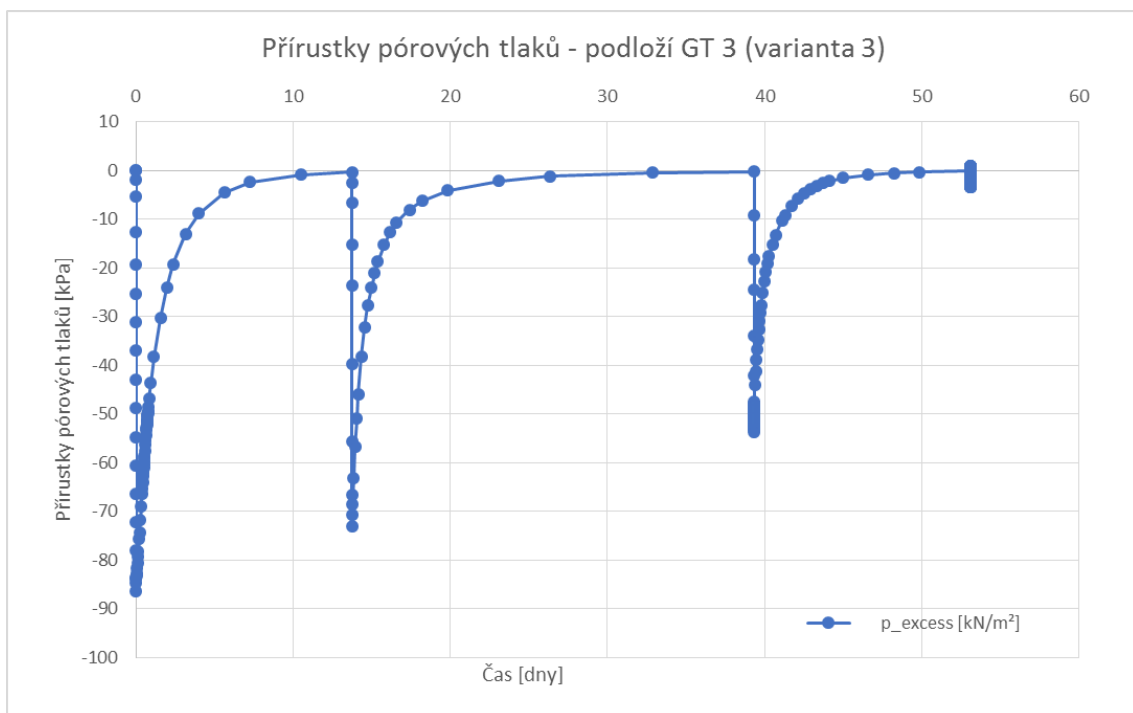
Svislé posuny (sedání) - varianta 3 (vyztužená zemina)



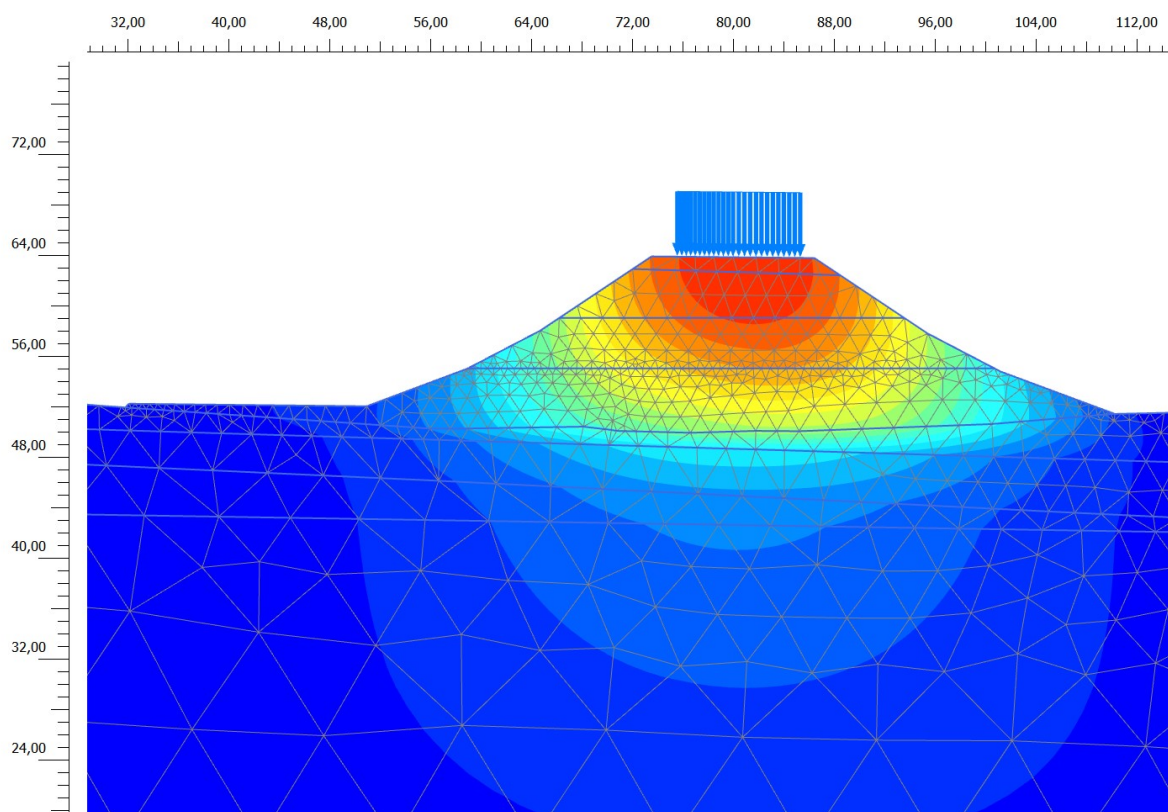
Čerpání pevnosti - varianta 3 (vyztužená zemina)



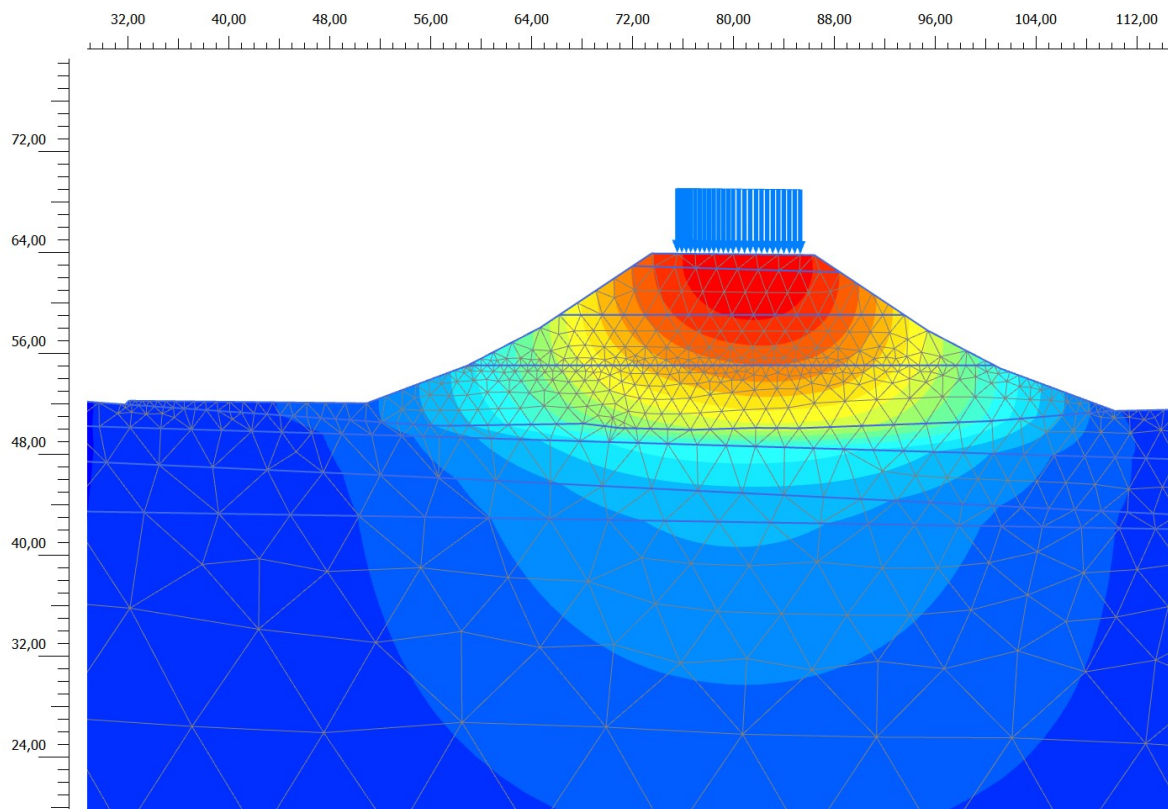
Kritická smyková plocha, $M_{sf} = 1,61$ - varianta 3 (vyztužená zemina)



