

Dr. Vylita

AGUAS CF, s.r.o.

Geologické a balneotechnické práce



www.geologie-vylita.cz

zapsáno u KS v Plzni, oddíl C, vl. 19548

Pražská silnice 841/43,

360 01 Karlovy Vary

TF (0020) 353 226776, 777 749740

znalství v oboru těžba (hydrogeologie), vodní

hospodářství (znečištění podzemních vod)

e-mail: info@geologie-vylita.cz

GEOLOGICKÝ POSUDEK

Inženýrsko-geologické a hydrogeologické poměry

pro potřeby výstavby cyklostezky

lokalita Všeborovice

(p.p.č. 331/1, 433 v k.ú. Všeborovice a další pozemky)

OP IIA PLZ Karlovy Vary

Č.ú. 2025/10 A

Karlovy Vary, únor 2025

1. Úvod

Na základě objednávky Krajského úřadu Karlovarského kraje, zastoupené Ing. Květou Hryszovou, ze dne 26.01. 2025, předkládáme posudek geologických poměrů v lokalitě Dalovice - Všeborovice pro potřeby výstavby cyklostezky.

Cílem posudkových prací bylo získání prvotních a orientačních podkladů pro posouzení základových poměrů a geotechnických parametrů potenciální základové půdy a posouzení hydrogeologických poměrů.

Práce byly provedeny výhradně ve formě rešerše archivních podkladů včetně mapových, a zběžných terénních rekognoskací spojených s měřeními a dokumentací geologických prvků, tedy bez technických prací odkryvných.

2. Fyzicko-geografické poměry zájmového území

Zájmové území posudku se nachází na levém břehu Ohře a v úpatí přilehlých svahů se sklony k Ohři; náleží z geomorfologického hlediska Krušnohorské oblasti, celku Sokolovská pánev, okrsku Chodovská pánev, blíže kontaktu s celky Slavkovského lesa a Doupovských hor. Náleží neoidní intraplatformní riftové struktuře - tzv. oherskému příkopu. Především v oligocénu a miocénu docházelo v této oblasti k mohutné sedimentaci a v blízkém okolí i k intenzivní vulkanické činnosti.

Území se nachází v dílčím povodí Ohře č.h.p. 1-13-02-0400; místní erozivní bázi tvoří řeka Ohře (cca 365 m n.m.). Nadmořská výška zkoumaného území se pohybuje mezi cca 366 a 380 m n.m. Reliéf terénu je svažité se sklonem generelně k J, ke korytu Ohře; jeho bližší i širší okolí je poměrně členité. Stávající konfigurace terénu zájmového území a přilehlého okolí je do velké míry přirozená; na morfologii terénu se zde výrazně projevila hlavně erozní činnost řeky Ohře - jedná se o starý nárazový břeh. Mikrorelief je mírně pozměněn staršími a zejména novějšími antropogenními zásahy v rámci budování místních komunikací, obytných objektů a úprav okolních pozemků. Území leží v záplavovém území Ohře. Bezprostřední okolí budoucí stezky není v tomto úseku zastavěno.

Klimatologicky náleží území mírně chladné oblasti, s průměrnou roční teplotou vzduchu cca 7°C. Zámrazná hloubka půdy dosahuje cca 0,9 m p.t.

Posuzovaná lokalita se nachází v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Karlovy Vary IIA ve smyslu dle zákona č. 164/2001 Sb. a usnesení vlády č. 257/1966 Sb., č. 214/1971 Sb., č. 146/1974 Sb., č. 127/1976 Sb. a č. 27/1982 Sb. Území není poddolované, není v něm vyhlášena ložisková ochrana.

3. Dosavadní prozkoumanost území

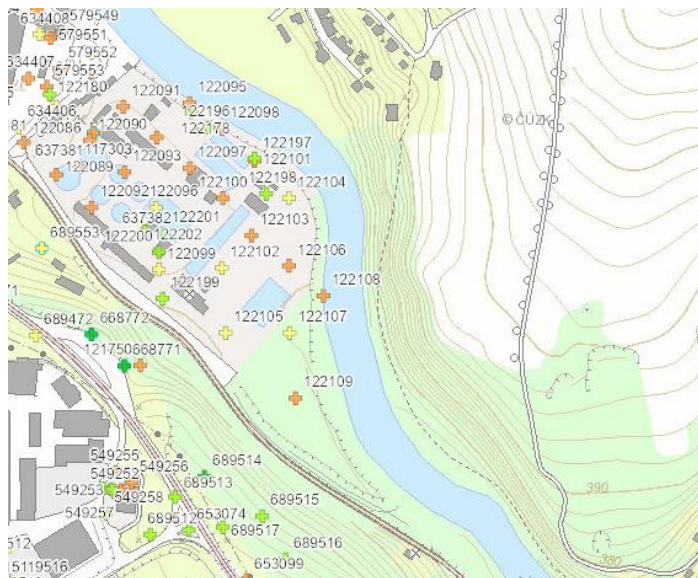
Samotné zájmové území nebylo v minulosti detailně geologicky zkoumáno, v blízkosti však byly realizovány průzkumné práce. Pro potřeby posudku byly využity zejména práce:

- Základové a stabilitní poměry na p.p.č. 47/14, 47/15, 47/22 v k.ú. Všeborovice – inženýrsko-geologický posudek (Kořán V., 2014)
- Hydrogeologický posudek k projektové dokumentaci (DUR) stavby „Všeborovice – p.p.č. 327/2 a p.p.č. 329/2“, inženýrské sítě a návrh dělení pozemků“, k.ú. Všeborovice (Vylita T., 2011)

- Závěrečná zpráva HG dozorových prací Všebořovice – vrty pro získání energie z horninového prostředí na p.p.č. 151/2 v k.ú. Všebořovice (Vylita T., 2010).

