

GEON, s. r. o.

hydrogeologie - ochrana podzemních vod - inženýrská geologie

sanace podzemních vod a horninového prostředí

posuzování vlivů na životní prostředí

664 52 Sokolnice, Na Padělkách 421

tel: 602736902

e-mail: info@geon.cz

Podrobný geotechnický průzkum

Polní cesta CHN5 v k.ú. Brzkov

Zadavatel:

Vodohospodářský atelier, s.r.o.

Růženec 54

644 00 Brno

Brno – červenec 2023

1/ Úvod

Na základě formulování zadávacích podmínek ze strany zadavatele byl objednáán GTP průzkum, kdy se jedná o podrobný průzkum v prostoru projektované polní cesty CHN5 v k.ú. Brzkov p.č. 2482, 2483 v rozsahu dle požadavku objednatele.



2/ Geologické a hydrogeologické poměry všeobecně

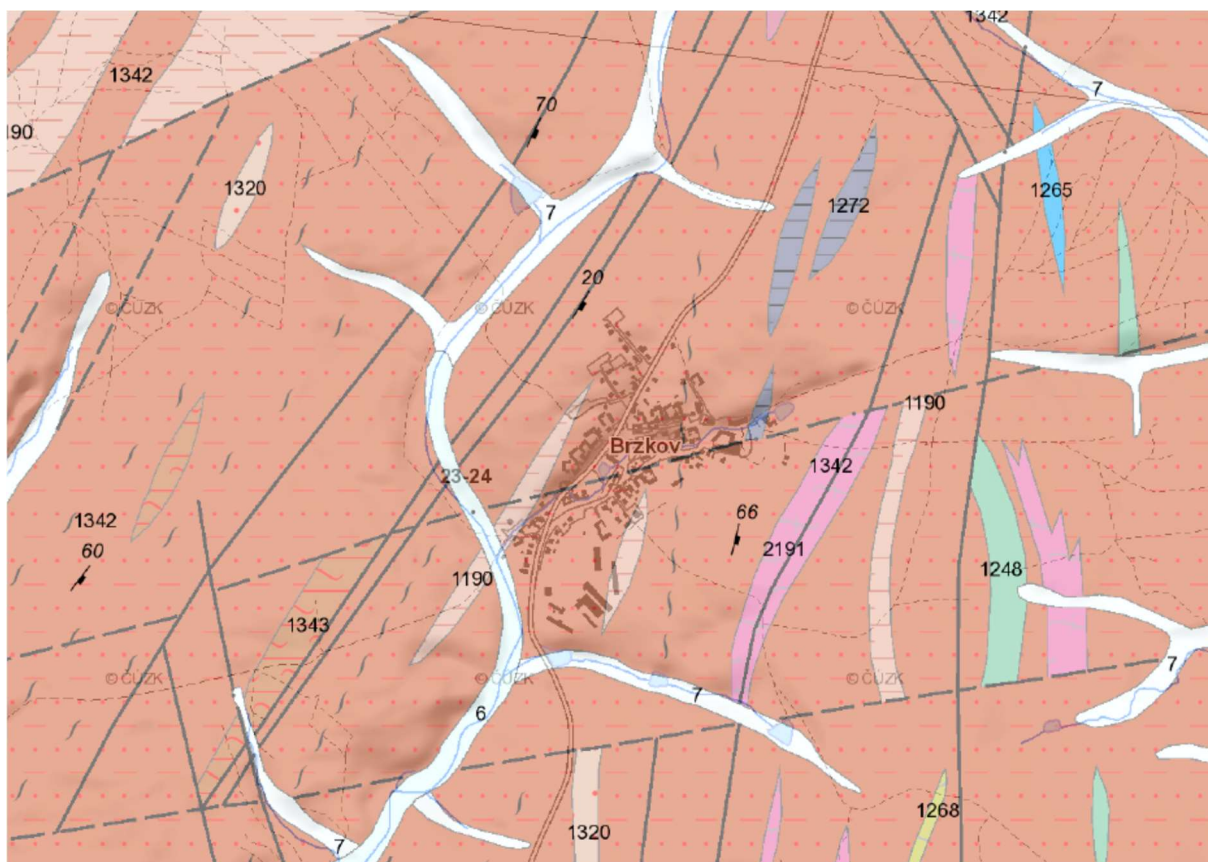
Z hlediska geomorfologického se zájmové území nachází v oblasti Českomoravské vrchoviny. Českomoravská vrchovina je v geomorfologickém smyslu parovinná planina, řídce zryhovaná mladými údolními rýhami v krajinný typ střední reliéfové energie. V obrazu říční sítě zájmové části Českomoravské vrchoviny jasně vystupují staré, dosud řekami protékané úseky údolní, jež se však střídají s mladšími částmi, s nimiž paralelně běží starší erozní údolí, dnes oživená jen nepatrnými toky. Geomorfologický charakter dílčích vrchovin v Českomoravské vrchovině je dán do značné míry odlišnou odolností hornin vůči odnosu.

