MODERNIZÁCIA ŽELEZNIČNEJ TRATE V ÚSEKU ŠTÁTNA HRANICA SR/ČR – Čadca – Krásno nad Kysucou



Geologická štúdia

11/2024

REMING CONSULT a.s., Tomášikova 64/A, 831 04 Bratislava

Projekt	**Geologická štúdia navrhovanej činnosti „Modernizácia železničnej trate v úseku štátna hranica SR/ČR – Čadca – Krásno nad Kysucou**
Dátum vypracovania	11/2024
Objednávateľ	Železnice Slovenskej republiky Klemensova 8 813 61 Bratislava
Spracovateľ	REMING CONSULT a.s. Tomášikova 14366/64A 831 04 Bratislava
Zodpovedný riešiteľ	Mgr. Silvia Hudečková inžinierská geológia a hydrogeológia

Obsah

1. Stručná charakteristika územia 4
2. Geomorfologické pomery 4
3. Klimatické pomery 6
4. Seizmicita 6
5. Geologické pomery 6
6. Inžinierskogeologická charakteristika 11
7. Geodynamické javy 13
8. Hydrogeologická charakteristika 16
9. Ložiská nerastných surovín 17
10. Významné geologické lokality 17
11. Environmentálne záťaže 17
12. Preventívne sanačné opatrenia v miestach svahových deformácií 19
13. Použité zdroje údajov 20

1. Stručná charakteristika územia

Záujmové územie koridoru železničnej trate sa nachádza v severnej časti Slovenska, v Žilinskom samosprávnom kraji v okrese Čadca. Dotknuté obce a katastrálne územia uvádza tabuľka nižšie:

Tab. 1. Umiestnenie navrhovanej činnosti

Kraj	Okres	Obce	Katastrálne územie
Žilinský	Čadca	Krásno nad Kysucou	Krásno nad Kysucou
		Čadca	Horelica
			Čadca

2. Geomorfologické pomery

Podľa geomorfologického členenia Slovenska (Kočický a Ivanič, 2011, ŠGÚDŠ) Patrí hodnotený úsek železničnej trate do Alpsko-himalájskej sústavy, Karpatskej podsústavy a do provincie Západných Karpát. Celá časť železničnej trate zasahuje do subprovincie Vonkajších Západných Karpát, s oblasťami Západné Beskydy, Stredné Beskydy a Slovensko-moravské Karpaty. Členenie celého úseku podľa zámeru do nižších geomorfologických jednotiek uvádza nasledujúca tabuľka:

Tab. 2. Geomorfologické členenie dotknutého územia (Kočický a Ivanič, 2011, ŠGÚDŠ)

Sústava	Podsústava	Provincia	Subprovincia	Oblasť	Celok	Podcelok
Alpsko - Himalájska	Karpaty	Západné Karpaty	Vonkajšie Západné Karpaty	Západné Beskydy	Turzovská vrchovina	Hornokysucké podolie
				Stredné Beskydy	Kysucká vrchovina	Krasňanská kotlina
						Vojenné
				Slovensko-moravské Karpaty	Javorníky	Vysoké Javorníky
						Nízke Javorníky

Južný úsek železničnej trate začína v meste Krásno nad Kysucou, nachádza sa v geomorfologickom celku Kysucká vrchovina a v jeho podcelku Vojenné. Kysucká vrchovina je rozľahlý vrchovinný masív, kde sa striedajú kopce s hlbokými údoliami. Vojenné zaberá centrálnu časť Kysuckej vrchoviny a susedí na severovýchode s podcelkom Ošust (podcelok Oravských Beskýd), nasleduje Bystrická brázda, Rača (podcelok Kysuckých Beskýd) a Krásňanská kotlina. Údolím Kysuce na západnom okraji Vojenného vedie hranica s Nízkymi Javorníkmi (podcelok Javorníkov) a južným smerom pokračuje Kysucká vrchovina podcelkom Kysucké bradlá. Na východe susedí Oravská Magura s podcelkom Paráč a Podbeskydská vrchovina.

Ďalej trať pokračuje smerom na sever cez geomorfologický celok Javorníky, podcelok Nízke Javorníky a jeho časť Ochodnická vrchovina. Javorníky tvoria na západe časť štátnej hranice medzi Slovenskom a Českom. Ochodnická vrchovina zaberá pás územia na západnom brehu rieky Kysuca, leží na východnom okraji podcelku Nízke Javorníky. Ochodnícka vrchovina susedí na severozápade s geomorfologickou časťou Rakovská hornatina (časť Vysokých Javorníkov), na západe pokračujú Nízke Javorníky časti Javornícka brázda a na juhovýchode časti Kysucká kotlina. Severovýchodným smerom susedí Kysucká vrchovina s podcelkom Vojennej a na severe krátkym úsekom aj s Krasňanskou kotlinou.

V centrálnej časti trať opäť prechádza celkom Kysucká vrchovina a jeho podcelkom Krasňanská kotlina. Tá zaberá najsevernejšiu časť územia v údolí Kysuce v okolí mesta

Krásno nad Kysucou. Zaberá severnú časť Kysuckej vrchoviny a je jej najmenším podcelkom. Na severe a východe susedia Kysucké Beskydy s podcelkami Rača a Javorský Beskyd, západným smerom na krátkom úseku susedí Hornokysucké podolie (podcelok Turzovskej vrchoviny) a nad údolie vystupujú Javorníky s podcelkami Vysoké Javorníky a Nízke Javorníky. Južným smerom pokračuje Kysucká vrchovina podcelkom Vojenné.

Ďalej trať pokračuje do podcelku Vysoké Javorníky s časťou Rakovská hornatina, ktorá zaberá celú severnú časť pohoria, pozdĺž južného brehu rieky Kysuca. Severný okraj vymedzuje Hornokysucké podolie (podcelok Turzovskej vrchoviny) s údolím Kysuce, západným smerom pokračujú Vysoké Javorníky časťou Javornícka hornatina a juhovýchodne nadväzujú časti Nízkych Javorníkov, Javornícka brázda a Ochodnická vrchovina. Na východnom okraji leží Krásňanská kotlina, podcelok Kysuckej vrchoviny.