Vrtná prozkoumanost lokality a jejího okolí je uvedena v mapě na Obr. 1.

Obr. 1 Vrtná prozkoumanost lokality (ČGS, 2025)



4. Provedené posudkové práce

V rámci posudku nebyly prováděny odkryvné práce technické. Zhodnocení lokality bylo založeno na terénních geologických rekognoscích a excerpci archivních dat.

5. Geologicko-petrografické poměry lokality

Z regionálně geologického hlediska je zájmové území součástí terciární sokolovské pánve blíže jejímu tektonicky založenému styku se severozápadními svahy Slavkovského lesa.

Skalní podloží a četné přirozené i umělé skalní výchozy ve zkoumané lokalitě tvoří horniny paleozoického krušnohorského plutonu, zastoupené zde biotitickými granity až granodiority, primárně i sekundárně postiženými. Na nich jsou uloženy kvartérní sedimenty typu svahových hlin a eolických uloženin s proměnlivým obsahem úlomků, kamenů až balvanů granitů a v okolí i starosedelských křemenců. V prostoru aluviální nivy Ohře a v přilehlých svazích jsou vyvinuty štěrky starší – pleistocénní - i nejmladší – holocénní – fluviální terasy Ohře. Terciární pánevní sedimentace byla v zájmovém prostoru z velké části denudována, vystupuje však v reliktních mocnostech či jako příměs v kvartérních sedimentech v některých odřezích a ve větších mocnostech v nevelké vzdálenosti k severu.

Biotitický granit, středně zrnitý, porfyrický, zde bývá ve svrchních partiích silně zvětralý; rozpadává se podle sítě puklin a trhlin na nepravidelné balvany a úlomky a v přípovrchové zóně až na drobný štěrčík, resp. hlinitý a jílovitý písek se štěrkem. Intenzitu zvětrání (s ohledem na pozici svahu v nárazovém břehu) lze v této oblasti předpokládat pouze omezenou, zasahující do nevelkých hloubek. Granit vykazuje všesměrně zrnitou texturu a hypidiomorfní strukturu. Vyrůstlice ortoklasu, šedých a šedorůžových barevných odstínů, dosahují velikosti až 40 mm. Křemenná zrna jsou šedohnědá, mírně popraskaná.

Místy se ve výplních diskontinuit vyskytují hlinité sedimenty. Vzhledem k pozici ve svažitém území s poměrně značným spádem k aluviální nivě nebyl dokumentován výskyt mocnějšího eluvia granitu.

Protože hornina snadněji zvětrává podél ploch nespojitosti, po kterých do masivu vniká voda; dochází místy ke vzniku zaoblených tvarů cca metrové velikosti, které ve spodní části navazují na slaběji zvětralý skalní masív, zatímco blíže k povrchu mohou být i volně uložené ve zvětralině. Dalším důvodem takového nepravidelného zvětrávání může být i petrografická struktura horniny. Základní granitová hmota dle dokumentace v blízkém okolí stezky často obsahuje pecky nebo uzavřeniny bazického charakteru a lokálně též čočkovitá nebo deskovitá tělesa drobnozrnných žul, rovněž řádově metrových rozměrů. Oba tyto podřízené litotypy jsou odolnější vůči zvětrávání než základní masa granitu, což se projevuje ve zvětralinové zóně skalního podloží selektivním větráním, při kterém vznikají rovněž kulovité nebo vejčité balvany vysoké pevnosti. Srv. Obr. 2.

Obr. 2 Pohled na obnažený granit v západní části trasy



Obr. 3 Pohled na střední část území se skalním defilé a vyšší mocností kvartérních zemin



Pokryvné útvary

Geneticky je kvartérní pokryv reprezentován deluviálními a eolickými sedimenty a málo mocným půdním horizontem (původně kambizemě a pseudogleje).

Deluviální (svahové) sedimenty jsou zastoupeny písčítými hlínami s úlomky, kameny až balvany zvětralého granitu, nesoudržnými. Tyto sedimenty představují gravitačně přemístěný materiál z eluviální či svrchní zóny skalních hornin. V odřezech svahů se ve střední a západní části území vyskytují sedimenty typu sprašových hlin, zřejmě v nepůvodní poloze, tedy gravitačně snesené z vyšších poloh ve svazích a lze je tedy řadit též ke svahovým uloženinám.

Mocnost deluvií se na základě dokumentace odřezů v trase stezky a v jejím okolí pohybuje v intervalu 0 – 4 m. Srv. Obr. 3 aj.

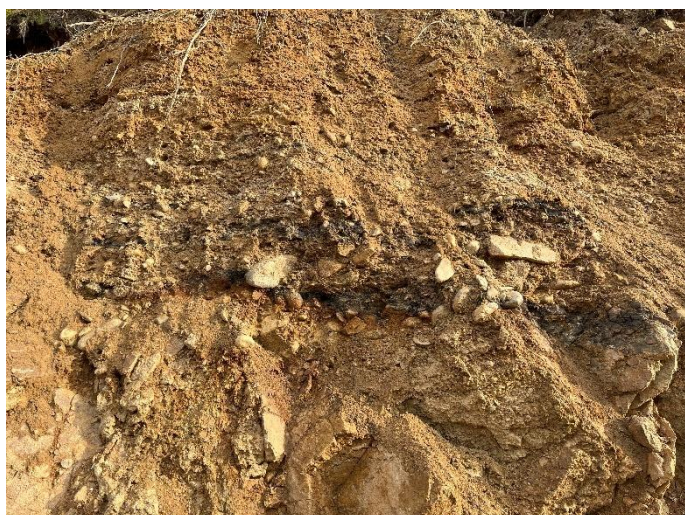
Na bázi skalním podloží byla ve střední části posuzované trasy dokumentována vrstva starších fluviálních sedimentů v podobě zahliněných štěrků o mocnosti cca 0,50 m. Valouny křemene dosahují velikosti až 50 mm Srv. Obr. 4.