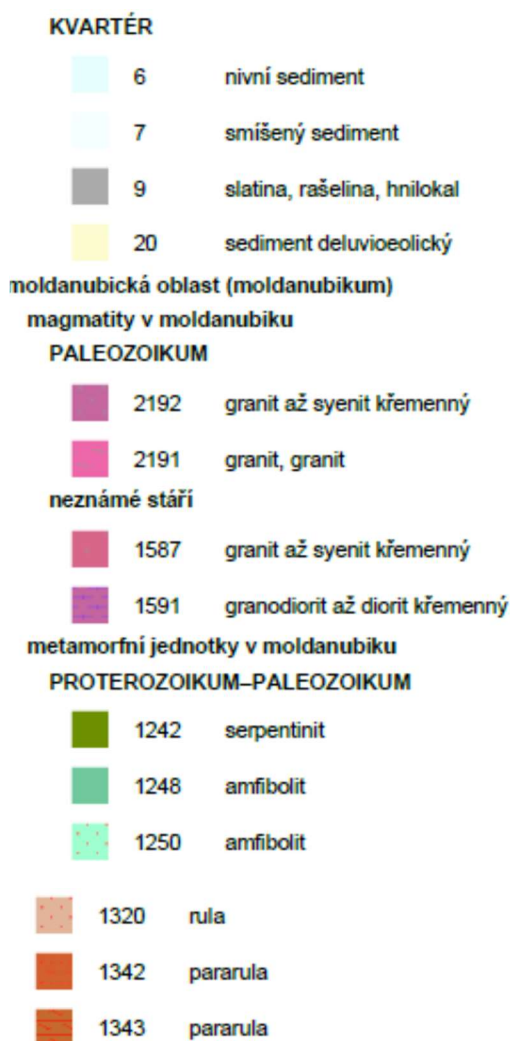
Předkvartérní podloží je budováno komplexem hornin moldanubických hornin charakteru pararul a migmatitů v různém stupni porušení. Eluvia mají charakter hlitokamenitých sutí až jílovito-písčitých hlín s úlomky matečných hornin.

S rostoucí hloubkou intenzita navětrání klesá, hornina nabývá charakteru navětralé až mírně navětralé skalní horniny. Na údolních svazích jsou rozšířeny svahové hlíny širokého zrnitostního spektra s převahou písčitých, případně jílovito-písčitých hlín. Plášť mladých kvartérních pokryvů je z genetického hlediska tvořen následujícími typy pokryvů:

- eluvii krystalických hornin
- fluviálními sedimenty
- deluviofluviálními sedimenty
- deluviálními sedimenty
- eolickými sedimenty

Na vzniku eluviálního pláště mělo hlavní podíl intenzivní mechanické zvětrávání za periglaciálního klimatu za jednotlivých fází pleistocenního zalednění. Na parovinných plošinách a mírněji ukloněných svazích proces periglaciálního zvětrávání zasahoval do větších hloubek, při čemž konfigurace terénu znesnadňovala odnos zvětralin, takže dodnes se v mírněji exponovaném terénu zpravidla zachoval mocnější zvětralinový plášť. Deluviální sedimenty jsou na lokalitě charakteru plošně omezených svahových sutí, které se na lokalitě hromadí většinou plošně ve formě osypů při patách svahů. Fluviální a prakticky deluviofluviální sedimenty se nacházejí v daném území v plošně nevýznamných údolní nivách místních vodotečí a periodicky protékaných depresí.