V blízkosti mesta Čadca trať vstupuje do najsevernejšieho celku Turzovskej vrchoviny a podcelku Hornokysucké podolie. Zaberá úzky pás v južnej časti územia, tiahnuci sa zo západu na východ v blízkosti rieky Kysuce. Na severe susedí na krátkom úseku s Jablunkovským medzihorím, potom však už pokračuje Turzovská vrchovina podcelkami Predné vrchy a Zadné vrchy. Na západe a celom juhu až po Čadcu Hornokysucké podolie lemujú Vysoké Javorníky (podcelok Javorníkov), východným smerom v údolí Kysuce nadväzuje Krásňanská kotlina (podcelok Kysuckej vrchoviny) a následne Javorský Beskyd, patriaci do Kysuckých Beskýd.

Reliéf dotknutého územia je rozčlenený na riečne doliny, chrbty a rôzne iné geomorfologické tvary, čo je výsledkom geologických a geomorfologických síl a procesov od mladších treťohôr až dodnes. Os horského pásma pohoria Javorníky tvorí málo rozčlenený chrbát, budovaný masívnymi paleogénnymi pieskovcami flyša. Severná časť pohoria predstavuje masívny hornatinový reliéf, južnejšia a nižšia časť prestavujú vrchovinový reliéf. Turzovská vrchovina je rozpojené pohorie bez súvislého hlavného chrbta, budujú ju súvrstvia paleogénnych flyšových pieskovcov a vápenitých ílovcov. Reliéf pohoria má vrchovinový, pomerne hladký charakter. Mimoriadne pestrý reliéf rozpojeného pohoria Kysuckej vrchoviny má pahorkatinový, podvrchovinový až hornatinový charakter, naniektorých miestach vystupujú veľké bradlá v tvare kozích chrbtov (Tremboš a Minár, 2002, Atlas krajiny SR).



Obr. 1. Výrez Geomorfologickej mapy SR (Mapový portál ŠGÚDŠ 2024, apl.geology.sk)

Trasa železnice sa z najväčšej časti nachádza v oblasti Slovensko–moravských Karpát a v celku Javorníky - od stanice Krásno nad Kysucou až po južnú časť mesta Čadca, v osade U Mravca. Z geomorfologického hľadiska ide o masívny hornatinný reliéf Vysokých Javorníkov. Masív Kýčerky vystupuje ako výrazná morfologická elevácia, ohraničená na východnej strane tokom rieky Kysuca. Masív je rozčlenený výraznými depresiami, ktoré vznikli erózno–denudačnými procesmi na miestach, kde horninové podložie tvoria prevažne ílovcové komplexy, alebo sú horniny výrazne tektonicky oslabené (zlomové pásma a násunové línie príkrovov). Tento fakt spolu s klimatickými pomermi podmieňuje vznik početným svahovým deformáciám rozličného charakteru, rozsahu i aktivity. Najmä v pätách svahov sa nachádzajú mohutné akumulácie zosuvných delúvií, častokrát druhotne premodelované eróznou činnosťou rieky Kysuca a jej prítokov, ako aj plošnou eróziou (napríklad v dobách odlesnenia počas valašskej kolonizácie), takže pôvodné charakteristické črty zosuvných delúvií sú dnes zastreté. Mnohé dodnes viditeľné morfologické tvary najmä blokových deformácií a poklesov nie sú bohužiaľ dokonca zanesené ani v základných topografických mapách územia (CAD–ECO a.s, 2012).

3. Klimatické pomery

Dotknutý úsek železničnej trate sa radí do mierne teplej oblasti, mierne teplého okrsku, veľmi vlhkej vrchovinovej oblasti, s mierne chladným, horským klimaticko-geografickým typom klímy (Dubcová et al. 2008). Priemerná teplota v mikroregióne v júli dosahuje 17 - 18 °C, priemerná teplota v januári je -1 - -2 °C, priemerná ročná teplota sa pohybuje na úrovni 7 - 8 °C. So stúpajúcou nadmorskou výškou klesá priemerná ročná teplota o 0,6 °C na každých 100 m. Počet letných dní je 30 - 40 ročne. Maximum zrážkovej činnosti pripadá na letné mesiace v období letných búrok, minimum je naopak v zimných mesiacoch. Počet dní so snehovou pokrývkou je ročne 80 – 120 dní, v najvyšších polohách až do 180 dní.

4. Seizmicita

Z hľadiska ohrozenia územia seizmicitou (Schenk, et al., 2002, Atlas krajiny SR) je dotknuté územie zaradené do 7° stupnice makroseizmickej intenzity (MSK-64). Podľa mapy seizmického ohrozenia územia Slovenska v hodnotách makroseizmickej intenzity pre 475-ročnú návratovú periódu (GFÚ SAV, 2012) sa záujmové územie nachádza v hodnote 7 ° MSK-64. Podľa mapy seizmického ohrozenia územia Slovenska v hodnotách špičkového zrýchlenia na skalnom podloží pre 475-ročnú návratovú periódu sa záujmové územie nachádza v oblasti s hodnotou 0,2 – 0,4 m/s^2, ktorá môže byť s pravdepodobnosťou 10 % prekročená počas 50 rokov.

Podľa normy STN EN 1998-1/NA/Z2 patrí dotknuté územie do oblasti seizmického ohrozenia s hodnotou referenčného špičkového seizmického zrýchlenia 0,4 m/s^2.

5. Geologické pomery

V zmysle regionálneho geologického členenia (Maheľ et al., 1967) je širšie územie v okolí navrhovanej činnosti budované horninami geotektonickej jednotky Vonkajšie Západné Karpaty. Dotknutý úsek navrhovanej trate zasahuje rozličnou mierou do nižšie opísaných geologických celkov, budujúcich dotknuté územie.