Navážky nebyly v trase stezky v rámci zběžné prohlídky dokumentovány.

V prostoru aluviální nivy blíže vodoteči jsou vyvinuty sedimenty nejmladší, holocénní terasy Ohře., které dle analogie s okolím dosahují mocnosti až přes 6 m. Jsou tvořeny převážně zahliněnými štěrky s proměnlivou, nejčastěji hrubou, písčitou frakcí, lokálně s příměsí jemnozrnné zeminy. Lokálně (ve formě různě mocných poloh) mohou obsahovat také polohy organického jílu až organické jílovité hlíny. Místy je nutné předpokládat výskyt balvanité frakce (granity, bazaltoidy).

Další parametry zemin a hornin viz kpt. 8.

Obr. 4 Vrstva starších fluviálních štěrků na bázi mladšího pokryvu granitu



6. Tektonická expozice území

V širším okolí zájmového území byla průzkumnými pracemi ověřena výrazná tektonická pásma geneticky spjatá s působením starších i mladších geotektonických cyklů formujících Český masiv. Dominantními poruchami jsou zlomy směru SSZ – JJV a VSV – ZJZ, které tvoří základní síť diskontinuit. Dále byly analýzou leteckých snímků prokázány starší zlomy subekvatoreálních a submeridionálních směrů. Terciární sedimentační cyklus byl doprovázen tektonickými pohyby, které výrazně ovlivnily morfologickou tvářnost krajiny a determinovaly v hrubých rysech i dnešní decentrickou subsekventní hydrografickou síť.

Tektonická stavba území je poměrně složitá a je výsledkem opakovaných pohybů zejména mladovariské a saxonské tektoniky, které v podstatně snížené intenzitě pokračují dodnes. Tektonická expozice lokality je zřejmá ze skalních defilé nad aluviální nivou.

Převládající směry diskontinuit v granitovém masivu byly ověřovány novým granit-tektonickým měřením. Viz kapitolu 9 Posudku.

Hustota diskontinuit je proměnlivá, v poruchových pásmech klesá pod 100 mm (až k 50 mm), v průměru lze počítat s cca 150 - 200 mm. Tektonickou expozici území je vzhledem k výše uvedeným faktům nutné považovat za velmi vysokou.

Seismické zatížení lokality je poměrně vysoké, otřesy spojené s kraslickými zemětřesenými roji mohou dle novějších měření (Brož, 2008) dosáhnout 3 až 5° dle starší škály MSK-64, seismický neklid zde může dosahovat až 0,04 – 0,06 g (dle ČSN EN 1998-1). Drobné poruchy staveb v okolí svědčí mj. i o vyšší seismicitě území, příp. o tom, že amplituda lokálních vertikálních pohybů, výzdvihů či poklesů, generovaných na výše zmiňovaných diskontinuitách zemské kůry přesahuje (dle starších detailních měření) cca 0,1 mm.rok⁻¹. Doporučujeme tuto skutečnost vzít v úvahu i z hlediska stavebního.

7. Hydrogeologické poměry území

Území náleží hydrogeologickému rajónu 2120 Sokolovská pánev (základní vrstva). Hydrogeologické poměry jsou zde determinovány zejména morfologickou pozicí lokality a sklonem většiny území k blízké místní a regionální erozivní bázi Ohře, faciálním vývojem kvarterních sedimentů naložených na granitovém podloží, charakterem samotného skalního fundamentu, resp. změnami jeho konfigurace a tektonickými poměry. Je nutné rozlišovat mezi hydrogeologickými poměry v úpatních partiích svahů a poměry v aluviální nivě Ohře.

Dominantním zdrojem podzemní vody mělkého oběhu jsou atmosférické srážky infiltrující v prostoru svahů severně od Ohře, v aluviální nivě pak poříční zvodeň. Hlubší cirkulace je vázána na diskontinuity v granitovém fundamentu.

Z hlediska projektované výstavby cyklostezky je nutno se především zabývat mělkou kvartérní zvodní. Kvartérní sedimenty deluviálního původu nemají hydrogeologickou souvislost s dnešní vodotečí Ohře, ani s hydrogeologickými poměry jejích údolních uloženin. Může se v nich tedy vytvářet v závislosti na srážkách (s ohledem na rozsáhlou infiltrační oblast ve svazích severně od řeky) pouze občasný, nespojitý, málo vydatný horizont mělce infiltrované srážkové vody, která se většinou díky průlinové propustnosti deluvií zasáhne hlouběji do podloží.

Hlavní zdroj podzemních vod v prostoru hodnocené lokality reprezentuje poříční zvodeň vázaná na říční sedimenty vyplňující údolní nivu Ohře.

Koncepční model proudění podzemní vody je následující: prosté podzemní vody mělkého obzoru granitového masivu, příp. kvarterního a terciárního pokryvu vyvinutého v jeho nadloží, jejichž infiltrační území tvoří přilehlé svahy údolí Ohře, proudí sestupně k místní erozivní bázi, ke korytu vodoteče a mísí se s podzemními vodami nejmladší terasy, náležejícími již pořiční zvodni. Směr proudění podzemní vody je podmíněn morfologií terénu, generelně tedy od S k J, resp. JV.