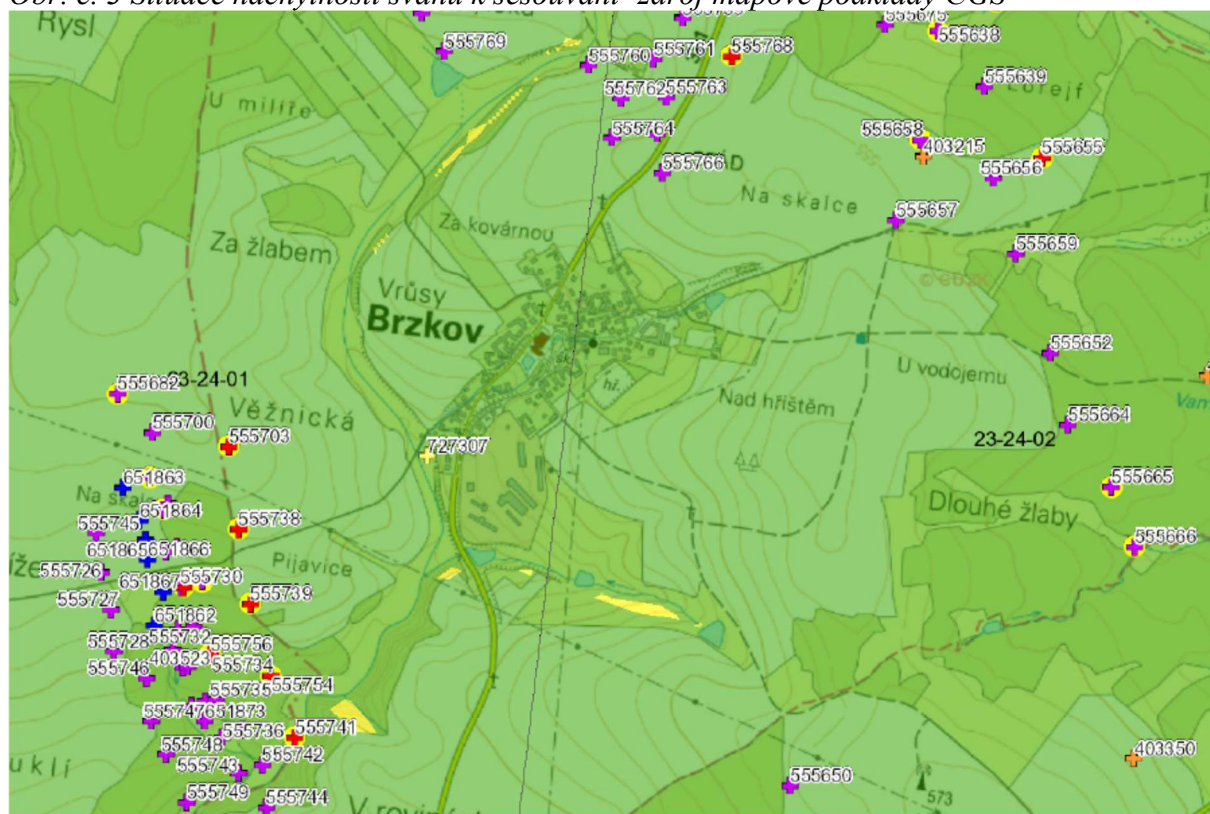
Hydrogeologická charakteristika zájmového území je dána množstvím srážek, velikostí infiltračního území, horopisnými poměry i povahou půdního krytu, v němž probíhá vsak, odtok, výpar i transpirace srážkových vod. V rámci hydrogeologické rajonizace patří zdejší území k rajonu 6520 – Krystalinikum v povodí Sázavy, stejnojmenný útavr podzemnic vod číslo 65200. Krystalické horniny moldanubika, ať již metamorfity nebo vyvřeliny, představují z hydrogeologického hlediska jeden celek obdobných vlastností. Uvedené horniny mají naprostý nedostatek prŮlin a vyznačují se puklinovou propustností.

Puklinová propustnost může být v pásnu podpovrchového rozpukání zvýrazněna prŮlinovou propustností eluvií, které se však vyznačují vyšším podílem jílovitých příměsí. Ve větších hloubkách než 10-15 metrů dochází ke svírání a tmelení puklin a na vodu lze narazit jen na tektonických poruchách. Puklinová propustnost může být v pásnu podpovrchového rozpukání zvýrazněna prŮlinovou propustností eluvií. Průběh volné hladiny podzemní vody je úzce závislý na morfologii terénu a na klimatických činitelích.