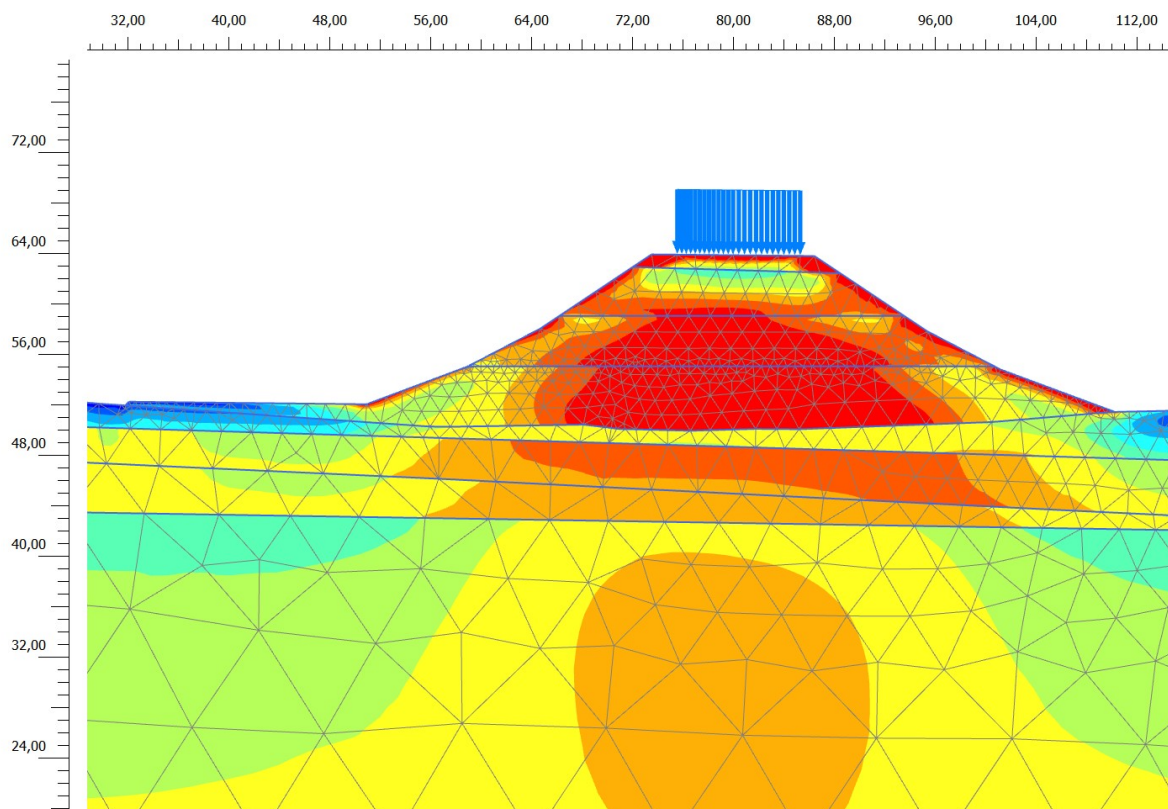
Analýza rychlosti rozptýlení pórového tlaku (konsolidace)– studie nedrénovaného prostředí (výskyt podzemní vody) – varianta 3 (vyztužení)



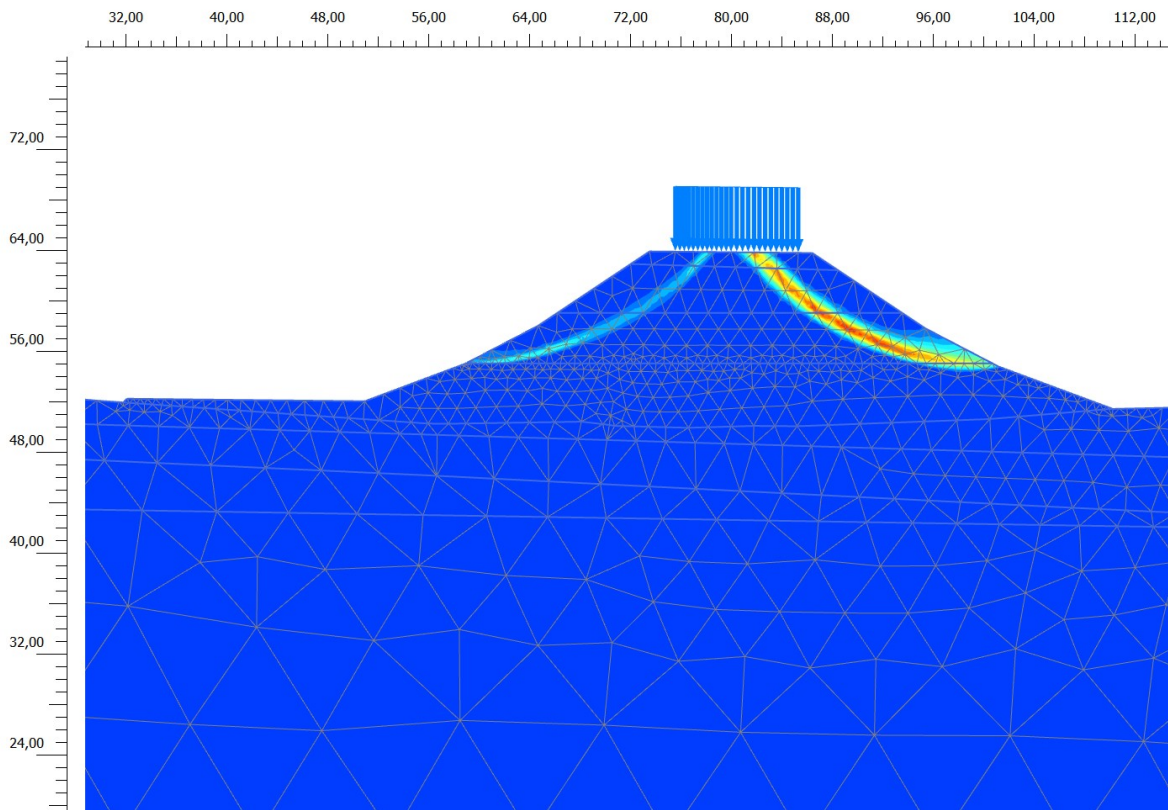
Celkové posuny - varianta 4 (upravený tvar)



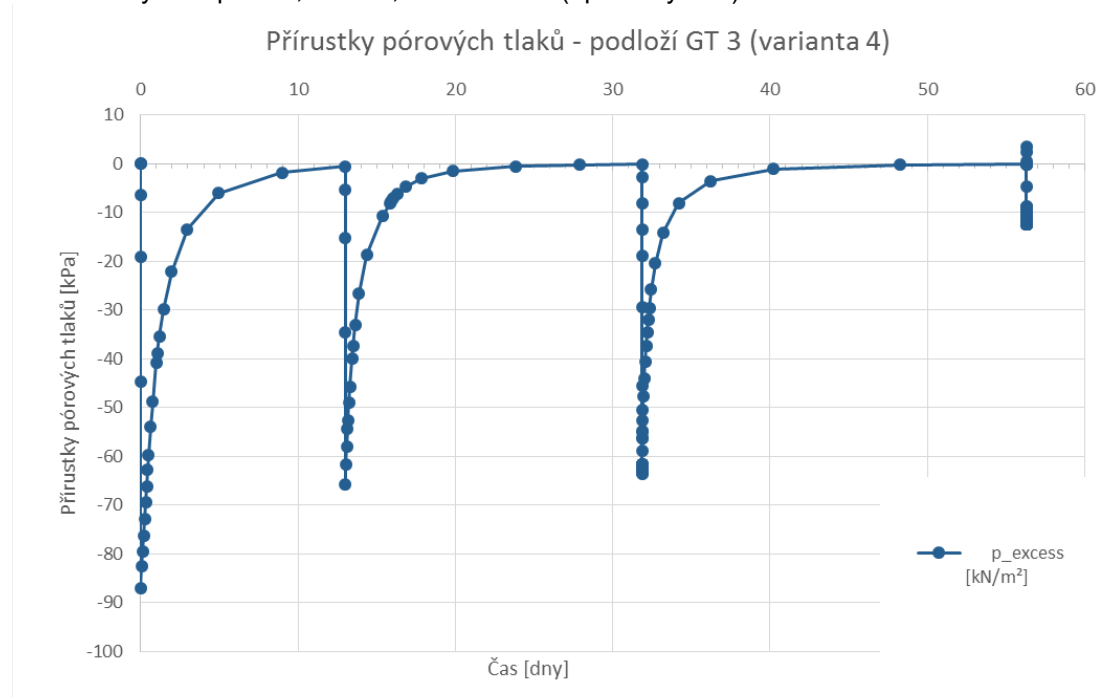
Svislé posuny (sedání) - varianta 4 (upravený tvar)