Všetky horninové komplexy sú intenzívne tektonicky porušené a prestúpené zlomovými poruchami, príkrovovými líniami, sú zvrásnené, s premenlivým sklonom uloženia vrstiev. Na kontakte tektonických jednotiek a v zónach tektonického porušenia sú horniny uložené s veľmi strmým úklonom. Celkove prevládajú skalné a poloskalné flyšoidné horniny račianskej jednotky Magurského príkrovu flyšového pásma s rozličným zastúpením ílovcov, siltovcov, pieskovcov a zlepencov, paleogénneho a kriedového veku. V širšom okolí trasy sa vyskytujú horniny nasledujúcich súvrství:

- **zlínske súvrstvie s.l.** predstavuje v regióne Kysúc najrozšírenejší litologický komplex, ktorý možno rozčleniť nasledovne:
- ***zlínske súvrstvie*** je budované vápnitými ílovcami bystrického typu. Tieto sú prevažne hnedozelené, s čriepkovitým rozpadom a lastúrnatým lomom. Hrúbka vrstiev ílovcov dosahuje 20 cm až 4 m. Okrem nich sú tu zastúpené i jemno až strednozrnné sivohnedé až sivomodré drobové pieskovce so zvýšeným podielom muskovitu, so závalkami ílovcov a zuhoľnatenou rastlinnou sečkou, pričom hrúbka vrstiev je 10 cm až 5 m, ďalej kremenné pieskovce s glaukonitom s gradačným zvrstvením a hrúbkou vrstiev 10 cm až 1,5 m. Menej sa vyskytujú vrstvy laminovaných siltovcov.
- ***kýčerské vrstvy*** predstavujú hrubovrstevnatý flyšový pieskovcový komplex, kde dominujú modrosivé drobové až kremenné pieskovce hrúbky 0,2 – 4 m. Vo vrchnej časti lavíc sa nachádzajú závalky ílovcov, rastlinná preuhoľnatená sečka a muskovit. Pieskovce sú gradačne zvrstvené, v hornej časti prechádzajú do piesčitého ílovca. Hrúbka komplexu kýčerských vrstiev dosahuje 300 – 800 m. Štruktúry s kýčerskými pieskovcami tvoria štruktúrnu kostru územia.
- ***vsetínske vrstvy*** sú charakterizované predovšetkým prevahou hrubých vrstiev lastúrnato až guľovito odlučných siltovitých ílovcov s lavicami jemno až strednozrnných pieskovcov s glaukonitom. Menej sa vyskytujú kremenné pieskovce s glaukonitom. Zastúpenie jednotlivých fácií je rozličné v tej–ktorej lokalite.

  Vyznačujú sa prevahou ílovcov nad pieskovcami 2 : 1 až 10 : 1, striedajú sa vrstvy lastúmato až guľovito odlučných siltovitých nevápnitých ílovcov s lavicami jemno- až strednozrnných pieskovcov. Pieskovce sa vyskytujú v nepravidelných až niekoľko metrov od seba vzdialených polohách, pri báze sú mnohé lavice hrubozrnné. Prevládajú jemnozrnné modrosivé pieskovce s vápnitým a kremitým tmelom (sklovitý lom), ktoré tvoria lavice hrúbky 30-100 cm, miestami až 6 m. ílovce sú vápnité, hnedozelenej farby, tenkolaminované, zriedkavo aj hrubodoskovité, hrubé 0,5-12 m, s lastúrnatým rozpadom. Vo vyššej časti súvrstvia sa vyskytujú čokoládovohnedé, lastúmato odlučné, vápnité ílovce vo vrstvách 30 - 200 cm. Sporadicky sa vyskytujú vrstvičky pelokarbonátov (slieňov), resp. tufitických bielych ílovcov.
- ***oščadnické vrstvy*** predstavujú fáciu s tenšími vrstvami jemno až strednozrnných pieskovcov a hnedosivých až zelených ílovcov. Pieskovce sú pomerne pestré, prevažne kremenné a arkózové. Ojedinele sa vyskytujú hrubšie variety zelených pieskovcov až zlepencov pestrého petrografického zloženia. Ílovce sú prevažne nevápnité, dosahujú hrúbku 1 – 15 cm, menej sa vyskytujú hnedosivé siltovité ílovce s hrúbkou vrstiev 25 – 320 cm. Pomer pieskovcov k ílovcom varíruje v rozsahu 0,5 – 1,2. Oproti vsetínským vrstvám sú pestrjšie čo do obsahu pieskovcov a majú vyšší index zvrstvenia.
- ***bystrické vrstvy*** tvoria mohutný flyšový komplex, v ktorom prevládajú polohy hnedozelených a sivých siltových vápnitých ílovcov, miestami hrubých až 12 m. Bežne

obsahujú rastlinnú drvinu (sečku) a sľudnatú prímes. Ílovce sú bežne spevnené a tvoria doskovité (do 4 m) tvrdé siltové slieňovce s lastúrnatým rozpadom (,,latcký typ").