Pro potřeby výstavby stezky je nutné počítat s faktem, že rovina piezometrické hladiny podzemní vody v aluviální nivě bude podléhat změnám v závislosti stavu hladiny v řece, resp. bude záviset na intenzitě a výšce atmosférických srážek. Vliv pořiční zvodně je v místech blíže vodoteči dominantní, neboť zde dochází ke vzájemné komunikaci povrchové a podzemní vody přes prostředí propustných náplavů. Režim v pořiční zvodni je přímo závislý na hladině vody v řece, odkud jsou kolektory podzemní vody dotovány. Dlouhodobější pozorování v širší oblasti vykazují běžný výkyv hladiny v rozsahu $\pm 0,5$ m v průběhu hydrologického roku! Rozdílná může být situace v době intenzivních a dlouhodobých atmosférických srážek, v období tavných vod a povodní. Při výjimečných povodňových stavech, kdy dochází ke krátkodobému výraznému vzestupu hladiny v povrchovém recipientu, vzroste s mírným zpožděním (maximálně několikahodinovým v závislosti na vzdálenosti od koryta řeky) v zájmovém území odpovídajícím způsobem následkem přímé hydraulické spojitosti hladiny podzemní vody s hladinou v řece hydrostatický tlak. Prostor budoucího staveniště situovaný v blízkosti koryta řeky se samozřejmě nachází v inundačním území Ohře.

Pokud jde o poměry ve svahu nad aluviální nivou, zde převažuje vliv freatické (mělké) zvodně vyvinuté ve zbytcích kvarterního, resp. terciárního pokryvu a přípovrchových partiích granitového fundamentu. Sezónní akumulace podzemní vody (opět v závislosti na výšce a intenzitě atmosférických srážek) v relikttech propustnějších kvartérních sedimentů výše ve svazích nad řekou, především v jejich písčitéjších partiích, nelze zcela vyloučit. Rovina piezometrické hladiny podzemní vody v těchto částech území kopíruje s menšími i většími odchylkami zhruba reliéf skalního podloží. Místa, zejména ve střední části území, byly dokumentovány drobné vývěry vody na kontaktu svahovin a granitu.

Odporové charakteristiky kvarterních sedimentů jsou velmi rozdílné, determinované litologickým složením, genetickými vztahy, příp. prostorovou anizotropií těchto sedimentů.

Kvarterní sedimenty:

deluviální hlíny kamenitopísčité a sprašovitě	$k_f = x \cdot 10^{-4}$ (třída MS) až $x \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ (MG)
štěrky, štěrkopísky s hlinitou frakcí	$k_f = x \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$ (G-F)
písky zahliněné	$k_f = x \cdot 10^{-2}$ (S-F) až $x \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ (SM)

Skalní fundament

granit zvětralý	$k = 3 \cdot 10^{-5}$ až $5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$
-----------------	---

Koeficienty filtrace (resp. hydraulické konduktivity u horninového masivu) byly stanoveny na základě analogie očekávaných zemín se zeminami zastiženými v rámci starších průzkumných akcí v okolí lokality. Z uvedených údajů je patrná velká proměnlivost hodnot koeficientu filtrace v rámci deluviálních uloženin, a tudíž větší prostorová anizotropie těchto sedimentů. Odporové charakteristiky fluviálních sedimentů nejmladší terasy Ohře jsou poměrně vyšší. Podzemní voda vázaná na propustné polohy písčitých štěrků v terasových sedimentech reprezentuje poměrně vydatný a souvislý horizont.

Vzhledem ke starším poznatkům z okolí lokality je pro potřeby výstavby stezky nutno uvažovat i hlubší oběhy podzemní vody. Nejvýznamnější hydrogeologickou strukturu v této oblasti reprezentuje karlovarský granitový pluton, na jehož hlubší, často silně tektonicky porušenou část, je vázána také cirkulace a výstup karlovarské termy. Prosté podzemní vody vytvářejí mělké zvodně s rychlým oběhem

a jsou vázány převážně na kontakt granitu s pokryvnými útvary s průlinovou propustností a na svrchní proměnlivě zvětralé, intenzivně rozpukané partie granitu s propustností puklinovou.

Oběh podzemní vody v podložním granitovém masivu je vázán na význačnější diskontinuity, v tomto prostoru zejména na zlomy směrově spjaté s tektonickou linií směru 330°, tedy SSZ-JJV, příp. již též determinovaných nedalekým tektonickým omezením pánve (SV-JZ), resp. zlomy příčnými. Dotace vod mělkého oběhu silněji mineralizovanými podzemními vodami z hlubších oběhů v granitu byla v rámci starších průzkumů v okolí lokality již několikrát prokázána; aktivní výrony teplé, mineralizované či dokonce proplynělé podzemní vody však nebyly provedenými měřeními v lokalitě samotné na povrchu nebo v jeho blízkosti dokumentovány. Nutno konstatovat, že hlubší zásahy (např. typu v rámci potenciálního hlubinného zakládání apod.) mohou být s ohledem na tektonickou expozici lokality doprovázeny přítoky podzemních vod i vyšší mineralizace, předpokládáme až kolem 0,8 g.l⁻¹, slabě proplynělých či neproplynělých, ovšem vždy studených (cca <12°C). Na pravém břehu Ohře jsou dokumentovány výskyty středně až slabě mineralizovaných železitých a neproplynělých vod v podobě tzv. Červené kyselky a drobných vývěrů takových vod v jejím okolí.

Úroveň hladiny podzemní vody v nižších částech území v aluviální nivě Ohře lze na základě analogie s okolím odhadovat na cca 1,0 až 1,5 m pod terénem, blíže vodoteči i podstatně výše. Hlavní zvedení vázaná na štěrkovité a písčité sedimenty údolní terasy může být lokálně, při okrajích údolní nivy v podloží omezeně propustných povodňových hlín a navážek, mírně napjatá. Směr proudění podzemní vody je v aluviální nivě blíže řeky téměř souběžný s jejím tokem, tzn. velmi zhruba od západu k východu. Při vysokých stavech volné hladiny povrchové vody v řece dochází k procezování vody do štěrkových sedimentů údolní terasy, i když je tento jev omezen morfologií místního terénu.

