

zhotovitel:

AZ Consult, spol. s r.o.

Klíšská 12, 400 01 Ústí nad Labem

objednatel:

Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové Město

ŘETENICE – LOVOSICE
ZAJIŠTĚNÍ PROVOZNÍCH PARAMETRŮ TRATI
Návrh předběžného inženýrsko-geologického průzkumu

Číslo zakázky: **16/053**

Číslo smlouvy objednatele: -

Etapová zpráva č.: 1

Název zprávy: **Návrh předběžného inženýrsko-geologického průzkumu**

Zpracovali: Ing. Martin Komín
RNDr. Jana Valachová

Ústí nad Labem

listopad 2016

O B S A H

1	ÚVOD	3
2	PŘÍRODNÍ POMĚRY	3
2.1	Geomorfologické a geologické poměry.....	3
2.2	Hydrologické a hydrogeologické poměry	10
3	METODIKA PRACÍ.....	11
4	PRŮBĚH A VÝSLEDKY PRACÍ.....	11
4.1	Archivní rešerše	11
4.2	Terénní práce	13
4.3	Výsledky prací.....	21
4.4	Geofyzikální měření	22
4.5	Vrtné práce	23
5	ZÁVĚR.....	25
6	POUŽITÁ LITERATURA	26

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Situace

1 ÚVOD

Na základě objednávky Správy železniční dopravní cesty, státní organizace, bylo v rámci zpracování přípravné dokumentace a záměru projektu pro stavbu „Zajištění provozních parametrů trati Řetenice – Lovosice“ provedeno geotechnické zhodnocení současného stavu trati a vypracován návrh předběžného inženýrsko-geologického průzkumu.

Stavba bude rozdělena na dvě části:

- část I „Obnova železniční trati v km 24,200 – 24,400“
- část II „Vylepšení technických parametrů trati“

Ve stávající etapě je řešena část II, což je oblast mimo vlastní sesuv. Část I bude řešena až po vydání rozhodnutí o technickém řešení stavby, tedy zda bude trať vedena opět po násypu, nebo jestli bude problematický úsek překonán mostem. Proto byla provedena rekognoskace terénu a rešerše stávajících průzkumných prací. Do celkového zhodnocení bylo zahrnuto území širšího okolí sesuvu, které je vymezeno staničením 22,300 – 25,700 km.

2 PŘÍRODNÍ POMĚRY

2.1 Geomorfologické a geologické poměry

Geomorfologické poměry

Zájmové území leží na severovýchodním okraji Českého středohoří v nadmořské výšce cca 180 – 390 m n. m. Výškový rozdíl celého zájmového území je cca 210 m, při čemž v oblasti vlastního tělesa sesuvu se jedná o výškový rozdíl cca 100 m.

Oblast zasahuje část severovýchodního úbočí svahu vulkanického vrchu Kubačka (542 m n. m.) vypínajícího se vysoko nad labskou soutěskou. Morfologicky se jedná o stupňovitý svah, na jehož povrchu jsou zřetelné akumulace dílčích čel fosilních sesuvů, včetně recentního sesuvu z roku 2013. Okolí dálnice je zemědělsky využívanou kulturní krajinou s travním porostem (louky, pastviny), z části s malými remízky a lesíky.

Orograficky je území součástí Krušnohorské subprovincie, oblasti Podkrušnohorské hornatiny, jednotky Českého středohoří.

Obr. 1 Situace zájmového území



Geologické poměry

Předkvartérní podklad

Větší část předkvartérního podkladu zájmového území je tvořena svrchnokřídovými prachovitými slínovci březenského souvrství, které jsou na tektonicky predisponovaných liniích proniknuty intruzemi terciérních vulkanických těles, tvořícími pravé žíly i lávové proudy. Výchozy vulkanitů tvoří žíly čediče, fonolitu, trachytu až trachyandezitu, které jsou při povrchu většinou alterované až místy i kaolinizované.

Křídové slínovce přípovrchové vrstvy jsou do cca 10 – 14 m olivově šedé, rezavě skvrnitě až smouhované, silně rozpadavé horniny s nevýraznou vrstevnatostí a s výrazným rozpadem podle puklinových směrů, s rezavými povlaky oxidů železa (limonitu) na puklinách a plochách vrstevnatosti. Jedná se většinou o horniny poloskalní třídy R5 - R6 až s přechodem do zemin třídy F7 - F8 (dle ČSN 73 6133).

Rezavé povlaky indikují občasnou přítomnost vody, stejně jako místně zjištěný výskyt krystalků sádrovce. Slínovce jsou často podrcené a proklouzané podle subhorizontálně

uložených vrstevních ploch, často kopírujících především ve svrchních partiích sklony svahu s úklonem do 10 -15° k SV do údolí Labe. Tento typ horniny patří k březenskému souvrství.

Křídové slínovce zastižené v hlubších zónách jsou výrazně modrošedé až šedé barvy, bez, nebo jen s omezenou přítomností rezavých povlaků. Hornina je prachovitá až jílovitá, se zřetelným střídáním kompaktnějších a měkčích poloh subhorizontálně uložených, majících až charakter flyše. Pevnější polohy o mocnosti do 0,3 m bývají více rozpukané a jsou vhodným prostředím pro pohyb podzemní vody. Jemnozrnnější plastické polohy se v masivu chovají jako izolátory. Jedná se většinou o horniny poloskalní třídy R5 místně až R4 (dle ČSN 73 6133). Tento typ horniny je stáří svrchní křídly - turonu až coniaku a patří také k březenskému souvrství.

Místně byly (na úpatí svahu v Litochovicích vrty IG-207 a IND-204) zastiženy vápnité slínovce až prachovce bělošedé barvy, kompaktní, místy až prokřemenělé, subhorizontálně uložené, o mocnosti kompaktních vrstev větší než 0,3m. Jedná se o horniny skalní třídy R4 až R2 (dle ČSN 736133). Tento typ horniny je stáří svrchní křídly - turonu až coniaku a jedná se o teplické souvrství, případně o tzv. rohatecké vrstvy a pod vlastním tělesem sesuvu nebyly zastiženy.