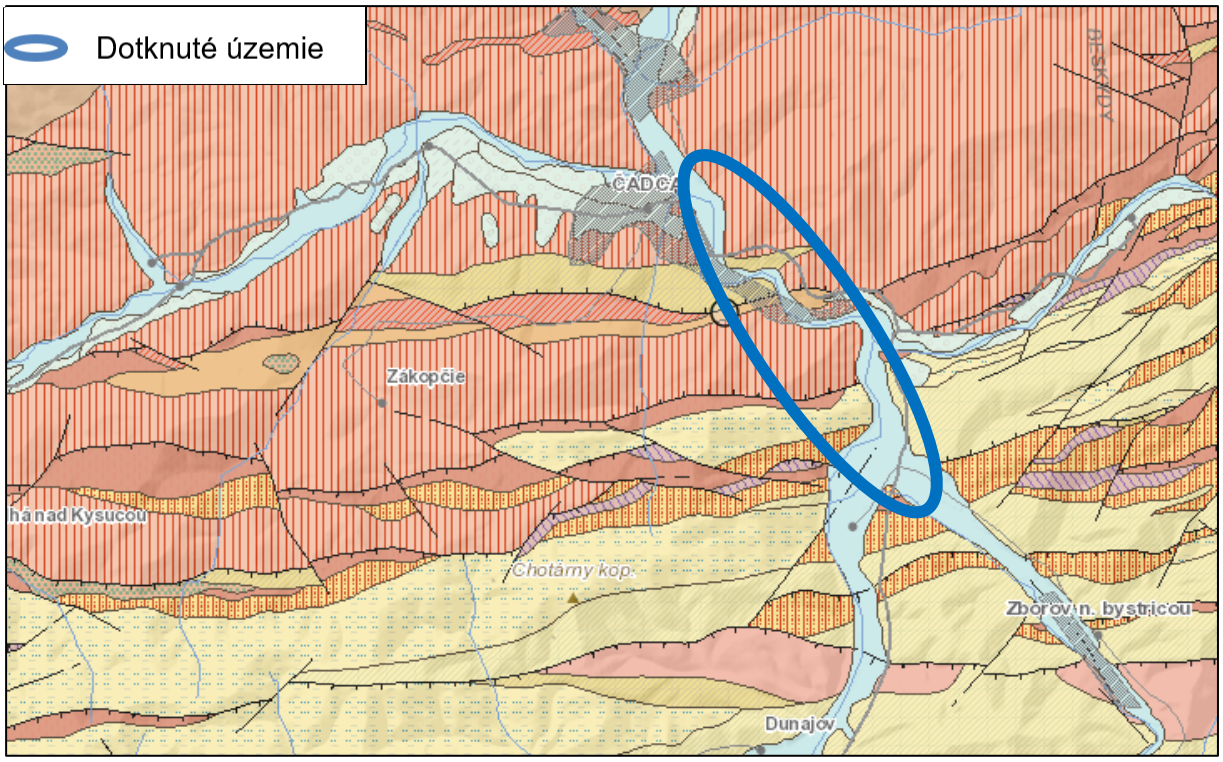
- ***pasierbiecke pieskovce*** predstavujú pieskovce s glaukonitom vo výraznej prevahe nad zelenými ílovcami bystrického typu. Hrúbka vrstiev dosahuje 0,15 – 2 m, pričom pieskovce sú stredno až hrubozrnné, arkózové a kremenné. Pomer pieskovcov k ílovcom je 1,2 – 8. Hrúbka komplexu dosahuje 150 – 350 m.
- ***babišské vrstvy*** predstavujú striedanie glaukonitových a „kýčerských" pieskovcov, ílovce bystrického typu (flyš)
- **Vychylovské súvrstvie** je to flyšové súvrstvie, v ktorom sa belovežský faciotyp strieda s bystrickým a v smere do nadložia postupne narastá podiel ílovcov bystrického typu. Pôvodne bola oblasť výskytu definovaná len pre bystrickú litofaciálno-tektonickú čiastka45 vú jednotku (Potfaj, 1989). Ukázalo sa, že litofaciálne aj vekovo zhodné súvrstvie so zodpovedajúcou stratigrafickou pozíciou sa v obmedzenej miere vyskytuje aj v račianskej čiastkovej jednotke, v jej severnejšom vrstvovom slede. Za typický vývoj vychylovského súvrstvia možno pokladať výskyt s. od Husárika (J od Čadce) a v tomto pruhu ďalej na západ. Východne od osady Rieka (J od Čadce) vystupujú na povrch vrstvy tvrdých zelenosivých strednozmných drobových pieskovcov hrúbky 0,2 - 1 m. Spodné plochy vrstiev nesú stopy po vtláčaní a vo vrchnej časti lavíc pozorujeme krivolupeňovitú odlučnosť.
- **Belovežské súvrstvie** predstavuje tenko až strednovrstevný flyš. Budovaný je prevažne jemnozrnnými pieskovcami a sivozelenými až hnedými ílovcami, pričom pomer pieskovcov k ílovcom dosahuje 0,7 až 1,5.
- ***dedovské vrstvy*** sú podobné ostatným členom belovežského súvrstvia, vyznačujú sa však vyššou faciálnou pestrosťou. Budované sú stredno až hrubozrnnými pieskovcami, sivými a okrovými ílovcami a slieňmi, vyskytujú sa i glaukonitické pieskovce;
- ***vrchné belovežské vrstvy*** sú budované tenkovrstevným rytmickým flyšom šikmo zvrstvených jemnozrnných pieskovcov s hojným muskovitom a organickou sečkou na plochách laminácie, ktorý plynule prechádza do siltovitého ílovca tmavozelenej resp. modrosivej farby. Vrstvy pieskovca sú hrubé cca 1 – 8 cm, ílovcové vrstvy asi 1 – 5 cm. Vzájomný pomer pieskovca a ílovca je 0,3 – 1,2. Vo vyššej časti súvrstvia sa vyskytujú i sivé paralelne laminované jemnozrnné pieskovce hrúbky 30 – 60 cm;
- ***spodné belovežské vrstvy*** sú označované aj ako „pestré vrstvy" predstavujú jednu z typických fácií magurského flyšu. V komplexe sa vyskytujú charakteristické červenohnedé, bordové a sivozelené ílovce. Ílovce majú tenkodoštičkovitý až čriepkovitý rozpad a sú nevápnité. Hrúbka vrstiev dosahuje 4 – 60 cm, ale miestami dokonca až 6 m. Pestré ílovce sú striedané tenkými vrstvami svetlozelených drobno až strednozrnných kremitých pieskovcov hrúbky 1 – 18 cm. Celková hrúbka súvrstvia dosahuje 250 – 350 m;