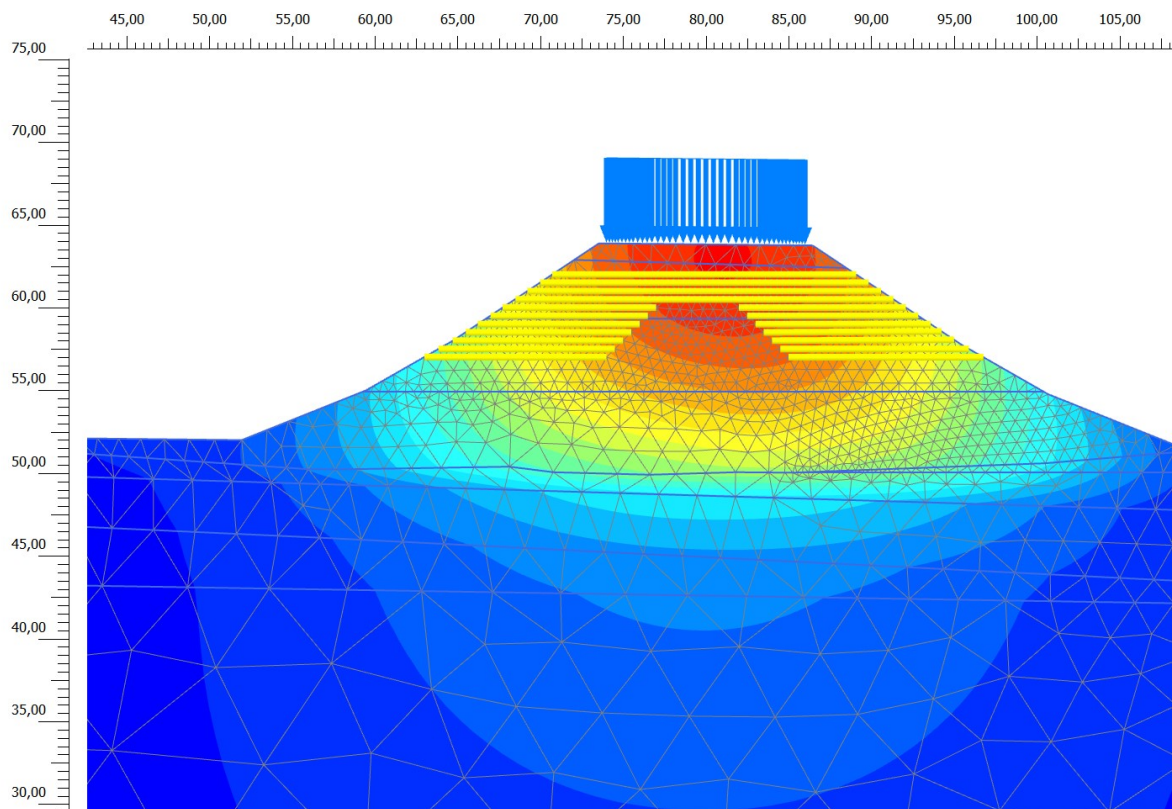
Čerpání pevnosti - varianta 4 (upravený tvar)



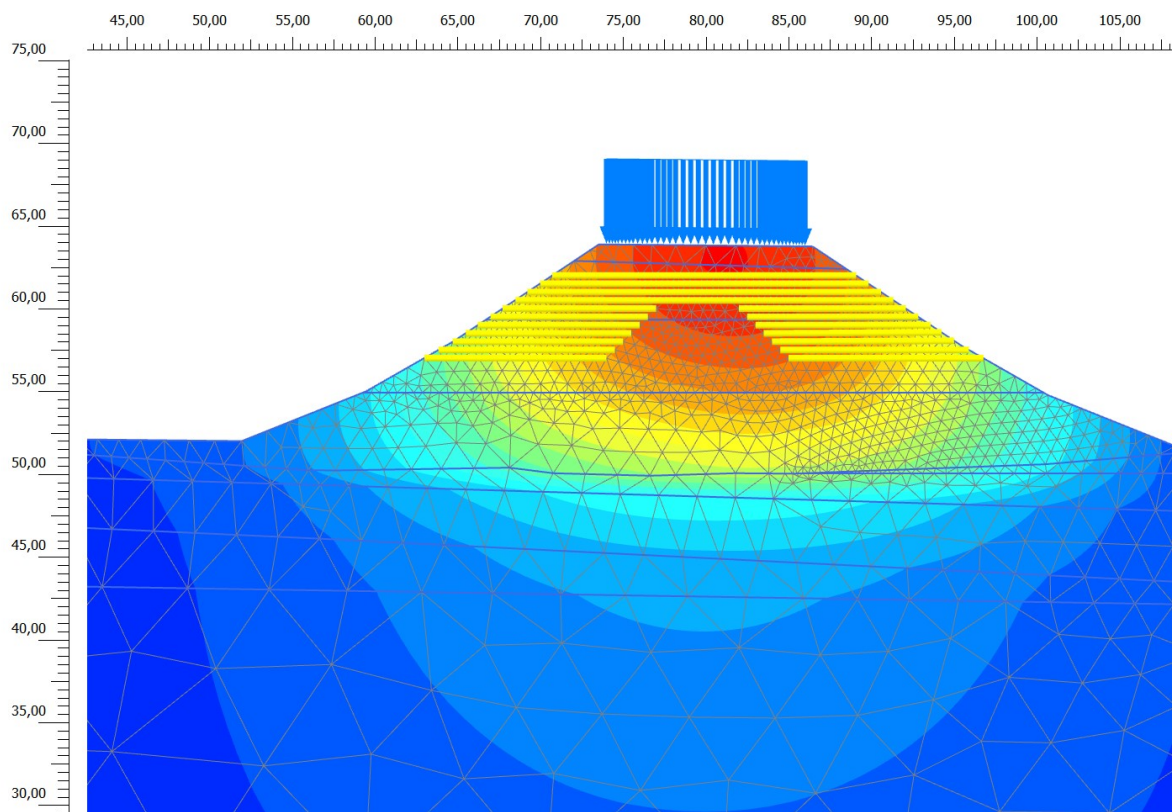
Kritická smyková plocha, $M_{sf} = 1,53$ varianta 4 (upravený tvar)