Zvláštností byla popsána cca 1m mocná poloha zvodnělého štěrčíku, tvořeného převážně opracovanými valounky slínovce (85 - 90%) s příměsí valounků čediče a porcelanitu (do 5-10%) o velikosti do cca 0,5 - 2 cm, zastižená vrtem IG-216 v hloubce cca 23,5 m. Jedná se o tlakově zvodnělou výplň fosilního koryta vodoteče vyvinuté na tektonické poruše v křídovém prostředí a překryté ve svrchní části dalším nasunutým blokem slínovce.

Křídové slínovce jsou místně proraženy tělesy terciérních intruzí čedičů, fonolitů, trachytů, trachyandezitů, andezitů a brekcií, které tvoří pravé žíly, ústí sopouchů a lávové proudy vycházející až na povrch terénu, kde mohou tvořit dílčí rozlivy. Takový čedičový proud tvoří i vrchol Kubačky a je v současnosti těžen lomem Dobkovičky. Vlivem rozpukání vulkanitů a působením gravitace docházelo na hraně lávového proudu k postupnému odlamování bloků z okrajů proudu a k jejich opakovanému sjíždění po plastičtějších podložních slínovcích do labského údolí. Přesun dílčích bloků byl dle archivních údajů popsán až do vzdálenosti cca 1 km od odlučné hrany JV směrem do labského údolí. Vulkanity intrudovaly po oživených tektonických liniích v terciéru v několika fázích (čediče, fonolity, žilné vulkanity) a jsou pravděpodobně miocénního až pliocénního stáří.

Ve výplních svahových depresí na úbočích svahů se místně zachovaly relikty terciérních pyroklastik - tufů až tufitů. Sedimenty vulkanogenního původu mají převážně okrovou až šedě okrovou barvu a popelovitý charakter. Tvoří relikty poloh o mocnosti do cca 1 – 4 m a na bázi bývají většinou zvodnělé.

V části území byly zastiženy i relikty terciérních - lakustrinních (jezerních) pánevních sedimentů, které v této okrajové oblasti prstovitě pronikaly do depresí tektonicky porušeného křídového podkladu vyplněných relikty vulkanogenních sedimentů. Po ukončení křídové sedimentace a během průběhu hlavní vulkanické fáze byly tyto deprese zaplavovány jezery,

kteřá pravděpodobně mohla místně korespondovat s okrajem podkrušnohorské pánevní struktury, aby posléze, po výzdvihu oblasti, postupně zanikala. Zeminy mají charakter šedých jílu až jílovců, tence lupenitých měkkých hornin, často s organickou příměsí, které vznikaly přeplavením podložních křídových slínovců s místní příměsí zvětralých vulkanitů. Charakteristická je příměs organogenního materiálu s drobnými polohami prouhelněných šedočerných organických jílu, které mohou v nejhlubších částech místních depresí tvořit tenké 0,1 - 1 m mocné, často slabě zvodnělé polohy uhelného detritu.

Slínovce v přípovrchové zóně byly opakovaně postiženy svahovými pohyby již od pleistocénu, předpokládáné jsou i pohyby starší. Jedná se převážně o plížení svrchní horninové vrstvy zvětralinové zóny, která může predisponovat a tvořit až tzv. fosilní sesuvy. Pravděpodobný je v této vrstvě i vliv dosahu hlubšího pleistocenního promrzání s projevy soliflukce. Mocnost takto porušené svrchní olivově šedé vrstvy slínovců dosahuje do cca 10 – 14 m. Jejich pravděpodobné přemístění dokladuje i ostrý přechod do podložních modrošedých slínovcových poloh, v území nebyly nikde dokumentovány postupné přechody do modrošedých podložních slínovců. V několika realizovaných vrtech v oblasti sesuvu nebyla tato poloha, vlivem snosu fosilními sesuvy, zastižena.

Starší svahové pohyby jsou vázané na posuny tektonicky vyzdvižených a zakleslých ker křídových slínovců, rozbitých průniky vulkanických hornin. Tyto pohyby typu creep působí dlouhodobě a probíhají převážně v mírně ukloněných blocích. Jednotlivé kry slínovce se dle geologické pozice, velikosti a stupně zvlhčení bází vrstevních ploch pomalu posouvají různou rychlostí do labského údolí a svými pomalými, ale setrvalými pohyby predisponují i vznik pohybů ve vyšší zvětralinové zóně a následně až v kvartérních sutích, což je urychlováno spolupůsobením srážkové vody.

Kvartérní sedimenty

Pokryvné útvary zkoumaného území jsou převážně tvořeny kvartérními deluviálními sedimenty (svahové uloženiny a hlinitokamenité sutě, ukládané vlivem gravitace) o mocnosti do max. 10 – 12 m, které jsou z části redeponované vlivem již opakovaně proběhlých svahových pohybů a na povrchu s místně vyvinutými deluviofluviálními (splachovými) sedimenty, vyplňujícími koryta občasných vodotečí a bezodtokých depresí s mocností výplně do 1 – 3 m. Místně byly zastiženy i relikty eolických sedimentů typů spraší o mocnosti do 1 - 3 m a v oblasti Litochovic, při patě svahu, i relikty vyšších šterkopískových teras řeky Labe o mocnosti do 4 – 6 m, pravděpodobně pleistocenního stáří.