Vzhledem ke zjištěným okolnostem se lze domnívat, že při dodržení všech podmínek šetrného založení objektů souvisejících s cyklostezkou (hloubkový limit případných hlubinných zásahů při kotvení masivu či hlubinném zakládání apod.) lze stanovit na hodnotu max. cca 10 m pod dnešní povrch terénu) neovlivní její výstavba negativně stávající hydrogeologické poměry lokality. Vzhledem k pozici zájmového území v ochranném pásmu IIA stupně přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Karlovy Vary dle zákona č. 164/2001 Sb. a morfologickou situaci místa blíže povrchové vodoteče je však nutné dbát při vlastní výstavbě na eliminaci jakékoliv možnosti znečištění podzemních a povrchových vod i horninového prostředí.

8. Inženýrsko-geologické poměry lokality

Geologické poměry lokality lze hodnotit jako poměrně komplikované a odlišné v různých částech zájmového území. Je nutné rozlišovat poměry v partiích území přiléhajících k vodoteči Ohře, tedy v aluviální nivě, dále partie na úpatí přilehlých svahů a konečně i poměry ve vyšších částech území, tedy v prostoru svahů.

Ve spodních částech zájmového území jsou na granitovém podloží vyvinuty fluvialní sedimenty náležející nejmladší terase Ohře v podobě zahliněných štěrků, většinou špatně tříděných, místy s balvanitou frakcí a organickými hlínami (tedy povodňovými faciemi organicky bohatých náplavových sedimentů, měkké až kašovité konzistence o nepříznivých geomechanických parametrech; říční štěrky v dosahu podzemní vody se v blízkém okolí toku řeky vyznačují nižší ulehlostí.). Tyto fluvialní sedimenty o mocnosti jednotek metrů nasedají na granitové podloží.

Na úpatí skalních svahů přiléhajících k aluviální nivě Ohře a v těchto svazích jsou místy vyvinuty gravitačně přemístěné sedimenty svahového nebo smíšeného původu.

Ve svazích výše nad aluviální nivou jsou vyvinuty kvartérní sedimenty typu kamenitopísčitých hlín a gravitačně transportovaných sprašových hlín.

V následujících odstavcích uvádíme zatřídění, rozsah, mocnost a mechanicko-fyzikální parametry jednotlivých prostředí ověřených v území v průběhu rekognoskace.

Geotechnický typ 1 (GT1) zahrnuje svrchní polohu fluviálních zemin, které se vyskytují na břehu řeky v údolní nivě. Dle analogie s podobnými lokalitami očekáváme jejich mocnost až 2,5 m. Jedná se obvykle o hlinité a písčité štěrky s příměsí písčitého jílu i organické frakce. Jsou málo ulehle až neulehlé. Zatříděním odpovídají třídy G3, G-F (písčité štěrky) až G4 GM (hlinité štěrky) s polohami F4, CS (písčité jíly). Podle ČSN EN ISO 14688-2 náleží do zemin sasiGr a podřízeně saSi. Vzhledem k výskytu hladiny podzemní vody mají tyto zeminy převážně snížený stupeň konzistence jemnozrnné výplně – na rozhraní tuhá/měkká. Vykazují tedy nízkou geotechnickou kvalitu. Souhrnně lze u těchto zemin orientačně uvažovat hodnotu tabulkové výpočtové únosnosti (ve smyslu zrušené ČSN 73 1001 s ohledem na malou ulehlost a vliv podzemní vody) $R_{dt} = 120 \text{ kPa}$ pro základ šíře 1 m.

Podle ČSN 73 6133 zařazujeme zeminy tohoto geotechnického typu do tříd G3 G-F, G4 GM a F4 CS. Dle Tab. A.1 jsou zařazeny jako podmíněčně vhodné až vhodné do násypů a podmíněčně vhodné pro podloží komunikací.

Geotechnický typ 2 (GT2) - polohy písčitých štěrků, místy s hlinitou příměsí, obsahující též omezené polohy písků a omezeně také organickou příměs. Některé polohy obsahují podíl velkých valounů až balvanů granitu a starosedelských křemenců. Tvoří hlavní masu údolních fluviálních terasových sedimentů; vzhledem ke své dobré průlinové propustnosti jsou zvodnělé. Písčité štěrky geotypu 2 lze zařadit do třídy G1 GW, lze očekávat také třídy G2 GP a G3 G-F (štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy). Podle EN ISO 14688-2 náleží do zemin Gr, saGr a podřízeně siGr. Tyto zeminy reprezentují v dosahu podzemní vody středně únosné základové půdy; jejich geotechnická kvalita je v blízkosti toku řeky ještě omezena nižší ulehlostí - v říčním korytě je lze klasifikovat jako spíše středně až málo ulehle. Podle zatřídění, ulehlosti a skutečnosti, že zeminy jsou v dosahu podzemní vody je možno orientačně specifikovat (ve smyslu zrušené ČSN 73 1001) $R_{dt} = 250 \text{ kPa}$ pro základ šíře 1 m. U těchto zemin je třeba dále počítat s lokálním odstraňováním poloh méně geotechnicky kvalitních písčitých jílu a organických jílu ze základové spáry. Při plošném zakládání není nutné činit opatření z hlediska ochrany základové spáry proti klimatickým vlivům, je nutno dbát o kvalitní dočištění základové spáry od mechanického nakypření a od případných jílovitých poloh. Základovou spáru v těchto zeminách je nutno chránit před mechanickým poškozením.

Jedná se o materiál převážně vhodný do násypů, pokud odpovídají zatříděním třídě G1, G3 reprezentují jednoznačně vhodný materiál do násypů i vhodné podloží komunikací a parkovacích ploch.