Kvartérne sedimenty na dotknutom území zahrňujú celý rad genetických typov vyznačujúcich sa variabilným litologickým zložením, pestrou faciálnou skladbou i rôznym vekom, od najstaršieho pleistocénu až do holocénu. V dotknutom území sú vyvinuté nasledujúce sedimenty:

- **deluviálny komplex** – tento je plošne najrozšírenejší. Predstavuje zvyčajne svahové sute rozličného zloženia a obsahu úlomkov. Obsah, veľkosť a vytriedenosť úlomkov a zastúpenie jednotlivých frakcií je závislé najmä na sklone svahov a dĺžke transportu. Na strmých svahoch a pod skalnými stenami sa vyskytujú prevažne kamenité a balvanité sute až sute hlinito a ílovito–kamenité. Na miernejších svahoch sa vyskytujú prevažne hlinité

a ílovité deluviálne sedimenty. Typickým javom v tejto oblasti sú zosuvné delúviá rozličného charakteru – od prúdových a plošných zosuvov po blokové deformácie. Charakteristické je i nasunutie deluviálnych sedimentov v pätách svahov na fluviálne riečne sedimenty výplne dna údolí;

- **fluviálny komplex** – predstavuje prevažne štrky korytovej fácie väčších vodných tokov a horských tokov. Ide prevažne o dobre vytriedené piesčité štrky resp. štrky s rôznym podielom jemnozrnnej zložky. Hrúbka akumulácie štrkov v údolí Kysuce dosahuje 4 – 6 m, v povodiach jej prítokov 0 – 2 m, maximálne 4 m. V štrkoch prevládajú najmä pieskovcové valúny. V oblasti údolných nív sú štrkové komplexy prekryté holocénnymi náplavovými sedimentami charakteru pieskov a ílov. Charakteristickým javom je výskyt sedimentov mŕtvych ramien s vysokým podielom organickej zložky;
- **fluviálny terasový komplex** – terasové sedimenty charakteru štrkov sa zachovali na svahoch nad údolnou nivou väčších vodných tokov v niekoľkých stupňoch. Ich plošný rozsah je výrazne redukovaný eróziou, hrúbka štrkových akumulácií však dosahuje 3 – 28 m. Prevažne ide o štrky piesčité až štrky zahlinené, pričom staršie najvyššie terasy sú silne zvetrané, materiál štrkov je rozpadavý;
- **proluviálny komplex** – predstavuje akumuláciu periglaciálnych i holocénnych sedimentov náplavových kužeľov. Plošný rozsah je nevýrazný. Prevažne ide o málo vytriedené a chaoticky uložené štrkovité, piesčité a hlinité sedimenty. Kužele sú bočne terasované. hrúbka akumulácie dosahuje 4 – 5 m, maximálne 18 m. Povrch kužeľov pokrýva 2 – 3 m hrubá vrstva deluviálno–fluviálnych splachových hlín s úlomkami. Tzv. výnosové kužele sú drobné akumulácie pri vyústeniach bočných kratších a strmších dolín do dolín hlavných vodných tokov. Často ide o suché doliny. Hrúbka takýchto akumulácií dosahuje 3 – 7 m, sú prevažne strmé, tvorené nevytriedeným a chaoticky uloženým deluviálnym materiálom s krátkym transportom a výskytom organických zemín;
- **organogénne sedimenty** – vzhľadom na striedanie priepustných a nepriepustných polôh hornín a zemín na skúmanom území, vznikli vhodné podmienky na tvorbu rašelinísk. Tieto sú však svojim rozsahom a hrúbkou prevažne nevýrazné. Tvorené sú rašelinami a organickými bahnami v bezodtokových depresiách resp. v údoliach vodných tokov;
- **antropogénne sedimenty** – prevažne stavebné navážky rozličného charakteru, najmä násypy ciest, diaľnic a železníc, zásypy terénnych depresií, protipovodňové hrádze a podobne. Patria sem i riadené a neriadené skládky komunálneho odpadu



Obr. 2. Výrez Geologickej mapy SR (Mapový portál ŠGÚDŠ 2024, apl.geology.sk)

Tektonika

Na geologickej stavbe širšieho okolia projektovanej trasy sa podieľajú jednotky flyšového pásma, konkrétne račianskej jednotky magurského príkrovu. Magurská skupina príkrovov je bezkorenná, zvrásnená do vrásovo–šupinových štruktúr. Tvoria ju najvnútornejšie jednotky flyšovej zóny, ktoré začali sedimentovať prevažne vo vrchnej kriede. Táto skupina príkrovov má vejárovitú stavbu. Hlavnú časť príkrovov tvoria paleocénne a eocénne pieskovce, ktoré reprezentujú sedimenty hlbokovodných kužeľov. Hlavné pozdĺžne tektonické rysy boli na území vytvorené pri vrásnení vonkajších Karpát medzi vrchným eocénom a starším miocénom za sávskej horotvornej fázy. Vznikla charakteristická príkrovová stavba, spôsobená redukciou priestoru v priečnom smere intenzívnym vyvrásnením, so vznikom viacerých pásmových presunových línií a prešmykov v smere JZ–SV, pričom vznikli aj priečne zlomové poruchy (JV–SZ) výzdvihového a poklesového charakteru (Potfaj et al., 2002).

Tektonická stavba v dotknutej oblasti je strmá, s vergenciou vrstevných štruktúr smerom na juh až juhovýchod. Hlavné presunové línie medzi čiastkovými príkrovovými šupinami majú smer približne východ – západ, so sklonom na sever resp. juh. Tento smer je charakteristický i pre orientáciu vrstevnatosti.

Orientácia hlavných zlomových línií je prakticky kolmá na orientáciu násunových línií príkrovov. Na zlomových štruktúrach boli vymodelované údolia bočných prítokov rieky Kysuca a vzniká tak temer pravouhlé usporiadanie vodných tokov.

Okrem spomenutých štruktúr sa v neogéne i kvartéri prejavuje i vplyv gravitačnej tektoniky, spôsobujúcej rozblokovanie horninových masívov.