Tektonika

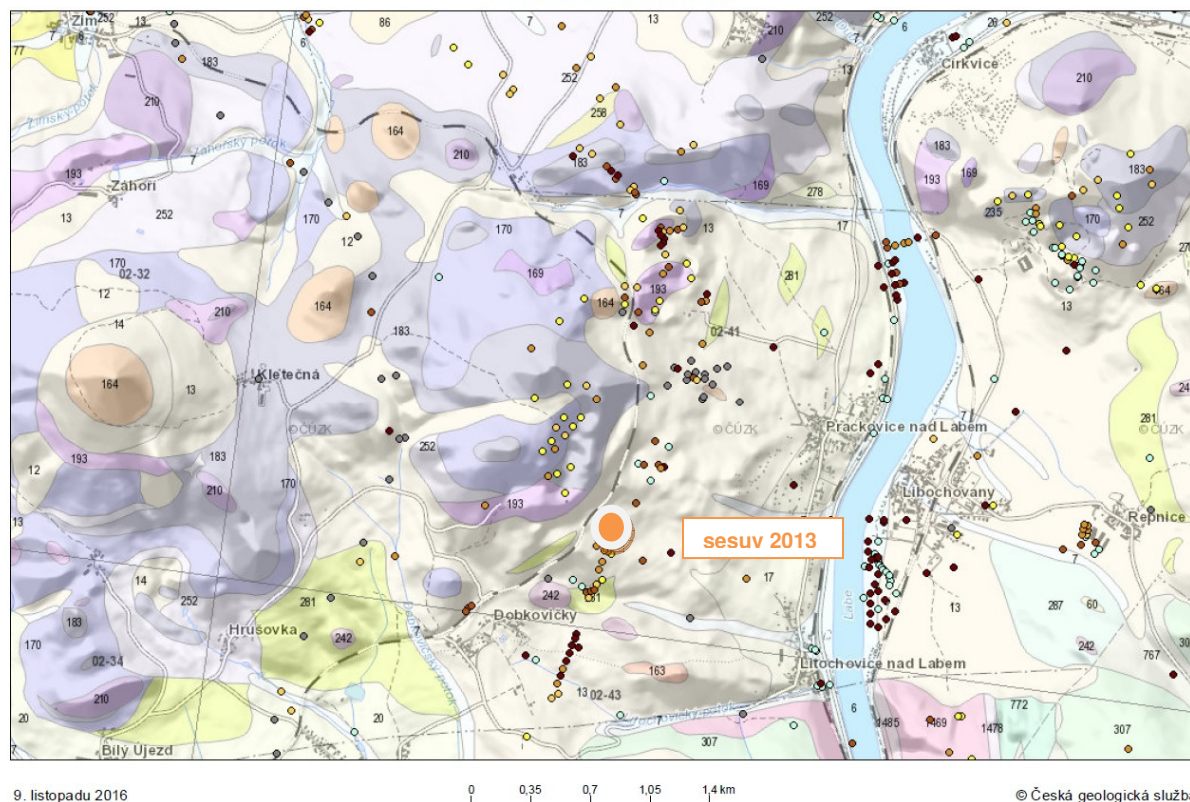
Zájmové území je postiženo tektonikou, promítají se v něm oba hlavní směry postihující Český masiv. Prvním je směr krušnohorský (JJZ-SSV) doplněný směrem jizerským (S-J) odpovídající směru labské soutěsky, tento směr je očekáván souběžně s trasou dálnice a

predisponuje schodovitý morfologický tvar terénu. Druhý hlavní tektonický směr je na předešlé směry téměř kolmý, je sudetského typu SSZ – JJV až Z-V směru a predisponuje vznik příčných údolí a splachových depresí.

K rozpukání, k poklesu a k výzdvihu jednotlivých ker slínovce došlo v terciéru, kdy vlivem průniku intruzí vulkanitů byla celá oblast subhorizontálně uložených křídových sedimentů vyzdvihnuta a rozlámána na dílčí kry, které se pak vlivem gravitace snadněji rozpochovaly. Původní mírný úklon vrstevních ploch dosahující v této části české křídové tabule max. do 5° s úklonem k V až SV, se vyzdvižením celé série při průniku vulkanitů Českého středohoří v okolí vulkanických intruzí zvětšil, čímž byly místně překročeny hodnoty smykové pevnosti především přípovrchové polohy zvětralinového pláště slínovce postiženého v pleistocénu až v kvartéru promrzáním. Zvýšený úklon vrstevních ploch spolu s jejich porušením umožnil i lepší vsakování srážkové vody a jejímu rychlejšímu proudění, čímž došlo i ke zvýšené náchylnosti svahů k poruchám stability a následně k sesouvání.

Dle archivních údajů byl zjištěn fosilní sesuv v celé ploše předpolí recentního sesuvu Dobkovičky, v místech, kde mezi dvěma pevnějšími vulkanickými žilami jsou dokumentovány zakleslé kry křídových slínovců. Podložní křídové horniny tímto korytem pomalu a dlouhodobě sjíždějí do labského údolí (pohyby typu creep) a tyto pohyby se promítají i do nestability nadložních soliflukčně přemístěných slínovců a kvartérních suťových akumulací. Vznikají tak vhodné podmínky pro opakované svahové pohyby, které mohou být eskalovány klimatickými podmínkami v období nadnormálních srážek.

Obr. 2 Geologická mapa s legendou



Vrtná prozkoumanost

Hloubka horniny pod kvartérem

- 0,00 m - 1,00 m
- 1,01 m - 2,00 m
- 2,01 m - 4,00 m
- 4,01 m - 6,00 m
- 6,01 m a více

Kvartér v celé hloubce vrtu

○

Vrt bez litologických dat

●

GeoČR 50

Hranice geologických jednotek

- hranice zjištěná
- - - hranice pravděpodobná
- přechod litologický

Tektonická linie

- zlom zjištěný

Geologická jednotka

Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

relikty sladkovodního terciéru

terciér

Jednotka nerozlišena



130

štěrky, písčité štěrky, písky s vložkami jílu

podkrušnohorské pánve a přilehlé vulkanické hornatiny, rozptýlené alkalické vulkanity

terciér

České středohoří, výskyty v západních Čechách, výskyty v Krušných horách, území české křídové tabule, západosudetská (lužická) oblast



242

subvulkanické bazaltoidní brekcie

České středohoří, Doupovské hory, výskyty v západních Čechách, Nízký Jeseník




210

alk. bazalt - tefrit - augitit (analcimický)


České středohoří, území české křídové tabule

 193 olivinický nefelinit, analcimit a 'leucit'