Geotechnický typ (GT3) – reprezentují proměnlivě mocné (místy chybějící, jinde až přes 4 m mocné) polohy deluviálních a smíšených (deluvio-fluviálních a deluvio-eolických) sedimentů zastoupených písčitymi a prachovitými hlínami s proměnlivým podílem úlomků hornin, kamenů a balvanů granitu, místy s málo mocnými vrstvami hlinitých písků, případně i s polohami sutí. Tyto zeminy je možno klasifikovat patrně převážně třídou F3 MS, s polohami třídy G4 GM – hlinitý štěrk a F1 MG – štěrkovitá hlína. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze tyto zeminy zařadit do zemin grsaSi až sgrSi, siGr s příměsí kamenů až balvanů (Co + Bo). V závislosti na převažující nižší konzistenci na rozhraní měkká a tuhá a střední ulehlosti písčitých a štěrkovitých poloh lze (ve smyslu dřívější ČSN 73 1001) doporučit uvažovat souhrnně v prostředí GT3 hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti $R_{dt} = 100$ až 200 kPa . Je však nutno mít na zřeteli, že konzistenční stav zeminy není veličina konstantní, ale může se měnit v závislosti na klimatických poměrech a při výstavbě i na antropogenních vlivech.

Základové půdy tvořené danými zeminami se místy vyznačují vyšším podílem prachovité i jílovité frakce která je příčinou některých negativních vlastností zeminy (vysoká namrzavost, rozbředavost). Tento typ zeminy je velmi citlivý na změny vlhkosti, a proto je v případech, že by tyto zeminy tvořily základovou půdu některých částí cyklostezky, nutné ochránit je zejména proti případnému převlhčení (základová spára nesmí být vystavena dešti, zatopení apod.). Po dokončení stavebních úprav je nutné srážkové vody odvést tak, aby nedocházelo k jejímu zasakování v okolí základů. Při zakládání je dále třeba dodržet dostatečnou nezámraznou hloubku (min. 1,0 m pod upraveným terénem) u všech částí konstrukcí.

Podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ zařazujeme předběžně zeminy tohoto geotechnického typu do tříd F3 MS, G4 GM a F1 MG. Dle Tab. A.1 je lze většinou (s výjimkou prachovitých poloh) zařadit jako podmíněčně vhodné do násypů a podmíněčně vhodné pro podloží komunikací. Jsou nebezpečně namrzavé, při převlhčení jsou nezhutnitelné. Proto je třeba je důsledně chránit před povětrnostními vlivy.

Geotechnický typ 4 (GT4) reprezentují granitické horniny, jejichž svrchní zvětralinová zóna byla z velké části erodována činností vodoteče. Silně a mírně zvětralý granit lze obvykle řadit do tříd R4/R5 a R3/R4; v prostoru uvažované trasy cyklostezky se vyskytuje v nižších částech území v proměnlivých úrovních pod terénem, místy vystupuje na den v podobě skalních svahů, místy značně vysokých, se strmým sklonem povrchu k Ohři. Vyznačuje se obtížnou těžitelností (5. – 6., místy i 7. třída). Podle ČSN EN ISO 14688-1 náleží svrchu stupni 1, hornina slabě zvětrálá, vzdálenost diskontinuit střední (cca 300 mm v průměru). Horniny GT4 reprezentují vysoce únosné základové půdy, obtížně těžitelné. Směrem do hloubky se jejich geotechnické vlastnosti nepravidelně zlepšují.

GT 4a - v okolí významnějších diskontinuit ve skalním podloží se vyskytují horniny zcela zvětralé. Na základě archivních laboratorních rozborů lze dané prostředí klasifikovat převážně třídou S3 – štěrkovitý písek až R6, k bázi polohy R6/R5. Tabulkovou výpočtovou únosnost dané základové půdy můžeme pro tento geotechnický podtyp souhrnně uvažovat $R_{dt} = \text{cca } 250 \text{ kPa}$.

V následující tabulce uvádíme některé geotechnické hodnoty popisovaných zemin a hornin. Byly převzaty z dat z archivních průzkumů v okolí.

Tab. 1 Tabulka geotechnických vlastností zemin a hornin (návrh)

	ρ (kg.m ³)	E_{def} (MPa)	C_{ef} (kPa)	C_u (kPa)	φ_{ef} (°)	φ_u (°)	v (%)	ČSN 73 1005 třída symbol	R_{dt} (kPa)	ČSN EN ISO 14688-2
GT1 hlinité štěrky	1850-1900	6 – 14	0 – 4	---	24 - 26	---	0,35	G4 GM G3 G-F F4 CS	120**	sasiGr saSi
GT2 písčité štěrky	2000	50 - 100	0	---	32 - 38	---	0,25	G1 GW G2 GP G3 G-F	250**	Gr, saGr
GT3 deluviální hlíny	1800-1900	6 – 8	10 - 12	60- 70	21 - 24	0 – 5	0,35	F3 MS G4 GM F1 MG	100 - 200*	grsaSi až sagrSi, siGr
GT4 Silně a mírně zvětralý granit	2400-2600	100 - 250					0,20 - 0,25	R4/R5 R3/R4	200 – 400*** 400 - 800***	---
GT4a Zvětralý granit	2000-2200	10 – 14	12 - 16	60	21 - 24	0 – 5	0,35	R6 – R6/R5	250	grSa

..

Legenda: orientační údaje podle ČSN 73 1001 zrušené ke dni 1. 4. 2010

* platí pro konzistenci na rozhraní tuhá/pevná

** platí pro základ šíře 1 m, pro zeminu středně ulehlou v dosahu hladiny podzemní vody

*** narůstá s hloubkou

ρ - objemová hmotnost

E_{def} - modul přetvárnosti

c_{ef} - efektivní soudržnost

c_u - totální soudržnost

φ_{ef} - efektivní úhel vnitřního tření

φ_u - totální úhel vnitřního tření

ν - Poissonovo číslo

R_{dt} - tabulková výpočtová únosnost

Těžitelnost zemin a hornin uvedených geotechnických typů zařazujeme dle dříve platné ČSN 73 3050 „Zemní práce“ a podle platné ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“:

Podle **ČSN 73 3050**:

Geotechnický typ 1, 2, 3

4. - 5. třída 6. třída v případě akumulace balvanů)

Geotechnický typ 4, 4a

5. – 6. třída, místy i 7. třída!