Na hlavné zlomové a vrásovo–príkrovové štruktúry sú viazané i hlavné smery porušenia hornín puklinovými systémami.

Tektonická porušenosť hornín je značná, vďaka čomu dochádza k zvetrávaniu hornín do značných hĺbok. Zvetraním sú degradované najmä ílovce, pieskovce sú silne rozpukané. Na tektonicky najviac porušené zóny je zvyčajne viazaný vznik údolí, alebo vznik svahových

deformácií (zosúvanie po tektonicky predisponovaných plochách). Podobne tektonické línie predstavujú privilegované cesty prúdenia podzemnej vody a línie intenzívneho hĺbkového zvetrávania.

6. Inžinierskogeologická charakteristika

Na základe regionálnej inžinierskogeologickej klasifikácie (Matula et al., 1965) je územie zatriedené do inžinierskogeologického regiónu Karpatského flyša, oblasť flyšových hornatín: 19 – Moravsko–sliezske Beskydy, 20 – Slovenské Beskydy a 22 – Javorníky. V zmysle regionálnej inžinierskogeologickej klasifikácie hornín Slovenska (Matula, Pašek, 1986) sú vyčlenené v dotknutom území nasledovné litologické formácie:

- flyšová formácia,
- formácia kvartérnych pokryvných útvarov

V širšom okolí dotknutej železničnej trate sa vyskytujú nasledujúce inžinierskogeologické rajóny:

- **Rajón flyšoidných hornín (Sf)** – litologicky je tvorený ílovcami a pieskovcami v rozličnom vzájomnom pomere. V skúmanom území predstavuje horniny zlínskeho, vychylovského a belovežského súvrstvia. Pieskovce sú prevažne jemno až hrubozrnné, často aj s prechodmi do mikrozlepencov, doskovité, lavicovité až masívne. Prestúpené sú systémami priebežných puklín, ktoré spolu s plochami vrstevnatosti vytvárajú charakteristický tabulárny až kockovitý rozpad horniny. Vrstvy ílovcov predstavujú plastický člen súvrstvia. Sú prestúpené systémom nepravidelných puklín, ktoré sa smerom do hĺbky utesňujú. Ílovce sú citlivé na zmeny vlhkosti, podliehajú rýchle rozpadu a zvetrávacím či eróznym procesom. Odlučnosť je tabulárna, lastúrovitá až guľovitá. Vo flyšovom súvrství dochádza k charakteristickému selektívnemu zvetrávaniu – pieskovcové polohy zvetrávaniu odolávajú podstatne lepšie ako polohy ílovcov. Hladina podzemnej vody je zvyčajne v hĺbke 5 – 10 m pod terénom, v závislosti na konfigurácii terénu a vzájomnom pomere jednotlivých litologických typov hornín. Môže sa vyskytovať agresivita podzemnej vody. Ťažiteľnosť hornín v zmysle STN 73 3050 je 3 – 6;
- **Rajón deluviálnych sedimentov (D)** – je plošne najrozšírenejší, tvorí pokryv prakticky na všetkých svahoch (okrem terasových stupňov a skalných stien). Na ílovcovom podloží a miernych svahoch je tvorený prevažne ílmi a hlinami až suťami kamenito–ílovitými a hlinitými, prevažne tuhej až pevnej konzistencie. Na strmších svahoch, kde v podloží prevládajú skalné horniny majú deluviálne sedimenty charakter sutí ílovito a hlinito–kamenitých, kamenitých až balvanitých, s rozličným percentuálnym zastúpením úlomkov. Hrúbka komplexov dosahuje 2 – 5 m, v spodných častiach svahov aj viac ako 10 m. Trieda ťažiteľnosti v zmysle STN 73 3050 je 2 – 4. Zeminy sú vysoko až nebezpečne namŕzavé. Komplex je podmienečne vhodný na vedenie líniových stavieb. Hlinito–kamenité sutiny je možné využiť ako násypový materiál do zemných telies;
- **Rajón zosuvných delúvií (Dz)** – je budovaný najmä ílmi, hlinami a suťami s chaotickým usporiadaním úlomkov v horizontálnom i vertikálnom smere. Rozšírený je na území porušenom svahovými pohybmi vo forme zosúvania. Šmykové plochy sú prevažne zložené a často zasahujú až do rozloženého predkvartérneho podložia. Rajón je viazaný na flyšové podložie. Častý je výskyt zamokrenín a napätých horizontov podzemnej vody. Úroveň hladiny podzemnej vody je zvyčajne blízko terénu

a je značne závislá od zrážok. Hrúbka zosuvných delúvií dosahuje 3 – 8 m, lokálne až 16 m. Ťažiteľnosť v zmysle STN 73 3050 je 2 – 4. Vedenie líniových stavieb je nevhodné v oblasti aktívnych a potenciálnych zosunov, resp. je potrebný detailný prieskum a následná sanácia svahových deformácií;