České středohoří, Doupovské hory, území české křídové tabule, Ostravská pánev

 170 silně alterované (autometamorfované) bazaltoidy


České středohoří, území české křídové tabule, západosudetská (lužická) oblast

 183 alk. ol. bazalt - bazanit - limburgit

terciér

terciér


Jednotka nerozlišena

 252 pyroklastika bazaltoidních (příp. trachybazaltických) homín

podkrušnohorské pánve a přilehlé vulkanické hornatiny

terciér


České středohoří

 164 trachyty a sodalitické trachyty


česká křídová pánev

křída

vltavo-berounský vývoj, orlicko-žďárský vývoj

 307 písčité slínovce až jílovce spongilitické, místy silicifikované (opuky)


ohárecký vývoj, lužický vývoj, labský vývoj

 281 vápnité jílovce, slínovce, vápnité prachovce

rozptýlené alkalické vulkanity

terciér


výskyty v Krušných horách


 163 sodalitický trachyt


Region nerozlišen

kvartér

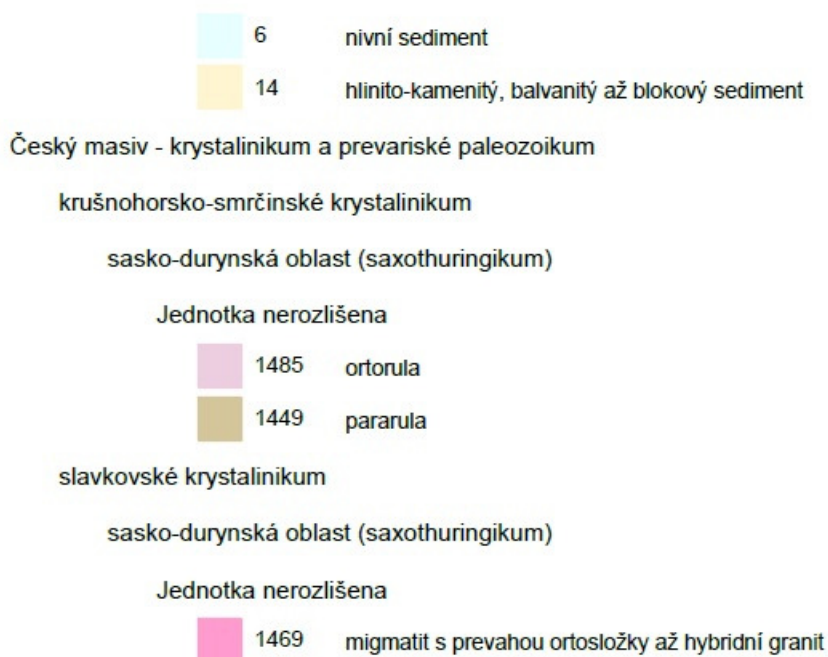
Jednotka nerozlišena

 13 kamenitý až hlinito-kamenitý sediment

 17 spraš a sprašová hlína

 7 smíšený sediment

 20 sediment deluvioeolický



2.2 Hydrologické a hydrogeologické poměry

Zájmová oblast náleží k povodí 1–13-05 Labe od Ohře po Bílinu, hydrologickému pořadí č. 1-13-05-150-0-00. Hlavní drenážní bází oblasti je Labe. Z hlediska rajonizace ČR se jedná o Rajon 4611 – Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh.

Hlavní směr proudění podzemní vody směřuje k východu až k jihovýchodu, ve směru spádnic svahu, povrchový odtok dešťové vody směřuje do dvou místních splachových depresí.

Aktuální hydrogeologické poměry se odvíjejí od vlivu a míry intenzity momentálně působících faktorů, jakými jsou například srážky a jejich infiltrace, jež jsou proměnlivé v čase. Stav hladiny podzemní vody podléhá ročním variacím, stejně jako vliv kapilární vztlakovosti, jenž u typu zemin a hornin zastoupených v zájmovém území může hrát velkou roli a i při malých množstvích přitékající vody pak může docházet k aktivaci různých oblastí vrstevních ploch v různých obdobích během roku. Nejnáchylnější ke vzniku svahových deformací a k usmyknutí je vždy ta oblast, na kterou působí srážková voda nejdříve, což je v tomto případě kontakt báze kvartérních sutí a poloh zvětralého křídového slínovce, místně v depresích vyplněného terciárními reliktami tufů a uhelných vrstev. Dále se jeví jako důležitý vlastní výskyt terénních depresí, založených v křídovém podkladu, kterými je směřován přirozený odtok infiltrované srážkové vody dále do údolí Labe.

Zájmové území je na množství podzemní vody poměrně chudé, podzemní voda je vázána ve třech kolektorech:

- na bázi kvartérních sutí s místně omezenými polohami terciárních sedimentů (tufů, uhelných proplátek)

- v blízkosti rozhraní mezi skalním povrchem modrošedých – zdravých až navětralých a olivově šedých - zvětralých až rozložených slínovců (postižených promrznutím případně soliflukcí, pravděpodobně již jednou přemístěných).
- v hlubších rozpukaných partiích modrošedých křídových slínovců

3 METODIKA PRACÍ

Průzkumné práce sestávaly z archivní rešerše území a z vlastních terénních prací. Byla provedena rekognoskace zájmového území, a to jak úseku vlastního sesuvu ve staničení 24,200 – 24,400 km, tak i přilehlých úseků trati, kde byly zaznamenány příznaky sesuvné aktivity již v minulosti. Rozsah prací byl stanoven ve smyslu Připomínky ke stavbě, zaslané objednatelem dne 29.7.2016. Zde je požadavek na průzkum nejen vlastního sesuvu, ale také úseků km 22,300 – 22,370, 22,500 – 22,700 u zastávky Radejčín a 25,500 – 25,700 u zastávky Dobkovičky. Celkem bylo hodnoceno území od km 25,700 až po uzávěru před žst. Radejčín. Na základě získaných poznatků byl vypracován návrh průzkumu, který zahrnuje geofyzikální měření a vlastní inženýrsko-geologický průzkum.

4 PRŮBĚH A VÝSLEDKY PRACÍ

4.1 Archivní rešerše

Rešerše vycházela z dostupných podkladů, které měl zhotovitel k dispozici. Jedná se především o průzkumy území v přilehlé trase dálnice D8 a průzkum sesuvu z r. 2013.