Podle **ČSN 73 6133**:

Geotechnický typ 1, 2, 3, 4a I. třída

Geotechnický typ 4 II. třída (místy III. třída!)

Těžitelnost klasifikujeme podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Výkopy budou převážně prováděny v prostředí zemin a hornin, které svým zatříděním odpovídají **třídě I** (podle dříve platné ČSN 73 3050 se jedná o 4. až 5. třídu) a jsou rozpojitelné a těžitelné za použití běžných mechanismů. Zásahy do obtížně těžitelného, jen mírně zvětralého, případně do prokřemenělého granitu však mohou vyžadovat těžký rozrývač nebo impaktor. Je nutno též upozornit na možný výskyt větších balvanů v říčních sedimentech, které mohou zemní práce dosti komplikovat. Doporučujeme proto vytvořit dostatečnou finanční rezervu na zemní práce.

Tab. 2 Vrtatelnost prostředí (vrtatelnost pro piloty dle velkoobchodního ceníku 800 – 2.)

Geotechnický typ	Třída vrtatelnosti
GT1, GT3	I.
Písčitý štěrk GT2	II. až III. (s kameny a balvany)
Granit GT4a	I. – II.
Granit GT4	V.

Svahování jam a výkopů je možné provádět v prostředí silně zvodněných fluvialních sedimentů do hloubky cca 2 m za podmínky dodržení sklonu 1 : 2,5 až 3,5, dle intenzity přítoků; u hlubších výkopů je třeba stěnu svahu rozdělit lavičkou šíře 0,5 m. V prostředí deluvií a granitu je možné svahovat do cca 3 m ve sklonu 1 : 1 až 1,5, poté provést rozdělení vodorovnou lavičkou.

Je nutno počítat s tím, že do případně otevřené stavební jámy v těsné blízkosti říčního koryta bude přitékat značné množství vody, kterou nebude možno zcela odčerpát. Zatěsnění jámy štětovnicemi patrně nebude možné, neboť štětovnice nebude možno vetknout na potřebnou délku do slabě zvětralé žuly.

9. Stabilitní poměry zájmového území

Ve svazích nad aluviální nivou vystupuje středně zrnitý porfyrický granit, v němž lze pozorovat hojné dynamické svahové pohyby jednak v podobě menších proudových sesuvů v kvarterních hlínách, jednak v podobě projevů skalního řízení na křížení poruchových pásem vyvinutých v granitu. Výše ve svazích v okolí byly dokumentovány též plošně nevelké planární sesuvy kvarterního pokryvu vyvinuté na rozhraní kvartér/granit. Proudové i planární sesuvy jsou zjevně determinovány poměrně snadnou infiltrací srážkových či tavných vod do kvarterních sedimentů ve svahu, ev. dílčích svahových stupních.

Obr. 5 Pohled na skalní defilé v jihovýchodní části zájmového území

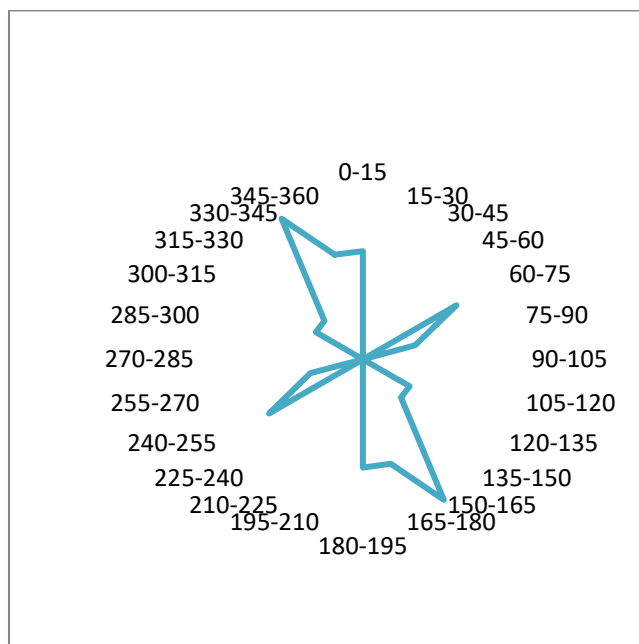


Převládající směry diskontinuit v granitovém masivu v severozápadní a střední části území jsou dle nově provedených granit-tektonických měření směry SZ(ZSZ) – JV(VJV) (směrnice diskontinuit $135^\circ - 147^\circ$) se sklonem většinou subvertikálním či $75 - 80^\circ$ generelně k JZ, tedy poruchy příčné z hlediska krušnohorského systému, dále směrné poruchy JZ – SV (sklony $78 - 80^\circ$ k SZ) a dále směry S – J, obvykle subvertikální (se sklonem cca $80 - 83^\circ$ k Z). Místy se vyskytují podrcená pásma směrů cca $240 - 245^\circ$, tedy SV – JZ, se sklony $80 - 84^\circ$ k JV.

V dílčích svazích budovaných obnaženými skalními horninami zejména ve střední části zájmového území se tedy vyskytují převážně subvertikální pukliny a trhliny, často průběžné po jednotky metrů (až 5 m); většinou jsou slabě zazubené, jen místy sekundárně vyhojované křemennou hmotou. Železité povlaky na stěnách diskontinuit nejsou obvykle hojné a nedosahují velkých mocností ($< 0,5$ mm, jsou však místy nápadným doprovodem poruch a drcených pásem vyvinutých v granitu. Srv. Obr. 7.