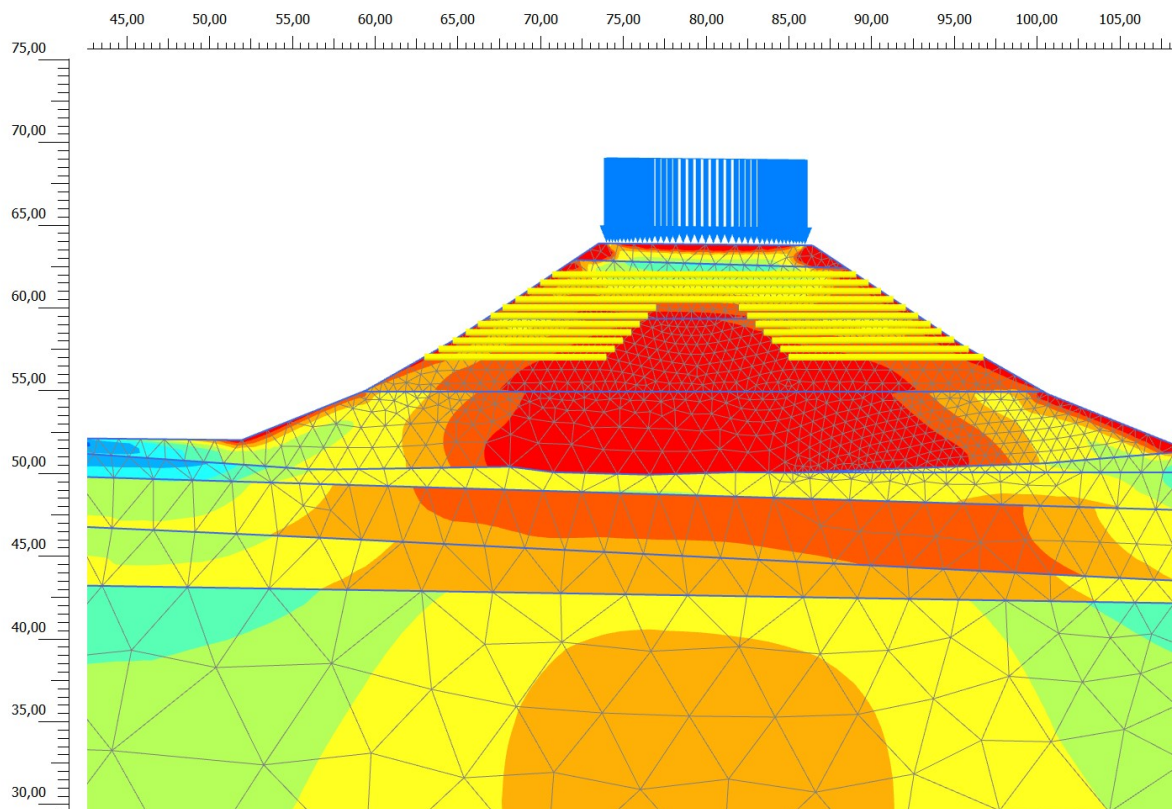
Analýza rychlosti rozptýlení pórového tlaku (konsolidace)– studie nedrénovaného prostředí (výskyt podzemní vody) – varianta 4 (úprava + rozšíření)



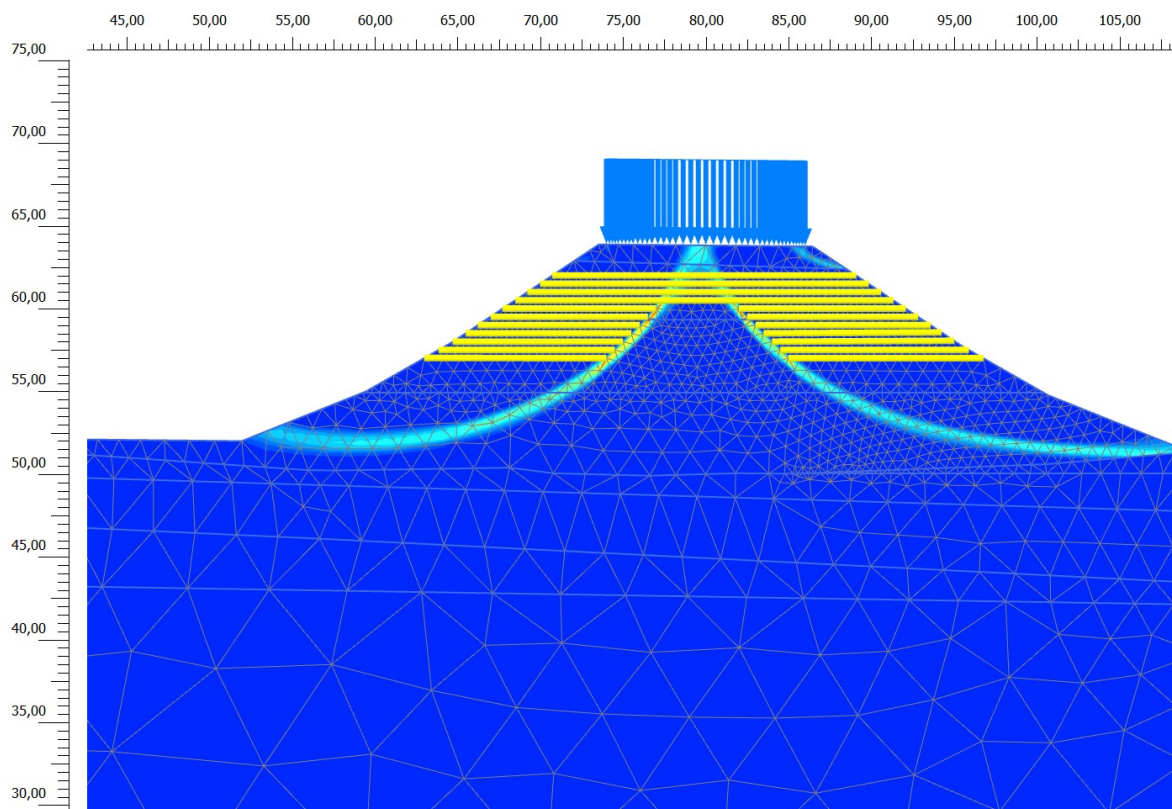
Celkové posuny - varianta 5 (vyztužení + chemická úprava)



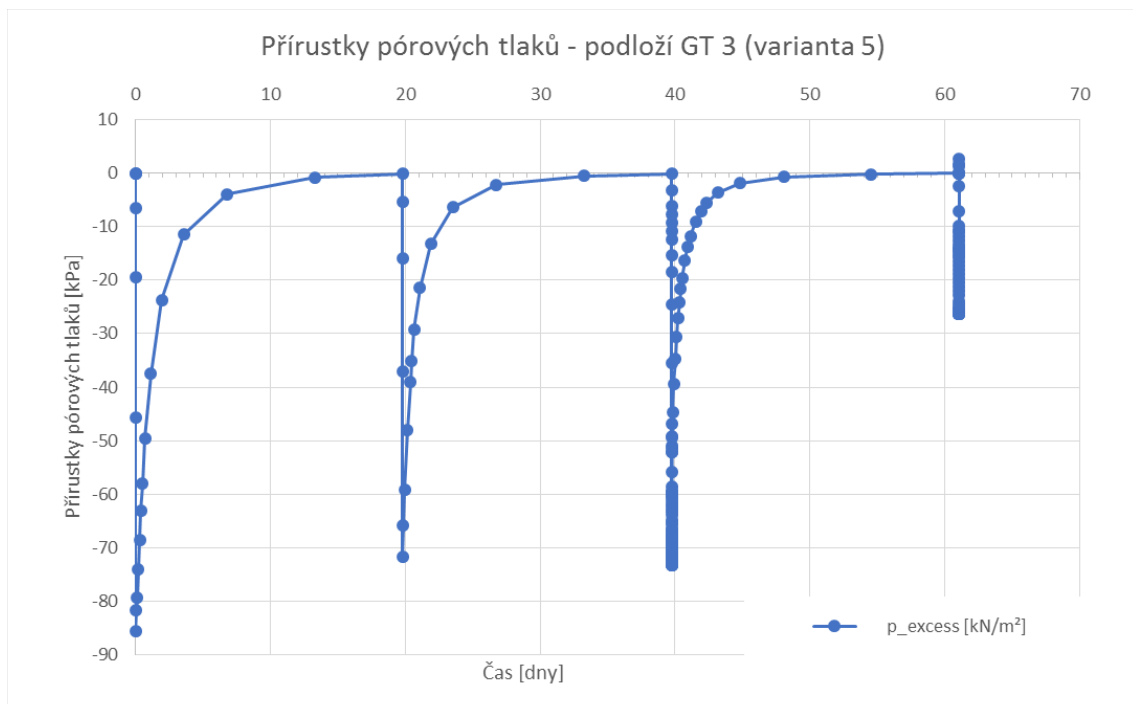
Svislé posuny (sedání) - varianta 5 (vyztužení + chemická úprava)



Čerpání pevnosti - varianta 5 (vyztužení + chemická úprava)



Kritická smyková plocha, $M_{sf} = 1,85$ varianta 5 (vyztužení + chemická úprava)



Analýza rychlosti rozptýlení pórového tlaku (konsolidace)– studie nedrénovaného prostředí (výskyt podzemní vody) – varianta 5 (vyztužení + úprava)

**II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího
násypového tělesa**

Závěrečná zpráva geotechnického posouzení

P ř í l o h a č. 4

**Laboratorní protokoly - fyzikálně mechanické parametry
zemín a hornin**

TABELÁRNÍ PŘEHLED VÝSLEDKŮ - FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI ZEMIN