Mladší - pleistocenní - vývoj říčních toků, jež získaly po miocénu nový směr i nové spádové poměry, nezanechal vzhledem k eroznímu charakteru utváření většiny údolních úseků akumulací terasové stupně, které by měly hydrogeologický význam. Nejvydatnějšími zdroji mělkých podzemních vod s volnou hladinou bývají proto šterkopísčité uloženiny přehloubeného údolního dna řek. Po chemické stránce se převážně jedná o vody s malým obsahem rozpuštěných minerálních látek s malou tvrdostí.

Zájmové území se nachází v oblasti, které má střední predispozice ke svahovým deformacím-sesuvům a tuto skutečnost je doporučeno zohlednit při zpracování projektové dokumentace.

Obr. č. 3 Situace náchyllosti svahů k sesouvání -zdroj mapové podklady ČGS



Mapa náchyllosti svahů k sesouvání

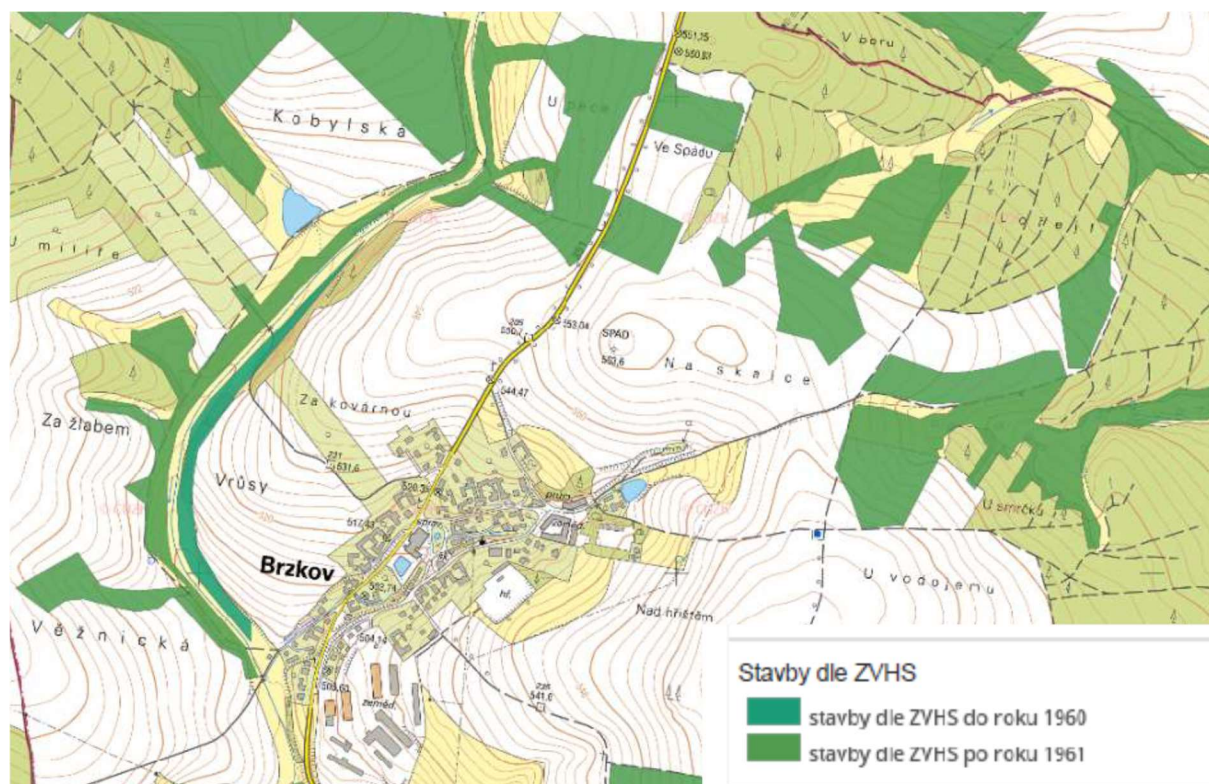
Náchyllost svahu k sesouvání

- | | |
|---|---|
| 1 | Třída nízké náchyllosti – jsou oblasti s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací v dané oblasti |
| 2 | Třída střední náchyllosti – v těchto územích nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit |

Podle hydrogeologické rajonizace se zájmové území nachází v oblasti hydrogeologického rajónu č. 3230 Středomoravské Karpaty, útvaru podzemních vod č. 32301 Středomoravské Karpaty – severní část.