I v jihovýchodní části území dominují směry diskontinuit SZ až SSZ – JV až JJV, subvertikální. Jsou zde však hojnější subhorizontální poruchy, průběžné jednotky metrů, bez mocnějších výplní. Srv. Obr. 5.

Obr. 6 Tektonogram – směry diskontinuit v granitu ve střední a severozápadní části území



Obr. 7 Diskontinuity v granitu v severozápadní části zájmového území



S průběhem tektonicky podmíněných poruch lze spojovat dokumentované místy vysoké sekundární postižení granitu, projevující se jak místy významným sekundárním postižením skalního masivu, tak vyšší hustotou diskontinuit v něm vyvinutých.

Rovněž seismické zatížení lokality je poměrně vysoké, viz výše v textu.

Celkově lze konstatovat, že se ve skalních svazích nad zájmovým územím vyskytují nestabilní bloky a významné poruchy, které způsobují značné snížení stupně stability celého svahu nad trasou budoucí cyklostezky. Svah v zájmovém území lze jako celek hodnotit pouze jako podmíněně stabilní a v některých částech území na křížení významnějších poruch v granitu až nestabilní. Hojný je gravitační posun desintegrovaných částí horniny po svahu a místy i značně nebezpečné vyjíždění větších bloků horniny (běžně cca 0,40 – 1,0 m), neboť skalní svahy jsou často diskontinuitami rozčleněny do menších i větších segmentů.

Doporučované sanační zásahy

Pro zvýšení stupně stability svahu, resp. pro zajištění stability jeho jednotlivých částí, doporučujeme přijmout řadu stabilizačních opatření. Doporučujeme realizaci zejména následujících zásahů:

- odstranění nestabilních partií hornin v poruchových pásmech ve všech částech území; odstranění již uvolněných či uvolňujících se bloků;
- odstranění nestabilních svahových uloženin lokálně naložených na granitu, zejména svahovin s podílem sprašových hlin ve střední části území;
- v případě odkrytí významnějších ploch nespojitosti (puklin a trhlin) v granitu jejich zatěsnění vhodnou spárovací hmotou tak, aby nedocházelo k vymrzání infiltrované povrchové vody v těchto diskontinuitách. Spárování doporučujeme užít ve svrchních částech jednotlivých segmentů masivu tak, aby nedocházelo ke vzniku bariér pro freatické (mělké) podpovrchové vody a ke stupňování nepříznivého vlivu exogenních faktorů na stabilitu masivu;
- odstranění náletové zeleně v potenciálně nestabilních místech dílčích svahů;
- využití systému šikmých tyčových kotev (hlubokých cca 6 m s převážkami) při sanaci partií s převisy a vyjížděním větších bloků horniny;
- zajištění částí svahu potenciálně postižených partií proti opadávání úlomků a bloků horniny, resp. proti sjíždění kvarterních sedimentů kotvenými nosnými sítěmi;
- zamezení výraznějšímu zatěžování korunových částí dílčích svahů typu výstavby nových objektů, zřizování komunikací, zavlážovaných ploch apod., analogicky je nutné zabránit odlehčování v patě svahu (např. neřízeným odtěžováním akumulovaných svahových sutí a bloků horniny.);
- zajištění monitoringu stavu celého svahu, spočívající např. v neperiodických prohlídkách dílčích svahů nad budoucí cyklostezkou, ev. spojených s měřením případně vznikajících dynamických pohybů ve svahu. Monitoring stability svahu by měl být organizován po dobu minimálně 3 let po realizaci sanačních zásahů.

V rámci dalšího postupu v zájmovém území bude nutné ve spolupráci se statikem zpracovat detailní projekt sanace svahu, ve kterém budou sanační postupy detailně řešeny, a to včetně dočasného i trvalého odvodnění, zajištění dílčích svahů (změny konfigurace povrchu terénu, kotvy, sítě, opěrné prvky aj.), vyčištění a vyplnění spár a výměrů jednotlivých sanačních zásahů.

Pro vyhodnocení vývoje situace v nejvíce postižených částech zájmového území doporučujeme osazení vhodných markerů (extenzometrů apod.) do míst, určených po dohodě statika s odpovědným geologem. Případné porušení markerů pohybem jednotlivých částí masivu či uvolněných zemin bude

indikátorem dynamických změn ve svahu a poslouží k posouzení aktuální situace ve svahu. Doba expozice – do zahájení sanačních prací.

10. Závěry a doporučení

Posudek přinesl orientační data o zájmovém území z hlediska geologického. Základové poměry lokality lze definovat jako složité a odlišné v různých částech zájmového území (aluviální niva, partie na úpatí svahu a vyšší partie skalních defilé), především s ohledem na proměnlivou úroveň skalního podloží, charakter jeho sekundárního postižení a vysokou hydrogeologickou a tektonickou expozici území. Velkou pozornost je nutné věnovat nejen otázkám hydrogeologickým, ale i otázkám stability svažitého území.

Práce spojené s výstavbou cyklostezky neovlivní v případě výše uvedených podmínek negativně hydrogeologický režim přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Karlovy Vary.

Při zakládání cyklostezky, příp. spjatých objektů a provádění zemních prací doporučujeme přítomnost geologa; zpracovatelé posudku jsou dále připraveni poskytnout projektantovi v rámci konzultací další potřebné informace. Geologická služba je dále připravena poskytnout potřebnou spolupráci při dalším stupni projekčních prací, resp. při vlastních pracích stavebních. Primární geologická dokumentace včetně další fotodokumentace je uložena v archivu zpracovatele.

Karlovy Vary, 28.02. 2025

RNDr. Tomáš Vylita, Ph.D.