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|-----------|----------|
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka | | | | | | | List č. : | 1 |
| Číslo zakázky : | Z 519002 | | | | | | | Datum : | 4.1.2019 |
| Lab. číslo | ZA - | 48825 | | | | | | | |
| Sonda | | KS1+KS2+ KS3 | | | | | | | |
| Hloubka | [m] | 1,0-4,0 | | | | | | | |
| Druh vz. | | TV | | | | | | | |
| W _n | [%] | 41,30 | | | | | | | |
| W _L | [%] | 65 | | | | | | | |
| W _p | [%] | 32 | | | | | | | |
| I _p | [%] | 34 | | | | | | | |
| I _c | | 0,71 | | | | | | | |
| ρ _n | [Mg/m ³] | | | | | | | | |
| ρ _d | [Mg/m ³] | | | | | | | | |
| ρ _s | [Mg/m ³] | 2,60 | | | | | | | |
| n | [%] | | | | | | | | |
| Sr | | | | | | | | | |
| Om | [%] | | | | | | | | |
| Koeficient Z | | | | | | | | | |
| σ _c | [MPa] | | | | | | | | |
| ČSN 73 6133 | | GM | | | | | | | |
| ČSN 72 1002 | | G4 GM | | | | | | | |
| S4 | | | | | | | | | |
| ČSN 75 2410 | | | | | | | | | |
| ČSN EN ISO 14688-2 | | clGr | | | | | | | |
| Koef. filtrace | [m*s ⁻¹] | 3,30 E-8 | | | | | | | |
| Ps ρ _d max. | [Mg/m ³] | | | | | | | | |
| Ps W _{opt} | [%] | | | | | | | | |
| CBR 2,5 mm | [%] | | | | | | | | |
| CBR 5 mm | [%] | | | | | | | | |
| CBR _{sat} 2,5 mm | [%] | | | | | | | | |
| CBR _{sat} 5,0 mm | [%] | | | | | | | | |
| IBI 2,5 mm | [%] | | | | | | | | |
| IBI 5,0 mm | [%] | | | | | | | | |

Výsledky jsou uvedeny s
následujícími nejistotami:

W_n: ± 0,30%

W_L: ± 1,0%

W_p: ± 1,0%

ρ_n: ± 0,02 Mg/m³

ρ_s: ± 0,01 Mg/m³

ρ_d max: ± 0,01 Mg/m³

W_{opt}: ± 0,40%

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

Tento Tabelární přehled není součástí akreditace.

Handwritten signature

Výsledky jsou uvedeny s následujícími nejistotami:

$$\rho_{d \max}: \pm 0,01 \text{ Mg/m}^3 \quad W_{\text{opt}}: \pm 0,40\% \quad \text{CBR } 2,5 \text{ mm}: \pm 1\% \quad \text{CBR } 5,0 \text{ mm}: \pm 1\%$$

Tento Tabelární přehled není součástí akreditace.

PROTOKOL O ZKOUSCE

KOEFICIENT FILTRACE
Carman-Kozeny

| | |
|----------------------------|---|
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka |
| číslo zakázky : | Z 519002 |

| | | | |
|--------------|-------------|-------------|---------------------------|
| číslo vzorku | sonda | hloubka (m) | koeficient filtrace (m/s) |
| ZA-48825 | KS1+KS2+KS3 | 1,0-4,0 | 3,30E-08 |

Vypracoval : M. Lišková *Lišková*
Schválil : Ing. Lenka Smetanová, vedoucí laboratoře
Datum : 04.01.2019

UNIGEO[®] a.s.

Místecká 329/258, 720 00 Ostrava-Hrabová
DIČ: CZ45192260
Divize SANEKO
středisko laboratoře mechaniky zemin

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 48825

Název a adresa zákazníka : AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava
Název zakázky : Podkrušnohorská výsypka číslo zakázky : Z 519002
Datum přijetí vzorku : 19.12.2018
Zkoušená položka : zemina
Číslo vzorku : ZA - 48825
Sonda : KS1+KS2+KS3
Hloubka : 1,0-4,0 m
Popis vzorku (typ) : Technologický vzorek

Stanovení vlhkosti zemín (ČSN EN ISO 17892-1)

$$W_n = 41,3 \quad \%$$

Nejistota měření : 0,3%

Stanovení objemové hmotnosti jemnozrnných zemín (ČSN EN ISO 17892-2)

$$\rho_n = - \quad \text{Mg/m}^3$$

$$\rho_d = - \quad \text{Mg/m}^3$$

Nejistota měření : 0,02 Mg/m³

Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic zemín pomocí pyknometru (ČSN EN ISO 17892-3)

$$\rho_s = 2,60 \quad \text{Mg/m}^3$$

Nejistota měření : 0,01 Mg/m³

Stanovení konzistenčních mezí - mez plasticity (ČSN EN ISO 17892-12)

$$W_p = 32 \quad \%$$

Nejistota měření : 1%

Stanovení konzistenčních mezí - mez tekutosti (ČSN EN ISO 17892-12)

$$W_L = 65 \quad \%$$

Nejistota měření : 1%

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

Vypracoval : Š. Smolová
Schválil : Ing. Lenka Smetanová



Datum provedení zkoušky : 4.1.2019
laboratoře mechaniky zemín č. 1412





UNIGEO[®] a.s.

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 48825 - Z

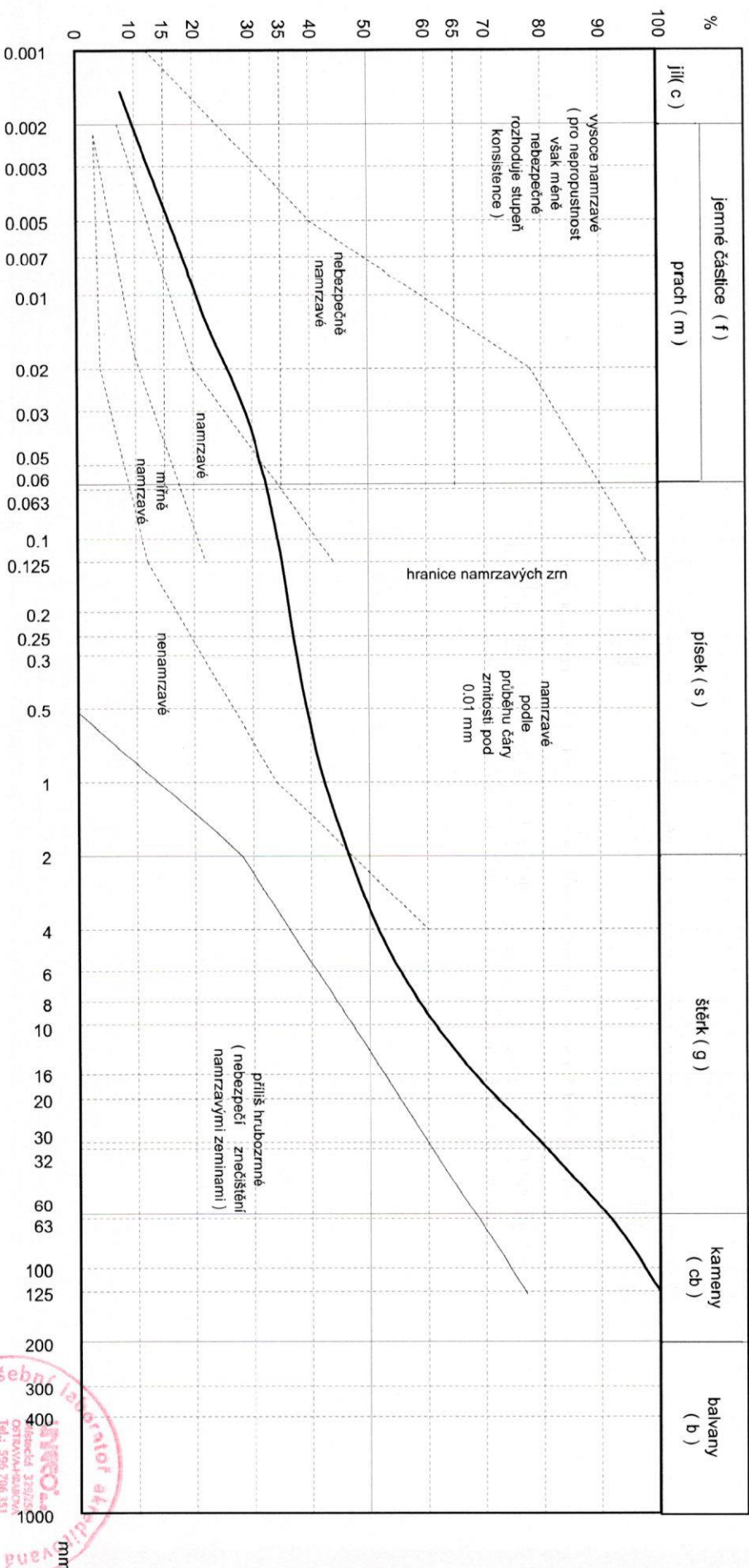
Str. č. 1 z 1

Středisko laboratorně mechaniky zemín, zkušební laboratoř č. 1412 akreditovaná
ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
Místecká 339/258 720 00 OSTRAVA - HRABOVÁ