Železniční trať Teplice – Lovosice byla postavena v roce 1897 jako trať dálková, vedoucí původně z Teplic až do Liberce. Tento údaj je důležitý tím, že jde o trať s lepšími stavebními parametry, než mají klasické „lokálky“.

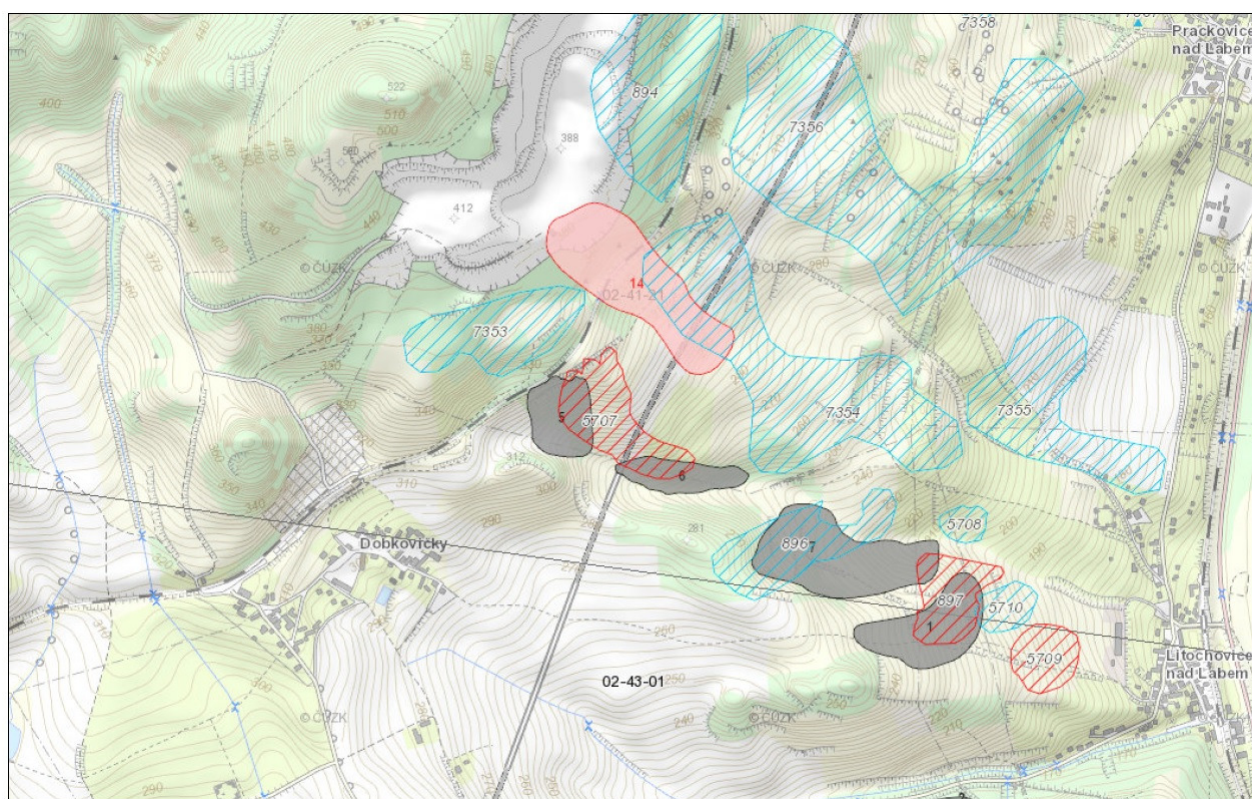
Sledovaný úsek začíná za žst. Radejčín v km 22,300 a končí za žst. Dobkovičky v km 25,700. Vlastní sesuv přerušil železnici v km cca 24,200 – 24,400. Kromě toho byl požadavek ze strany objednatele na průzkum úseků 22,300 – 22,370 km, 22,500 – 22,700 km a 25,500 – 25,700 km. Trať vede po úpatí Kubačky, z větší části po zalesněné krajině. Na vysokých náspech a mohutných opěrných zdech je vidět, že se jednalo o náročnou stavbu, historická kamenná žebra naznačují problémy s nestabilitou svahů již během výstavby.

Ve sledovaném území registruje Česká geologická služba řadu sesuvů:

- | | |
|---------|---|
| č. 11 | km 22,513 – 22,665, dočasně uklidněný, po obou stranách trati |
| č. 5711 | km 22,665 – 22,865, potenciální, zamokřený, sklon svahu 8°, dokumentace 1984, revize 2004, po obou stranách trati |

- č. 4048 km 22,962 – 23,319, potenciální, sklon 10°, dokumentace 1962, revize 2008, suchý, blokový posuv, nad tratí
- č. 894 km 23,475 – 24,164, blokový posuv, potenciální, stabilizovaný, suchý, dokumentace 1962, revize 2008, sklon 22°, nad tratí
- č. 7354 km 24,164 – 24,200, potenciální, suchý, sklon 10°, dokumentace 2004, revize 2004, pod tratí
- č. 14 km 24,200 – 24,400, aktivní sesuv z r. 2013, sanovaný
- č. 7353 km 24,400 – 24,685, potenciální, blokový posuv, sklon 12°, suchý, dokumentace 2004, revize 2004, nad tratí
- č. 5707 km 24,400 – 24,566, **aktivní**, sklon 10°, suchý, dokumentace 1984, revize 2007, pod tratí
- č. 5 km 24,566 – 24,623, dočasně uklidněný, pod tratí

Obr. 3 Mapa sesuvných oblastí a svahových nestabilit



Registr sesuvů - Geofond

Bodové

▲ ostatní

Plošné

■ aktivní

■ ostatní

Registr svahových nestabilit ČGS

Plošné

■ Aktivní

■ Dočasně uklidněné

4.2 Terénní práce

Při rekognoskaci terénu byly zaznamenány sesuvné aktivity a pořízena fotodokumentace. U každého dokumentovaného úseku je přiřazeno i číslo registrovaného sesuvu, s nímž pravděpodobně popsané jevy souvisí.