Z hlediska hydrogeologického je flyšové pásmo charakteristické nedostatkem podzemní vody. Ve zvětralinách, popř. pískovcových vrstvách je podzemní voda infiltračního cyklu kalcium-bikarbonátového typu s vydatností pramenů a studní do 1 l/s. Mělký infiltrační cyklus podzemních vod je vázán na polohy zvětralin, na štěrkové výplně údolních niv a ostatní kvartérní sedimenty, psamitické polohy neogénu, buď mělce uložené, nebo s možností komunikace s povrchem, pásma zvětrávání a rozpukání flyšových hornin. Množství této podzemní vody je na různých místech širší oblasti velmi rozdílné a je závislé jak na faktorech klimatických a hydrologických, tak na faktorech hydrologických a geologických. Hlavními podmínkami je možnost infiltrace srážkových vod, propustnost a spád hladiny podzemní vody, popř. spojitost s otevřenými toky. Hydrogeologická charakteristika zájmového území je dána kromě geologických činitelů množstvím srážek, velikostí infiltračního území, horopisnými poměry i povahou půdního krytu, v němž probíhá vsak, odtok, výpar i transpirace srážkových vod. Maximální průměrné měsíční stavy hladin podzemních vod jsou zaznamenány v březnu a dubnu, minimální měsíční průměry jsou v období září-říjen. Vzájemné změny v poměru srážek, odtoku a výparu v jednotlivých infiltračních oblastech, podmíněné teplotami, geologickými i geomorfologickými poměry, propustností půd i hornin mají význam pro míru přírodního doplňování podzemních vod. Jak vyplývá z dostupných podkladů v posuzovaném území se vyskytují původní meliorační systémy v současnosti již pravděpodobně částečně nefunkční.