STANOVENÍ ZRNITOSTI ZEMIN

| | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------------|----------------------|
| Metoda : | Stanovení zrnitosti zemín, (ČSN EN ISO 17892-4) | Číslo vzorku : | ZA - 48825 |
| Zkoušená položka : | zemina | Sonda : | KS1+KS2+KS3 |
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava | Hloubka : | 1,0-4,0 m |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka | Popis vzorku (typ) : | Technologický vzorek |
| Datum přijetí vzorku : | 19.12.2018 | Číslo zakázky : | Z 519002 |

| Koeficient filtrace | Cu | ČSN EN | ČSN | S4 |
|---------------------|----|---------|---------|----|
| Carman-Kozeny | | 73 6133 | 72 1002 | |
| | | GM | G4 GM | |



Nejistota měření: 1%. Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou stanoveny na základě zkušeností kvalifikovaným odhadem a jsou zahrnuty v interpretaci výsledku. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

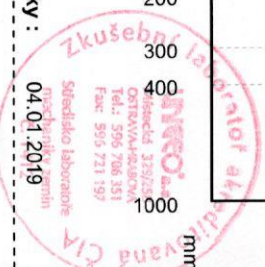
Vypracoval : M. Lišková

Schválil : Ing. Lenka Smetanová, vedoucí laboratoře

Datum provedení zkoušky :

04.01.2019

Zkušební protokol nesmí být bez písemného souhlasu laboratoře reprodukován jinak než celý. Výsledek každé uvedené zkoušky se týká pouze vzorku výše uvedeného laboratorního čísla.



**UNIGEO[®] a.s.**

Středisko laboratoře mechaniky zemín, zkušební laboratoř č. 1412
akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
Místecká 329/258
OSTRAVA - HRABOVÁ

Str. č. 1 z 1

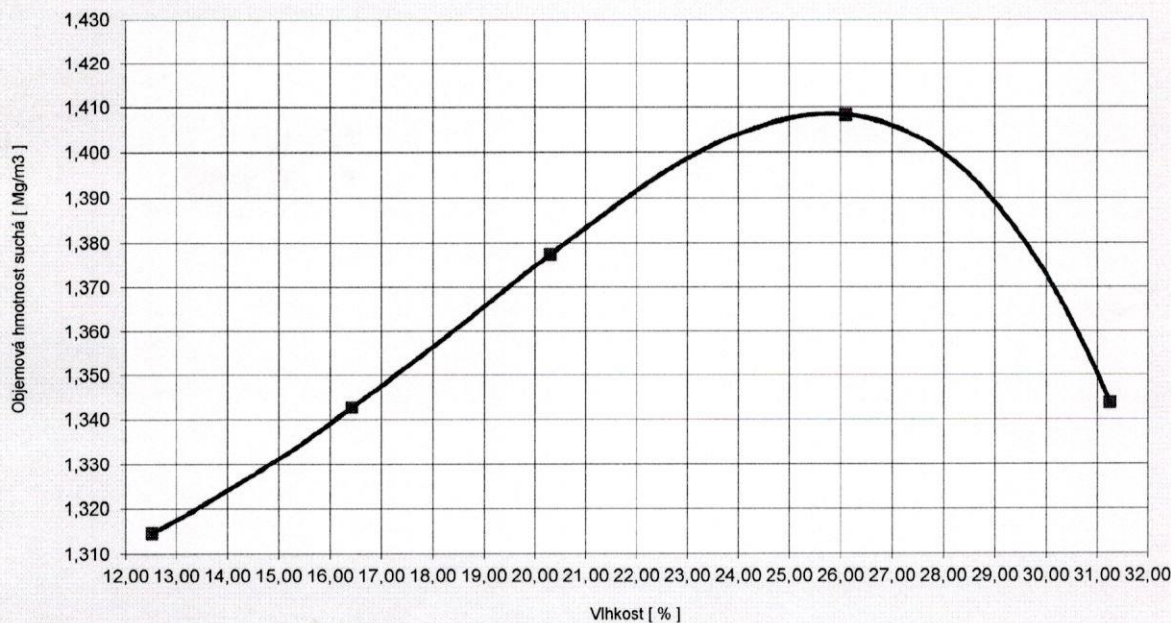
PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 48825 - P

PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ

Základní údaje o zkoušce

| | |
|----------------------------|---|
| Metoda : | Laboratorní stanovení srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti- Proctorova zkouška - ČSN EN 13286-2 |
| Zkoušená položka : | zemina |
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kofenského 1262/40 Ostrava-Vítkovice |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka číslo zakázky: Z 519002 |
| Datum přijetí vzorku : | 19.12.2019 |
| Číslo vzorku : | ZA-48825 |
| Sonda : | KS 1+KS 2+KS3 |
| Hloubka : | 1,0-4,0 m |
| Popis vzorku (typ) : | Technologický vzorek |

Přetvárné charakteristiky vzorku



| | | |
|-----------------|------|-----------------------|
| $\rho_{d \max}$ | 1,41 | [Mg/m ³] |
| w_{opt} | 25,8 | [%] |

Nejistoty měření:

 $\rho_{d \max}$: 0,01 Mg/m³, w_{opt} : 0,40%, ρ_s : 0,01 Mg/m³

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

Vypracoval :

Ing. Karel Slávik

Schválil :

Ing. Lenka Smetanová, vedoucí Střediska laboratoře mechaniky zemín

Datum zkoušky : 10.1.2019

Zkušební protokol nesmí být bez písemného souhlasu laboratoře reprodukován jinak než celý.
Výsledek každé uvedené zkoušky se týká pouze vzorku výše uvedeného laboratorního čísla.

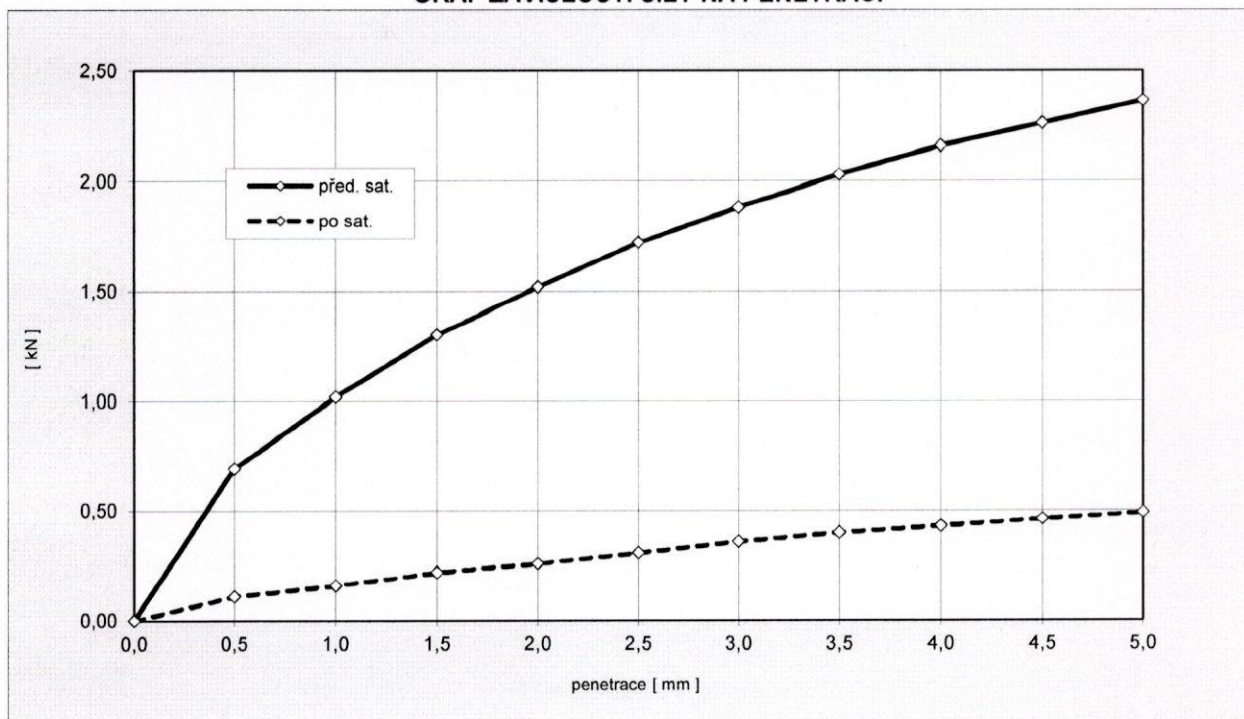


PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 48825 - C

LABORATORNÍ STANOVENÍ POMĚRU ÚNOSNOSTI ZEMIN (CBR)