22,355 – 22,430 km: nestabilní násep, ukloněné stromy včetně náletů, erozní rýhy, nad vtokem ve 22,355 opravy z pražců, svršek již byl opravován (nové kamenivo), okraj dočasně uklidněného sesuvu č. 11



erozní rýhy v násypu



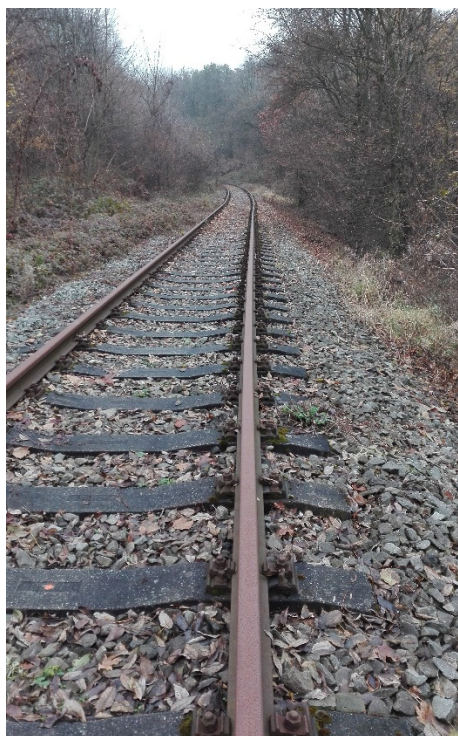
opravy z pražců nad propustkem v km 22,355



22,55 – 22,65 km: rozbití GPK, kolej už byla opravována, ohnuté stromy, území dočasně uklidněného sesuvu č. 11



23,160 KM: rozbití GPK, stromy nejsou nakloněné, území potenciálního sesuvu 4048



23,55 km: ohnuté stromy včetně náletů, rozbitá GPK, aktivní svah, území potenciálního sesuvu 894





24,100 – 24,200 km: za sesuvem směr Radejčín, erozní rýhy v náspu, ohnuté stromy na obou svazích včetně náletových dřevin (svah v pohybu), území potenciálního sesuvu 7354 pod tratí



24,4 km: stříh koleje do vzdálenosti 10 m za sesuvem č. 14 z r. 2013, dnes již sanovaným



24,53 km: rozbitá GPK v zatáčce, území potenciálního sesuvu 7353 nad tratí a aktivního sesuvu 5707 pod tratí. Trať vedena v mírném zářezu.



24,60 - 24,61 km: rozbitá GPK, zakřivené stromy na JV svahu náspu (pod tratí), erozní rýhy v náspu, zabezpečení koleje pražcem. Úsek se nachází v okrajové části dočasně uklidněného sesuvu č. 5, který zasahuje až těsně k trati.



24,8 km: rozbitá GPK, zakřivené stromy na JV svahu náspu (pod tratí) – mimo území registrovaných sesuvů. Násep je dlouhodobě nestabilní, protože jsou zakřivené starší stromy i náletové dřeviny.



25,069 km: vykloněné gabiony radejčinské opěry přejezdu



25,500 – 25,700 km: propady koleje



4.3 Výsledky prací

Rešerší dostupných podkladů a porovnáním se stávajícím stavem trati bylo zjištěno, že současné projevy nestability mají převážně souvislost s již registrovanými sesuvy, které jsou evidovány Českou geologickou službou převážně jako potenciální nebo dočasně uklidněné, ale přesto dochází v určitých časových cyklech k jejich aktivaci. Výsledkem jsou potom poruchy železničního náspu a geometrické polohy koleje.

Objednatel byl požadován návrh inženýrsko-geologického průzkumu nejen v přerušené části trati, tj. ve staničení 24,200 – 24,400 km, ale i v dalších úsecích:

- km 22,300 – 22,370, zadání: trať vedena po náspu výšky 7m, dochází k poruchám GPK ve čtyřletých cyklech. Bylo zjištěno, že problematický úsek je delší a zasahuje až do km 22,430, což je již v blízkosti okrajové části dočasně uklidněného sesuvu č. 11. Zjištěny projevy nestability i velmi mladého data (ohyb starších stromů i náletových dřevin), v náspu jsou erozní rýhy. Dosud zde nebyl proveden žádný průzkum. Navržen průzkumný profil ve staničení 22,355 km.
- km 22,500 – 22,700, zadání: trať je vedena ve svahu po náspu výšky 10m. Od r. 1993 dochází k poruchám GPK v ročním cyklu. V r. 2003 byl proveden průzkum a navržena sanace, v r. 2005 byl zpracován hydrogeologický posudek a nový návrh sanace, ale realizace neproběhla ani v jedné z etap. Území se kryje s plochou registrovaného sesuvu č. 11, dočasně uklidněného. Podle vnějších projevů ovšem došlo k jeho oživení. Navržen průzkumný profil v km 22,650.
- km 25,500 – 25,700, zadání: trať je vedena na mírném svahu po náspu výšky 2 m. Dochází k poruchám GPK ve tříletých cyklech. Dosud zde nebyl proveden průzkum. Území se nachází zcela mimo registrované sesuvné oblasti. Navržen průzkum v místě nejmarkantnějších poruch v km 25,565 a 25,625.

Kromě toho byly zjištěny další problematické úseky s projevy nestability, které se nacházejí v území registrovaných sesuvů:

- km 22,900 – 23,160: území potenciálního sesuvu č. 4048. Doporučujeme zde provést průzkum, zaměřený na násep (poruchy GPK v km 23,160) od opěrné zdi dále (zaznamenáno vyboulení zdi v km 22,900 vlevo). Navržen průzkum v km 23,060.
- km 23,500 – 23,720: území potenciálního sesuvu č. 894 nad tratí. Byly zjištěny poruchy GPK a projevy starší svahové nestability pod tratí. Toto území je již monitorováno v souvislosti s dálnicí D8 a je v současné době považováno za stabilní. V návaznosti na monitoring D8 a v zájmu komplexnosti sledování byl pro průzkumnou linii vytipován úsek 23,375 km.