- **Rajón fluviálnych náplavových horských tokov (Fh) –** tvoria ho štrky až balvanité štrky, v dolných častiach tokov zvyčajne prekryté vrstvou hlín ílovitých a piesčitých, ktoré sú miestami jediným litologickým typom tohto rajónu. Lokálne sa vyskytujú bahnité polohy. Prevažne sa vyskytujú v hlbších dolinách bočných prítokov Kysuce so strmými svahmi a podložím tvoreným skalnými horninami. Častý je výskyt zamokrených území, hladina podzemnej vody je blízko povrchu a územie býva pri väčších zrážkach zatápané. Hrúbka komplexu dosahuje 0 – 2 m, pri vyústeniach dolín do údolnej nivy môže dosiahnuť hrúbka až 4 m. Ťažiteľnosť v zmysle STN 73 3050 je 2 – 5. Štrky náplavov horských tokov sú vhodným násypovým materiálom;
- **Rajón fluviálnych terasových stupňov (Ft)** – predstavuje lokálne zachované poriečne terasy. ide o hlinitopiesčité až hlinité štrky stredno až hrubozrnné, vo vyšších partiách svahov silne zvetrané až rozložené. Lokálne tvorí pokryv štrkov vrstva ílov tuhej konzistencie. Hladina podzemnej vody je zvyčajne voľná. Hrúbka komplexu dosahuje 2 – 8 m, lokálne až 28 m. V zmysle STN 73 3050 je ťažiteľnosť 3 – 4. Terasové štrkovité sedimenty sú vhodné pre vedenie líniových stavieb a sú vhodné do násypov s výnimkou výrazne ílovitých sedimentov;
- **Rajón fluviálnych údolných riečnych tokov (Fn)** – ide o výplň údolných nív väčších tokov – Kysuce, Čierňanky, Oščadnice a pod. Prevažne sú charakteru dobre opracovaných štrkov až štrkov ílovitých, s možnými polohami bahnitých a piesčitých sedimentov. Štrky sú zvyčajne uľahnuté až stredne uľahnuté. Povrchovú vrstvu tvorí náplavová hlina, resp. íl až piesok. Hladina podzemnej vody je voľná, nachádza sa približne v polovici až dolnej časti štrkovej polohy. Hrúbka štrkových akumulácií dosahuje 1 – 9 m. Hrúbka pokryvných ílovitých zemín dosahuje 1 – 2 m. Trieda ťažiteľnosti v zmysle STN 73 3050 je 3 – 4. Ako násypový materiál sú vhodné až veľmi vhodné. Poskytujú veľmi dobré a dobré podložie pre vedenie líniových stavieb. Povrchovú vrstvu náplavov je zvyčajne potrebné odstrániť;
- **Rajón proluviálnych sedimentov (P)** – budujú ho prevažne hlinitopiesčité a hlinité štrky, piesky a hliny, prevažne zle vytriedené, s polohami bahnitých sedimentov. Zloženie poloopracovaných úlomkov je monomiktné. Staršie prolúviá sú prevažne ploché, vytvorené väčšími vodnými tokmi. naopak, drobné výplavové kužele pri vyústeniach kratších strmých dolín do dolín hlavných vodných tokov sú strmšie, avšak plošne nevýrazné. Hladina podzemnej vody je závislá na morfologickej pozícii, zvyčajne závisí od úrovne hladiny v povrchovom toku a na dotácii zo svahových sedimentov. Hrúbka komplexu dosahuje 3 – 5 m, pri väčších kužeľoch až 10 – 18 m. Trieda ťažiteľnosti v zmysle STN 73 3050 je 3 – 4. Proluviálne štrky predstavujú vhodné základové podmienky a sú vhodné i do násypov. Pri zvýšenom obsahu jemnozrnnej frakcie môžu byť namŕzavé až nebezpečne namŕzavé;
- **Rajón rašelinísk (Or)** – litologicky je tvorený rašelinami, organickými hlinami a ílmi zvyčajne tuhej až kašovitej konzistencie, v podloží ktorých sú prevažne nepriepustné deluviálne, proluviálne, fluviálne, alebo flyšové horniny. Územie je väčšinou podmáčané s dvomi horizontmi hladín podzemnej vody. Hrúbka je 1 – 2 m, ojedinele do 3 m. Trieda ťažiteľnosti je 3 podľa STN 73 3050. Ich využitie v stavebníctve nie je možné, treba ich odstrániť;
- **Antropogénne sedimenty (An)** – predstavujú komplex stavebných navážok (násypy ciest, železníc a podobne) a navážok komunálnych odpadov (prevažne divoké skládky

heterogénneho zloženia). Hrúbka je premenlivá a nie je bližšie dokumentovaná. Pre stavebné účely sú prakticky využiteľné len staršie a skonsolidované násypy jestvujúcich ciest, železnice, protipovodňových hrádzí resp. staré zásypy vodných tokov. Úplne nepoužiteľné sú navážky komunálnych a stavebných odpadov, ktoré je potrebné v plnom rozsahu odstrániť.

7. Geodynamické javy

Pomerne intenzívny rozvoj geodynamických javov rôzneho druhu na skúmanom území je odozvou doznievajúcich neotektonických pohybov, pestrej geologickej stavby, postupného vývoja reliéfu s výslednou značnou členitosťou územia, ale najmä klimatických a hydrogeologických pomerov územia (Žabková, 2002).

Najcharakteristickejšími geodynamickými javmi, ktoré sa vyskytujú v širšom okolí riešenej železničnej trate sú:

- exogénneho charakteru - zvetrávanie, erózia a svahové deformácie
- endogénneho charakteru – zamokrenie územia, tektonické pohyby a seizmicita, objemové zmeny

Zvetrávanie možno rozdeliť na plošné a hĺbkové. Plošnému zvetrávaniu je vystavené prakticky celé územie trasy. Jeho dosah je však obmedzený. Kvartérny pokryvný komplex čiastočne chráni hlbšie uložené podložné horninové masívy. Plošnému zvetrávaniu menej odolávajú hlavne plastické členy súvrství (ílovce). Hĺbkové zvetrávanie je viazané najmä na tektonicky porušené horninové masívy s vysokým stupňom rozvoľnenia, na priebežné otvorené pukliny a na oblasti s výraznejšou cirkuláciou podzemnej vody.

Erózia je viazaná najmä na okolie vodných tokov a oblasť svahov. Brehy vodných tokov sú vystavené bočnej i hĺbkovej erózii. Hĺbková (výmoľová) erózia sa výrazne prejavuje najmä na strmších svahoch budovaných skalnými horninami a na miernejších svahoch budovaných prevažne poloskalnými horninami (ílovcami) alebo pokrytými deluviálnymi sedimentami v kombinácii so svahovými pohybmi. Plošná erózia a veterná erózia (korázia) pôsobí najmä na plochách, kde bol narušený vegetačný pokryv.