Základní údaje o zkoušce

| | |
|----------------------------|--|
| Metoda : | Laboratorní stanovení poměru únosnosti (CBR) - ČSN EN 13286-47 |
| Zkoušená položka : | zemina |
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40 Ostrava-Vítkovice |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka číslo zakázky: Z 519002 |
| Datum přijetí vzorku : | 19.12.2019 |
| Číslo vzorku : | ZA-48825 |
| Sonda : | KS 1+KS 2+KS3 |
| Hloubka : | 1,0-4,0 m |
| Popis vzorku (typ) : | Technologický vzorek |

GRAF ZÁVISLOSTI SÍLY NA PENETRACI


| Penetrace v mm | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| kN před saturací | 0,00 | 0,69 | 1,02 | 1,30 | 1,52 | 1,72 | 1,88 | 2,03 | 2,16 | 2,26 | 2,36 |
| kN po saturaci | 0,00 | 0,11 | 0,16 | 0,22 | 0,26 | 0,31 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,46 | 0,49 |

Wn = 25,72 %
Wn = 30,18 %
Hodnoty po zhutnění

| | | |
|-------------|----|-------|
| CBR 2,5 mm: | 13 | [%] |
| CBR 5,0 mm: | 12 | [%] |

Hodnoty po saturaci

| | | |
|--------------|---|-------|
| CBR 2,5 mm: | 2 | [%] |
| CBR 5,0 mm : | 2 | [%] |

Nejistoty měření:

CBR 2,5 mm : 1%; CBR 5,0 mm : 1%

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

 Vypracoval : Ing. Karel Slavík
 Schválil : Ing. Lenka Smetanová, vedoucí Střediska laboratoře mechaniky zemin

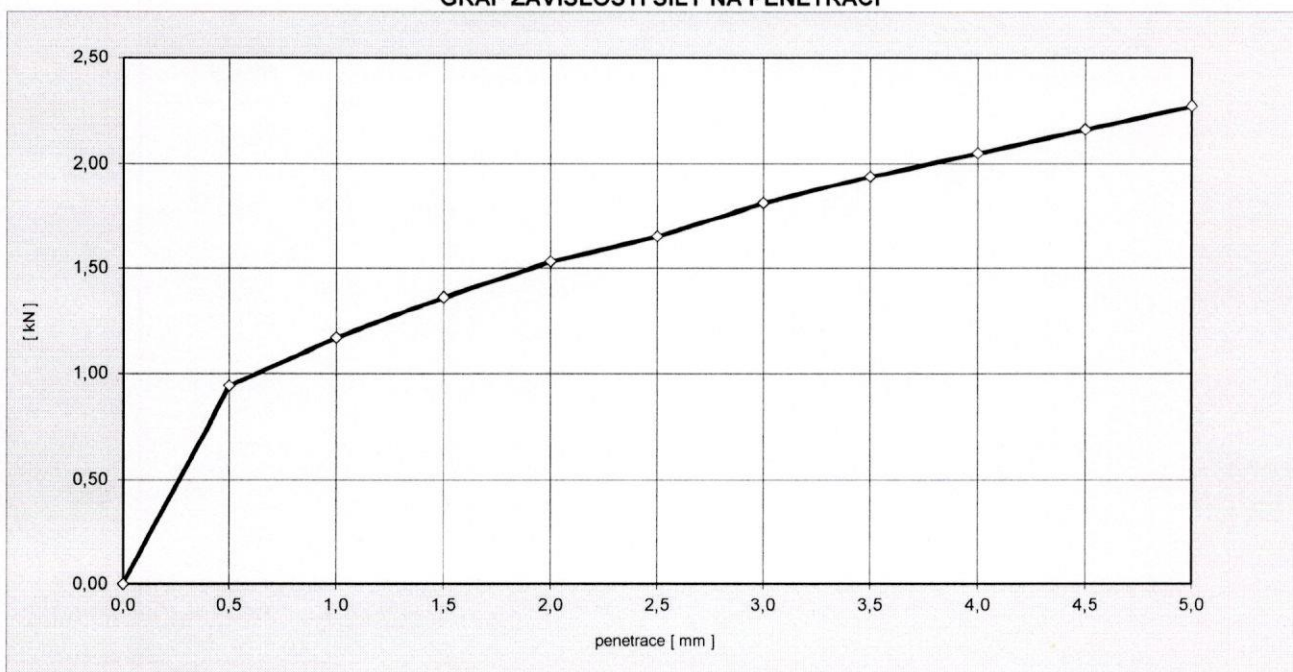
Datum provedení zkoušky

STANOVENÍ OKAMŽITÉHO POMĚRU ÚNOSNOSTI ZEMIN (IBI)

Základní údaje o zkoušce

| | |
|----------------------------|---|
| Metoda : | Laboratorní stanovení okamžitého poměru únosnosti (IBI) - ČSN EN 13286-47 |
| Zkoušená položka : | zemina |
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40 Ostrava-Vitkovice |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka číslo zakázky: Z 519002 |
| Datum přijetí vzorku : | 19.12.2019 |
| Číslo vzorku : | ZA-48825 |
| Sonda : | KS 1+KS 2+KS3 |
| Hloubka : | 1,0-4,0 m |
| Popis vzorku (typ) : | Technologický vzorek |

GRAF ZÁVISLOSTI SÍLY NA PENETRACI



| Penetrace v mm | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Síla [kN] | 0,00 | 0,94 | 1,17 | 1,36 | 1,53 | 1,65 | 1,81 | 1,94 | 2,05 | 2,16 | 2,27 |

STANOVENÍ POMĚRU ÚNOSNOSTI ZEMIN - IBI

| | | |
|--------------|----|-------|
| IBI 2,5 mm : | 13 | [%] |
| IBI 5,0 mm : | 11 | [%] |

W = 25,86 %

Nejistoty měření:

IBI 2,5 mm : 1%; IBI 5,0 mm : 1%

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

Vypracoval :

Ing. Karel Slavík

Schválil :

Ing. Lenka Smetanová, vedoucí Střediska laboratoře mechaniky zemín

Datum zkoušky :

11.1.2019

Zkušební protokol nesmí být bez písemného souhlasu laboratoře reprodukován jinak než celý.

Výsledek každé uvedené zkoušky se týká pouze vzorku výše uvedeného laboratorního čísla.