Obr. č. 4 meliorační systémy – zdroj ISMS

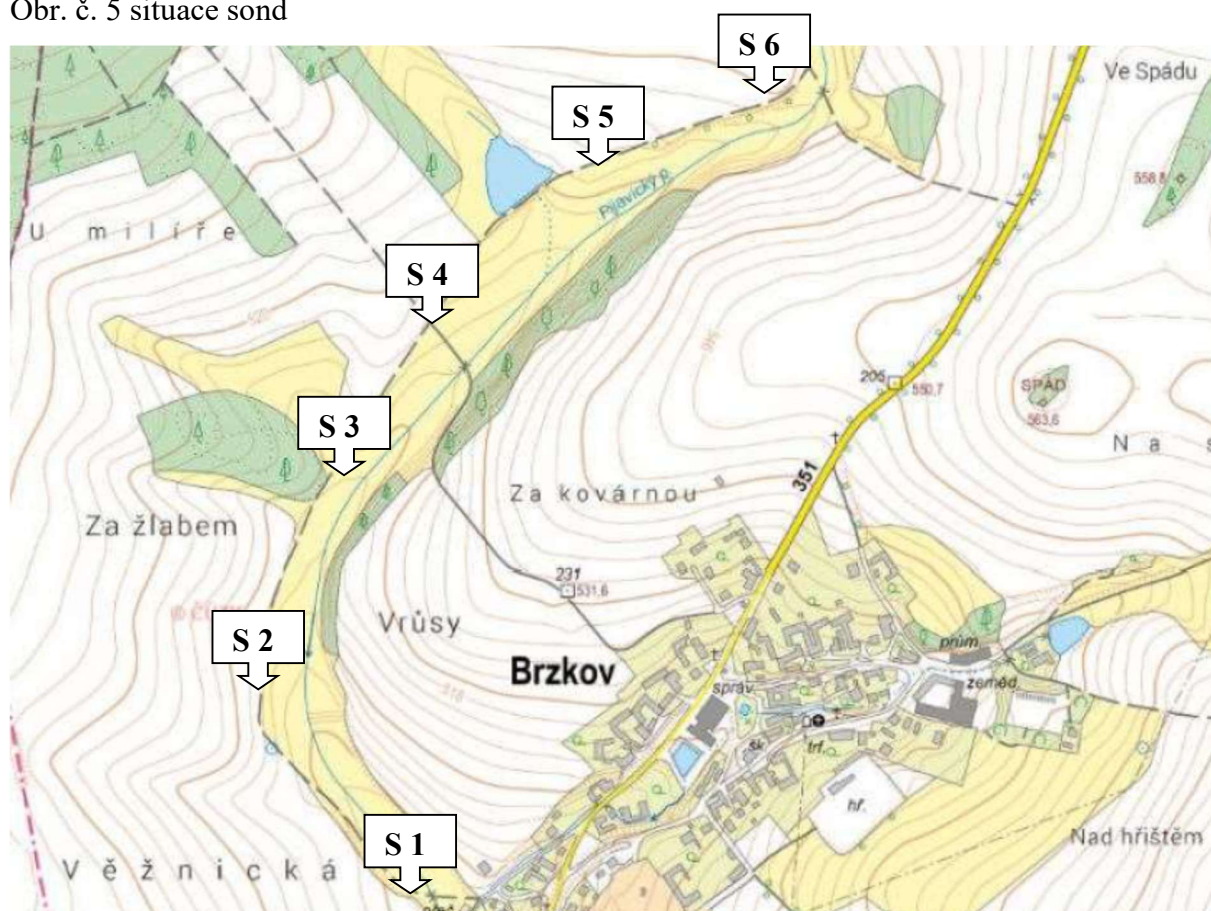


4/ Výsledky průzkumných prací v prostoru projektované komunikace pod označením CHN5

Umístění jednotlivých sond na lokalitě bylo provedeno na základě dosavadních znalostí o území, rekognoskaci terénu a v návaznosti na technické řešení vlastní realizace. Sondážní práce byly provedeny mobilní vrtnou soupravou Eijjellkamp v průběhu měsíce července 2023. Jako vrtná technologie bylo použito jádrové vrtání na sucho, při použitém vrtném průměru 75 mm do konečné hloubky jednotlivých vrtů. Uvedená vrtná technologie byla použita z důvodu možnosti reprezentativního odběru vzorků zemin z jednotlivých hloubkových horizontů a dále možnosti indikace i nepatrného přítoku podzemních vod při možnosti hloubení v relativně nestabilním podloží.

V průběhu sondážních prací byl proveden odběr dokumentačních vzorků zemin a poloporušených a technologických vzorků zemin určených pro laboratorní analýzy, kdy sondážním pracím byl přítomen geolog. V rámci sondážních prací byly provedeny polní zkoušky, které měly za úkol provést porovnávací charakteristiku základových půd a podat první mechanicko-fyzikální charakteristiky.

Obr. č. 5 situace sond



Profily sond

S 1

m p.t.

0,0-0,3 nezpevněná polní cesta-humózní horizont promísený navážkami-výrazné eroze,
0,3-1,5 jílovito-písčité a písčité hlíny se šterky CS-MS

Bez. vody

S 2

m p.t.

0,0-0,3 nezpevněná polní cesta-humózní horizont promísený navážkami-výrazné eroze,
0,3-1,5 jílovito-písčité a písčité hlíny se šterky CS-MS-MG, svrchní horizont rozbředlý
Vývěr vod - pravděpodobně meliorace

S 3

m p.t.

0,0-0,4 nezpevněná polní cesta-humózní horizont promísený navážkami-výrazné eroze,
0,4-1,5 jílovito-písčité a písčité hlíny se šterky CS-MS

Bez. vody

S 4

m p.t.

0,0-0,4 nezpevněná polní cesta-humózní horizont promísený navážkami-výrazné eroze,
0,4-1,5 jílovito-písčité a písčité hlíny se šterky CS-MS

Bez. vody

S 5

m p.t.

0,0-0,3 nezpevněná polní cesta-humózní horizont promísený navážkami-výrazné eroze,
0,3-1,5 jílovito-písčité a písčité hlíny se šterky CS-MS-MG, svrchní horizont rozbředlý
Vývěr vod - pravděpodobně meliorace

S 6

m p.t.

0,0-0,3 nezpevněná polní cesta-humózní horizont promísený navážkami-výrazné eroze,
0,3-1,5 jílovito-písčité a písčité hlíny se šterky CS-MS

Bez. vody

V případě zemin třídy CS-MS se z hlediska namrzavosti se jedná o zeminy nebezpečně namrzavé až namrzavé, málo až mírně propustné. Na základě normy ČSN 73 6133 se zeminy svrchního horizontu řadí v případě obsahu jemných částic (35- 65%) do skupiny zemin podmíněčně vhodných do podloží aktivní zóny vozovky a dále podmíněčně vhodných do násypu.