- km 24,100 – 24,200: v těsném sousedství hlavního sesuvu z r. 2013, jedná se o území potenciálního sesuvu č. 7354 pod tratí. Projevy nestability zjištěny po obou stranách tratí. Navržen průzkum v km 24,115.
- km 24,500 – 24,800: území dočasně uklidněného sesuvu č. 5 a **aktivního sesuvu č. 5707** pod tratí a potenciálního sesuvu 7353 nad tratí. V celém úseku poruchy GPK a projevy svahové nestability. Navržen průzkum v km 24,530.

Další poruchy byly zjištěny již mimo evidovaná sesuvná území:

- km 24,800 – 24,894: pravostranný odřez zpevněn kamennými žebry, v km 24,885 pokles koleje. Zde je navržen průzkum.
- km 25,000 – 25,069 (podjezd): pokřivené stromy po obou stranách násypu, nadjezd prorýsaný, kolej před ním i za ním pokleslá, vykloněné gabiony před nadjezdem (radejčinská opěra, pro kterou je navržen průzkum).
- km 25,100 – 25,130: pokles koleje, zakřivené stromy v násypu vlevo. Průzkum v km 25,115.
- km 25,210 – 25,230: pokles koleje včetně nástupiště v Dobkovičkách. Navržen průzkum v km 25,210.
- km 25,570 – 25,580: pokles koleje, ohnuté stromy v násypu. Navržen průzkum v km 25,565.
- km 25,620 – 25,630: pokles koleje, ohnuté stromy v násypu, propustek funkční. Navržen průzkum v km 25,625.

4.4 Geofyzikální měření

Požadavkem je ověřit vlastnosti horninového prostředí z hlediska možných sesuvů v linii trati v délce 3.4 km. Doporučujeme proměřit celý úsek při patě násypů odporovým profilováním (OP) s krokem 10 m. Odporové profilování sleduje odporové změny v horninách podél profilu a rozčlení tak celý úsek na kvazihomogenní bloky. V ose koleje bude provedeno měření georadarem. V několika místech, významných z hlediska možných svahových pohybů, doporučujeme proměřit svahové profily detailnějším komplexem geofyzikálních metod.

Navrhujeme na těchto profilech aplikovat:

- multielektrodové odporové měření (MEM) nebo vertikální elektrické sondování (VES) a detailní odporové profilování (OP) – podle terénních podmínek,
- mělkou refrakční seismiku MRS.

Uvedené metody řeší úlohu z hlediska dvou fyzikálních vlastností horninového prostředí – měrných odporů, které závisí na litologii pokryvu a podložních hornin, a rychlosti seismických vln, které závisí na jejich pevnosti.

Odporové metody (sondování, profilování a multielektrodové měření) využívají pro určení subhorizontálních hranic v horninovém prostředí jejich odporového kontrastu. Odporové sondování určuje hloubku litologických vrstev v daném bodě na základě měření změn měrného odporu s hloubkou. Odporové profilování sleduje změny odporů podél profilu. Multielektrodové měření dává komplexní 2D odporový model podél profilu (odporový řez), ale tento model je hloubkově poměrně relativní a jeho interpretace v absolutních hodnotách hloubek vyžaduje výsledky předchozích dvou metod.

Seismická metoda je poměrně jednoznačná ve sledování rozhraní nezpevněných a nakypřených sedimentů (kvartérní sedimenty, popř. materiál sesuvu) a pevnějších podložních hornin, jež se liší řádově svými seismickými rychlostmi od pokryvu.

Vzhledem k tomu, že kontrasty fyzikálních vlastností, jak měrných odporů, tak i seismických rychlostí, nemusí být dostatečně velké, je nutno kombinovat obě metody, lišící se svým fyzikálním principem v charakterizaci zastoupených materiálů.

Nedoporučujeme železniční trať proměřit georadarem z důvodu malého hloubkového dosahu v horninách o velmi nízkém měrném odporu, které se zde nacházejí. Železniční trať probíhá většinou v násypu o mocnosti až 10 m a georadar by tak mapoval pouze přepovrchovou část násypů.

4.5 Vrtné práce

V sesuvných oblastech doporučujeme provedení průzkumných vrtů v liniích, kolmých k trase železnice, přičemž každá linie bude tvořena 3 - 4 vrtů a doplněna geodetickými monitorovacími body pro sledování svahových pohybů. Linie bude začínat vždy vrtem ve svahu nad tělesem dráhy, osazeným buď perforovanou pažnicí pro sledování podzemní vody nebo inklinometrem, dále bude proveden průzkumný vrt v ose koleje a v patě násypu a poslední ve svahu pod tratí. Vybrané vrtů budou vystrojeny pro sledování hladiny podzemní vody nebo inklinometrické měření. Pro monitoring budou rovněž využívány stávající vrtů z monitorovací sítě pro D8. Hloubky vrtů v ose koleje předpokládáme cca 12-15m (podle výšky násypu tak, aby vrt zasahoval do hl. 5m do podloží). Mimo sesuvné oblasti budou využity inženýrsko-geologické jádrové vrtů nevystrojené, vždy vrt v ose koleje do podloží násypu, vrt nad tratí do hl. 10 m a vrt pod tratí do hl. 12 m. Před zahájením vrtných prací inženýrsko-geologického průzkumu bude realizováno geofyzikální měření, na jehož základě bude upřesněna pozice nebo i hloubka jednotlivých vrtů, aby byl získán komplexní obraz podloží. Předpokládaný rozsah vrtných prací je shrnut v následujících tabulkách:

Tab. 1 Průzkum sesuvných oblastí

ÚSEK	22,355	22,570	22,650	23,060	23,375	23,550	24,115	24,530
nad tratí	1 HG vrt 10m	1 HG vrt 10m	1 IK vrt 15m	1 HG vrt 10m		1 IK vrt 15m		1 IK vrt 15m
v kolejišti	1 IG vrt 12m	1 IG vrt 15m	1 IG vrt 15m	1 IG vrt 12m	1 IG vrt 20m	1 IG vrt 12m	1 IG vrt 16m	1 IG vrt 12m
na patě	1 IK vrt 25m	1 IK vrt 25m	1 HG vrt 20m	1 IK vrt 25m	Využití HG-C3	1 IK vrt 25m	1 IK vrt 25m	1 IK vrt 25m
ve svahu			1 IK vrt 20m		1 IG vrt 25m	1 IG vrt 20m		