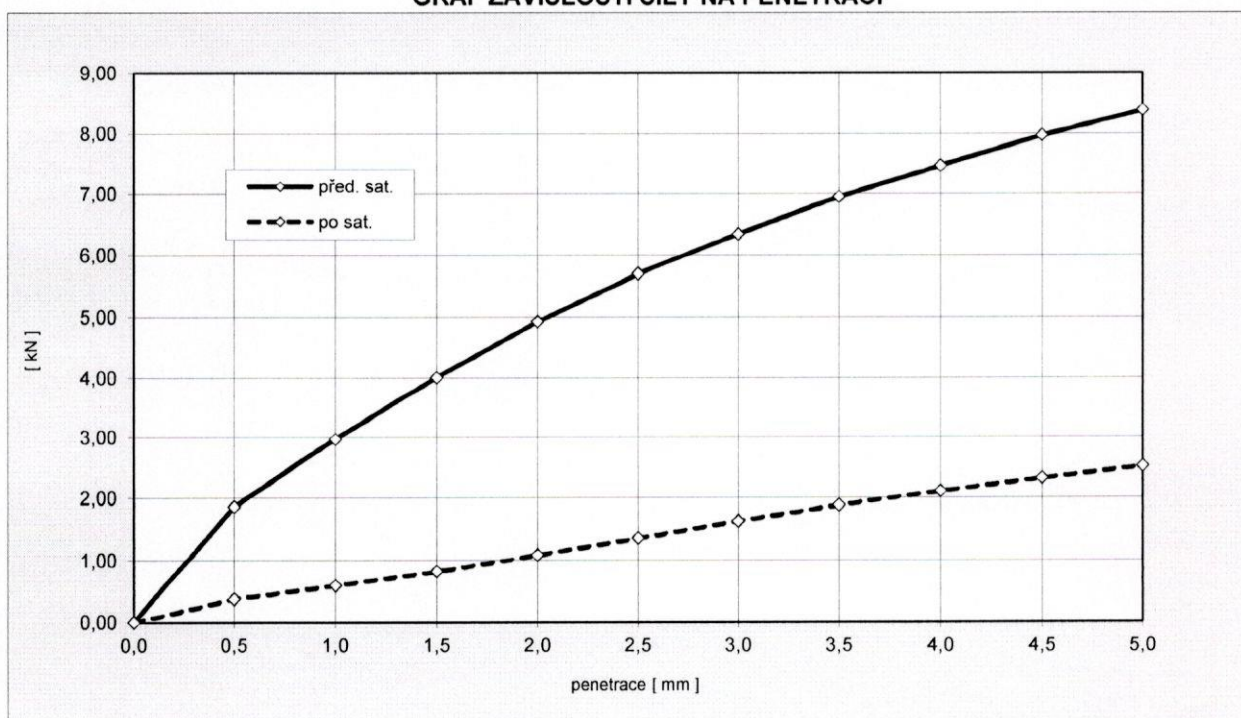
PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 48825+3% Geosolu C50 - C

LABORATORNÍ STANOVENÍ POMĚRU ÚNOSNOSTI ZEMIN (CBR)

Základní údaje o zkoušce

| | |
|----------------------------|--|
| Metoda : | Laboratorní stanovení poměru únosnosti (CBR) - ČSN EN 13286-47 |
| Zkoušená položka : | zemina |
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40 Ostrava-Vitkovice |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka číslo zakázky: Z 519002 |
| Datum přijetí vzorku : | 19.12.2018 |
| Číslo vzorku : | ZA-48825+3% Geosolu C50 |
| Sonda : | KS 1+KS 2+KS 3 |
| Hloubka : | 1,0-4,0 m |
| Popis vzorku (typ) : | Technologický vzorek |

GRAF ZÁVISLOSTI SÍLY NA PENETRACI



| Penetrace v mm | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| kN před saturací | 0,00 | 1,86 | 2,97 | 4,01 | 4,93 | 5,70 | 6,35 | 6,95 | 7,47 | 7,97 | 8,39 |
| kN po saturaci | 0,00 | 0,37 | 0,59 | 0,82 | 1,09 | 1,36 | 1,63 | 1,88 | 2,11 | 2,32 | 2,51 |

Wn = 27,32 %
Wn = 32,18 %

Hodnoty po zhutnění

CBR 2,5 mm: 43 [%]
CBR 5,0 mm: 42 [%]

Hodnoty po saturaci

CBR 2,5 mm: 10 [%]
CBR 5,0 mm : 13 [%]

Nejistoty měření:

CBR 2,5 mm : 1%; CBR 5,0 mm : 1%

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogenity vzorku.

 Vypracoval : Ing. Karel Slavík
 Schválil : Ing. Lenka Smetanová, vedoucí Střediska laboratoře mechaniky zemín

Datum provedení zkoušky: 15.1.2019

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 48825+3% Geosolu C50 - P

PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ

Základní údaje o zkoušce

| | |
|----------------------------|---|
| Metoda : | Laboratorní stanovení srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti- Proctorova zkouška - ČSN EN 13286-2 |
| Zkoušená položka : | zemina |
| Název a adresa zákazníka : | AZ GEO s.r.o., Kořenského 1262/40 Ostrava-Vítkovice |
| Název zakázky : | Podkrušnohorská výsypka číslo zakázky: Z 519002 |
| Datum přijetí vzorku : | 19.12.2018 |
| Číslo vzorku : | ZA-48825+3% Geosolu C50 |
| Sonda : | KS 1+KS 2+KS 3 |
| Hloubka : | 1,0-4,0 m |
| Popis vzorku (typ) : | Technologický vzorek |

Přetvárné charakteristiky vzorku



| | | |
|------------------|-------------|-----------------------|
| $\rho_{d \max.}$ | 1,38 | [Mg/m ³] |
| $w_{opt.}$ | 27,3 | [%] |

Nejistoty měření:

$\rho_{dmax.}$: 0,01 Mg/m³, $w_{opt.}$: 0,40%, ρ_s : 0,01 Mg/m³

Uvedené rozšířené standardní nejistoty jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí asi 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy odběru a nehomogeneity vzorku.

Vypracoval :

Ing. Karel Slavík

Schválil :

Ing. Lenka Smetanová, vedoucí Střediska laboratoře mechaniky zemín

Datum zkoušky : 5.1.2019

Zkušební protokol nesmí být bez písemného souhlasu laboratoře reprodukován jinak než celý.
Výsledek každé uvedené zkoušky se týká pouze vzorku výše uvedeného laboratorního čísla.



**II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího
násypového tělesa**

Závěrečná zpráva geotechnického posouzení

P ř í l o h a č. 5


Protokol geodetických prací

GEODETICKÝ PROTOKOL



Název zakázky: II/210 Napojení PKV – Posouzení budoucího násypového tělesa
Geodetické práce: Geodetické zaměření sond KS1, KS2, KS3
Lokalita: Česká republika, Karlovarský kraj, Sokolov, Podkrušnohorská výsypka
Katastrální území: 629898 Horní Nivy
Objednatel: AZ GEO, s.r.o., Kořenského 1262/40, 703 00 Ostrava-Vítkovice
Zhotovitel: Valbek, spol. s r.o., Vaňurova 505/17, 460 07 Liberec 3
Datum zaměření: 23. 1. 2019
Použité přístroje: Leica GS18T, výrobní číslo: 3601624, Leica CS20, výrobní číslo: 2428522, Leica TS16, výrobní číslo: 3012973
Souřadnicový systém: S-JTSK
Výškový systém: Bpv.
Metoda zaměření: GNSS RTK, síť CZEPOS, služby VRS3-IMAX-CG.
Přesnost zaměření: Přesnost geodetického zaměření charakterizuje střední chyba v poloze $m_p=0,05m$ a ve výšce $m_h=0,05m$.
Popis lokality: Přehledný terén s plošnou výsadbou sazenic dřevin.
Popis prací: Geodetické zaměření průzkumných sond KS1, KS2, KS3.

| Seznam souřadnic zaměřených průzkumných sond | | | | |
|--|-----------|------------|----------------|--------------|
| Označení sond | Y /m/ | X /m/ | H /m/ terén | Poznámka |
| KS1 | 867844.99 | 1006878.65 | 601.72 | Kopaná sonda |
| KS2 | 867908.78 | 1006889.81 | 601.48 | Kopaná sonda |
| KS3 | 867880.43 | 1006935.85 | 601.47 | Kopaná sonda |

| | | |
|--|-------------------------|--|
| Ověřil | : Ing. Ladislav Jarůšek |  |
| Datum ověření | : 24. 1. 2019 | |
| Číslo ověření | : 10/2019 | |
| Kontakt na ověřovatele: tel: +420 778 403 044, e-mail: ladislav.jarusek@valbek.cz | | |
| Náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům a podmínkám písemně dohodnutým s objednatelem. | | |

**II/210 Napojení Podkrušnohorské výsypky - posouzení budoucího
násypového tělesa**

Závěrečná zpráva geotechnického posouzení

P ř í l o h a č. 6

Fotodokumentace průzkumných prací



Obr. 1 **Kopaná sonda KS-1**



Obr. 2 **Kopaná sonda KS-2**



Obr. 3 Kopaná sonda KS-3



Obr. 4 Kopaná sonda KS-2



Obr. 5 Kopaná sonda KS-3