Závěrečné vyhodnocení výsledků průzkumných prací včetně závěrů a doporučení –komunikace

Jednotlivé posuzované úseky se převážně nacházejí v místě trasách stávajících polních cest, jejichž konstrukce jsou o proměnlivé kvalitě a mocnosti (místa s výraznými projevy erozí) převážně s vyšším podílem organické složky. V trase jsou směrem po spádu terénu do přílehlé údolní nivy identifikovány vývěry podzemních (podpovrchových vod) – pravděpodobně v souvislosti s původním melioračním systémem–**zastižené průběhy meliorací je nutné v průběhu výstavby zabezpečit tak aby byly bezpečně vyústěny a neohrožovaly stabilitu komunikace případně nedošlo k inicializaci svahových deformací v místě zářezů, případně jiných terénních úprav.** Svrchní horizonty přecházejí v neostrém přechodu v podložní soudržné hlinito-písčité zeminy o převážně pevné konzistenci s proměnlivou příměsí štěrků kdy se jedná ve smyslu ČSN 73 6133 o zeminy třídy MI-CS-MS-MG

Tab. č. 1 Fyzikální a indexové vlastnosti vzorků zemin

označení	Hloubka (m p.t.)	Třída a symbol ČSN 73 6133	w (%)	w _L (%)	w _P (%)	I _P	I _c
S 1	0,8	F4 CS	14,8	37	24	12	1,77
S 5	0,8	F5 MI	22,6	40	26	15	1,21

Posuzované úseky se nacházejí převážně v trase stávajících nezpevněných polních komunikací, případně stávajících zemědělských pozemků o mocnosti svrchního horizontu humózní složky, místy promísené navážkami v rozmezí cca 0,2-0,3 m. Svrchní horizont přechází v neostrém přechodu v soudržné jílovito-písčité zeminy ve smyslu ČSN 73 6133 třídy CI-MI-CS a hlinito-písčité zeminy se štěrky až štěrkovité hlíny až zahliněné štěrky třídy ve smyslu ČSN 73 6133 třídy MS-MG-GM. Na základě normy ČSN 73 6133 se zeminy svrchního horizontu v případě obsahu jemných částic (> 65%) řadí do skupiny zemin nevhodných do podloží aktivní zóny vozovky a dále nevhodné do násypu, v případě obsahu jemných částic (35- 65%) do skupiny zemin podmíněčně vhodných do podloží aktivní zóny vozovky a dále podmíněčně vhodných do násypu

geotechnické charakteristiky dle tab. B.1 ČSN 72 1002 (orientačně neplatná norma):

obsah jemných částic f nad 65 %

Parametry zhutnění podle Proctor Standard:

max. objemová hmotnost $\rho_{d \max}$ 1550-1900 kg.m⁻³

optimální vlhkost w_{opt.} 12-35 %

Poměr únosnosti CBR

optimální vlhkost w_{opt.} 2-20 %

95 % saturace vodou 0-4 %

geotechnické charakteristiky dle tab. B.1 ČSN 72 1002 (orientačně neplatná norma):

obsah jemných částic	f	35- 65	%
----------------------	---	--------	---

Parametry zhutnění podle Proctor Standard:

max. objemová hmotnost	$\rho_{d \max}$	1550-2100	kg.m ⁻³
------------------------	-----------------	-----------	--------------------

optimální vlhkost	$w_{opt.}$	8-25	%
-------------------	------------	------	---

Poměr únosnosti CBR

optimální vlhkost $w_{opt.}$		8-60	%
------------------------------	--	------	---

95 % saturace vodou		4-40	%
---------------------	--	------	---

Předpokládaný modul přetvárnosti E_{def2} neupravené pláně pod stávajícími povrchy komunikací, se bude pohybovat v rozmezí cca 10-20 MPa, v prostoru nově navržených komunikací může předpokládaný modul přetvárnosti E_{def2} za stávající přirozené vlhkosti zemin v podloží reálně dosáhnout hodnoty maximálně 5 až 10 MPa, v případě dosažení optimální vlhkosti podložních zemin pak v rozmezí 20-30 MPa - nutno ověřit zkouškami při odkrytí pláně, **hodnoty modulu přetvárnosti budou zásadně ovlivněny aktuálními klimatickými poměry.**

Z hlediska úpravy zemin pod **podloží komunikace** je v případě výskytu soudržných zemin doporučena úprava podloží vozovky například formou stabilizace těchto zemin vápenným hydrátem v množství cca 2 - 5 % o tloušťce úpravy aktivního podloží o mocnosti cca 0,3 až 0,5 m (nutno ověřit technologickými zkouškami při odkrytí pláně), případně stabilizace jinou zeminou.