Tab. 2 Průzkum oblastí bez registrovaných nebo evidovaných sesuvů

ÚSEK	24,885	25,069	25,115	25,565	25,625
nad tratí			1 IK vrt 20m	1 IG vrt 10m	1 IG vrt 10m
v kolejišti	1 IG vrt 12m	1 IG vrt 16m	1 IG vrt 12m	1 IG vrt 15m	1 IG vrt 15m
na patě	1 IK vrt 20m	1 IG vrt 10m		1 IG vrt 12m	1 IG vrt 12m

Tab. 3 Souhrn průzkumných prací

označení vrtu	číslo	staničení	inženýrsko-geologický vrt	hydrogeologický vrt	inklinometrický vrt	geofyzikální profil
HG	1	22,355	10	10		105
IG	2	22,355	12			
IK	3	22,355	25		25	
HG	4	22,564	10	10		140
IG	5	22,564	15			
IK	6	22,564	25		25	
IK	7	22,650	15		15	155
IG	8	22,650	15			
HG	9	22,650	20	20		
IK	10	22,650	20		20	
HG	11	23,060	10	10		80
IG	12	23,060	12			
IK	13	23,060	25		25	
IG	14	23,375	20			115
IK	15	23,375	25		25	
IK	16	23,550	15		15	140
IG	17	23,550	12			
IK	18	23,550	25		25	
IG	19	23,550	20	20		
IG	20	23,700	20			
IG	21	24,115	16			110
IK	22	24,115	25		25	
IK	23	24,530	15		15	140

označení vrtu	číslo	staničení	inženýrsko-geologický vrt	hydrogeologický vrt	inklinometrický vrt	geofyzikální profil
IG	24	24,530	12			
IK	25	24,530	25		25	
IG	26	24,885	12			
IK	27	24,885	20		20	
IG	28	25,069	16			
IG	29	25,069	10			
IK	30	25,115	20		20	
IG	31	25,115	12			
IG	32	25,210	12			
IG	33	25,565	10			
IG	34	25,565	15			
IG	35	25,565	12			
IG	36	25,625	10			
IG	37	25,625	15			
IG	38	25,625	12			
metráž			620	70	280	985

Mimo profily budou provedeny samostatné doplňující vrtů v km 23,700km (IG vrt hl. 20m) a 25,210km (IG vrt hl. 12m). Celkem tedy bude provedeno 38 vrtů s celkovou metráží 620 bm, z toho 270 bm inženýrsko-geologických průzkumných vrtů, 70 bm trvale vystrojených hydrogeologických vrtů a 280 bm inklinometrických vrtů. Ze všech vrtů bude pořízena fotodokumentace a odebrány vzorky zemin za účelem zatřídění a stanovení směrných charakteristik, z nichž bude možno stanovit stupeň stability svahu. Na základě výsledků průzkumu bude vypracován návrh opatření ke stabilizaci trati v řešených úsecích. Rovněž bude třeba trať dále monitorovat v ročních časových cyklech a v případě přívalových srážek i častěji.

V rámci geofyzikálního průzkumu bude proměřen celý sledovaný úsek trati v délce 3,4 km odporovým profilováním a dále bude provedeno měření v příčných profilech v oblastech s registrovanými nebo evidovanými sesuvy v celkové délce 985 m s využitím kombinace výše uvedených metod.

5 ZÁVĚR

V rámci zakázky „Zajištění provozních parametrů trati Řetenice – Lovosice“ byl navržen geotechnický a geofyzikální průzkum, jehož úkolem je ověřit stav a stabilitu podloží trati v úseku, který je v současné době uzavřen. Jedná se o širší okolí sesuvu pod lomem na jv. úbočí Kubačky, přičemž sledovaný úsek je vymezen staničením 22,300 – 25,700 km.

Návrh průzkumu vycházel ze zadávací dokumentace, kde objednavatel vymezil části trati, na nichž dochází k poruchám v různých časových cyklech, takže jsou nutné opravy svršku a podbíjení kolejnic. Dále byla provedena rekognoskace terénu nejen ve vymezených částech, ale v celé délce sledovaného úseku. Byly zaznamenány projevy nestability i poruchy GPK a pořízena

fotodokumentace. Součástí přípravných prací byla také archivní rešerše dostupných podkladů z ČGS a ze současného monitoringu přilehlé části trasy dálnice D8.

Na základě všech dostupných informací byl zpracován návrh předběžného průzkumu, soustředěného do míst s nejmarkantnějšími poruchami nebo nejvyšší mírou ohrožení sesuvnou činností. Průzkumné práce zahrnují geofyzikální měření a vrtný průzkum. Území vlastního sesuvu z r. 2013 bude řešeno až v další etapě prací, kdy bude rozhodnuto o výběru nejvhodnější varianty obnovení poničené části trati, tedy jestli bude trať vedena po násypu nebo jestli bude problematický úsek přemostěn.

6 POUŽITÁ LITERATURA

Ladman, Z.: Projekt průzkumu sesuvu žel. náspu u zastávky Radejčín v km 22,5-22,7 trati Úpořiny – Lovosice, 2003

Ladman, Z.: Sanace žel. náspu u zastávky Radejčín v km 22,5-22,7, podrobný IGP, 2003

Geotechnika, a.s.: Zpráva o prohlídce žel. náspu v km 22,5-22,7 trati Úpořiny – Lovosice, 2005

Geotechnika, a.s.: Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek ve vrtech JVR3 a JVR4, 2005

ČGS Geofond: Mapové aplikace

Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa, Academia, Praha

Chlupáč, I. (2002): Geologická minulost ČR. Academia, Praha

Ústí nad Labem, listopad 2016

Zpracovali: Ing. Martin Komín

RNDr. Jana Valachová

Odpovědný řešitel: RNDr. Jana Valachová

Schválila: Ing. Martina Štrosová
jednatelka společnosti
AZ Consult, spol. s r.o.