V případě požadavku na úpravu podloží komunikací v případě výskytu poloh navážek, případně polohy s vyšším podíl organické složky je nutná výměna zemin v podloží komunikací dobře hutnitelnými materiály.

V případě použití místních zemin **do násypů pro terénní úpravy** je nutno dodržet tyto zásady :

- zabránit rozbřednutí těchto zemin srážkovou vodou před zhutněním
- dosáhnout včasného zhutnění na předepsanou objemovou hmotnost při dodržení vlhkosti blízké vlhkosti optimální
- při vlhkosti vyšší než vlhkosti $w_{opt} + 2$ % je nutno docílit nižší vlhkosti buď časovou prodlevou nebo úpravou vlhkosti vápnem
- hutnit zeminu po vrstvách o maximální mocnosti 0,3 m minimálně na 95 % PS

Při použití odtěžených zemin **do násypů pod komunikace** je nutná úprava případně stabilizace těchto zemin. Jako možná varianta je stabilizace

- jinou zeminou
- hydraulickými pojivy

Zeminy v nichž budou prováděny zemní práce, jsou zařazeny dle požadavků dle ČSN 73 6133 do třídy těžitelnosti I. dle ČSN 733055 převážně do 3. třídy těžitelnosti. Zemina dna výkopů kopaných v zimních podmínkách se musí chránit před zamrznutím ponecháním vrstvy na pozdější dokopávku anebo krytím ochrannými materiály.

Vzhledem k charakteru zemin a výskytu násypů na lokalitě, je nutno provádět pažení vždy u základových jam a rýh hlubších jak 1,3 m p.t. případně při výskytu nesoudržných zemin a v blízkosti vozovky od 0,7 metru p.t. V případě výskytu nesoudržných zemin je nutno použít pažení plné. Strojně vyhloubené krátkodobé rýhy, zářezy a jámy se strmými svahy do kterých nebudou pracovníci vstupovat se mohou nechat nezapažené. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit.

Zához rýh lze provést zeminou vytěženou při hloubení rýh. Bude se zasypávat po 0.3m a na tuto výšku je nutné provádět hutnění. **Sklony stěn dočasných svahů** je možno volit v poměru **1 : 0,25**, při výskytu písčitých zemin v poměru až **1 : 0,5**.

Sklony trvalých svahů do hloubky cca 2 m p.t. je možno navrhovat v poměru **1 : 2**. Okraje nepažených výkopů je nutné nezatěžovat výkopkem, stavebními stroji, automobily atd., jinak je třeba také pažit.

Vlastnosti horninového prostředí z hlediska možnosti likvidace dešťových vod vsakem do horninového prostředí

Z hlediska propustnosti horninového prostředí, lze v případě svrchního horizontu zemin konstatovat, se jedná o materiály minimálně propustné ($k_f = n \cdot 10^{-7} - 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$), kdy koeficient vsaku k_v svrchního horizontu nesaturované zóny horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu $k_v = 5 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$

Jako možná varianta je možnost použití kombinace povrchových vsaků – tj. formou travnatých průlehů, případně jinými terénními úpravami v daném prostoru v kombinaci s vhodným osázením, které umožní zachytit přívalové vody v souladu s ČSN 759010 a TNV 759011 a jejich postupné zasakování do svrchních horizontů. Výška hladiny v povrchových retencích by neměla přesáhnout cca 0,3 m, kdy svahy průlehu budou ve sklonu 1:2,5. Povrch průlehu je opatřen vrstvou dobře propustné humózní zeminy a je zatravněn. Travní drn zajišťuje zachycení a postupnou biodegradaci případných znečišťujících látek (zejména NEL), obsažených v dešťových vodách z přilehlé komunikace. Průleh je snadno udržovatelný a kontrolovatelný, zabraňuje zanášení zasakovacích prvků.

Vypracoval: Ing. Albert Kmet'