Svahové pohyby sú v hodnotenom území veľmi rozšírené a sú viazané na podložie budované flyšom, resp. deluviálnymi sedimentami. Na týchto územiach môže dôjsť alebo dochádza k vzniku plošných či prúdových zosunov. Mnohé svahové deformácie sú stále aktívne, resp. opätovne aktivizované počas zrážkových anomálií alebo pri pokračujúcej bočnej a hĺbkovej erózii vodných tokov. Prakticky všetky päty svahov v dotknutom území sú postihnuté svahovými pohybmi alebo ohrozené ich vznikom. Taktiež boli zistené blokové deformácie na strmších svahoch budovaných skalnými i poloskalnými horninami. Svahové pohyby charakteru skalného zrútenia či opadávania úlomkov boli dokumentované v oblastiach s výraznými skalnými útvarmi vystupujúcimi na povrch územia, v skalných zárezoch líniových stavieb a pod.

Zamokrenie územia sa lokálne vyskytuje v terénnych depresiách s nepriepustným podkladom (ílovité deluviálne sedimenty alebo podložné horniny tvorené ílovcami). Zvyčajne sa na ne viažu aj zosuvné územia. Okrem toho sa zamokrené územia vyskytujú aj v úzkych dolinách horských tokov s vysokou hladinou podzemnej vody, resp. v miestach terénnych depresií v aluviálnej nive väčších vodných tokov. Typickým javom je vznik hydrologickej

bariéry medzi násypom jestvujúcej železničnej trate a pätou priľahlého svahu, a následná akumulácia vôd v tomto priestore.

Zemetrasenia v poslednej dobe neboli v dotknutom území zaznamenané. Avšak absolútne vylúčenie nie je možné, vzhľadom na prítomnosť hĺbkových zlomových porúch evidovaných v území.

Objemové zmeny hornín sa prejavujú najmä pri zmenách obsahu vody v hornine (zemine), resp. pri zamŕzaní. Na objemové zmeny sú najviac citlivé ílovcové a slieňovcové horniny, resp. íly a ílovité zeminy. Tento jav je v dotknutom území veľmi rozšírený a nepriaznivo vplýva na jeho stabilitu (CAD–ECO a.s, 2012).

Najčastejším geodynamickým javom na skúmanom území sú svahové deformácie, nakoľko prevažná časť územia vytvára vhodné podmienky pre ich vznik.

Výrazná ovplyvnenosť dnešného geomorfologického charakteru územia svahovými deformáciami je odrazom kvality základných zložiek prírodného prostredia - hornín, podzemnej vody, reliéfu, ich vzájomným spolupôsobením, ako aj interakciami s vonkajším prostredím. Paleogénne komplexy rýchlo zvetrávajúceho drobnorytmického flyšu, sú dobrým predpokladom pre vytváranie mocných deluviálnych pokryvov. Rozsiahlymi procesmi soliflukcie zdôraznené rozhranie delúvií a predkvartérneho podkladu je mimoriadne priaznivé pre vytváranie šmykových plôch a poskytuje často veľmi vhodné hydrogeologické podmienky pre reaktivizáciu svahových pohybov. Každý svah na mapovanom území má určitý stupeň stability. Zníženie stability svahu je zapríčinené pôsobením prírodného faktora, ktorým môžu byť zrážkové a teplotné anomálie, zvetrávanie homín v dôsledku pôsobenia exogénnych činiteľov, postupné zaťažovanie svahov, nerovnomerný postup deštrukcie svahov, seizmické otrasy svahov, sklon svahu, erózia toku. Okrem prirodzených faktorov dôležitú úlohu pri aktivizácii svahových pohybov má aj činnosť človeka, najmä nevhodné zásahy pri výstavbe hlavne líniových stavieb stavieb – zemné práce – najmä výkopy v oblasti päty svahov (môže viesť k aktivácii zosuvu).

Najčastejšou príčinou vzniku svahových deformácií vo flyšovom a flyšoidnom súvrství je prekročenie pevnosti ílovcov, resp. slieňovcov v zóne zvetrávania pri formovaní svahu a zvýšenie vztlakových účinkov vôd. Zvýšenie vztlakových účinkov vôd je viazané pri veľmi nízkom percente výparu na dlhodobé zrážky vjesenných ajarných mesiacoch, pri topení snehu - zvlášť v nepremrznutej pôde (vznik havarijných zosuvov).

Vhodnou podpovrchovou štruktúrou pre vznik svahových deformácií, najmä blokových pohybov a tiež zosuvov, je na území štruktúra dvoch horninových komplexov s rozdielnymi pevnostnými charakteristikami. Vrchné pieskovcové, resp. zlepencové súvrstvie má vysokú šmykovú pevnosť, je neplastické, schopné udržať strmé sklony svahov, kým podložné pieskovcovo-ílovcové resp. slieňovcové súvrstvie je plastické, stlačiteľné, objemovo nestále, s nízkou šmykovou pevnosťou, so schopnosťou udržať iba plytšie sklony. Ak v tejto horninovej štruktúre hĺbková erózia postúpi do plastického komplexu, dochádza k vytláčaniu plastického podložia smerom do doliny.

Na území je veľmi častý, miestami až prevládajúci výskyt zložených, viacgeneračných svahových deformácií v rozvinutom vývojovom štádiu s viacerými šmykovými plochami.

Morfológia územia postihnutého týmito svahovými deformáciami je veľmi členitá, miestami s akumulačnými valmi až zastretá v závislosti od aktivity deformácie, s ktorou následne súvisí aj jej ohraničenie voči okolitému terénu. Výrazné ohraničenie spravidla majú zemné prúdy a ohraničenie svahových deformácií v mieste odtrhovej steny, ktorá má rôzny tvar, výšku, sklon

a miestami stupňovitý charakter. Najstaršie a najvrchnejšie odlučné steny sa vytvorili pravdepodobne v staršom pleistocéne. Väčšinou majú charakter blokových rozpadlín a nečlenených blokových polí. Proces je periodický, čoho dôsledkom je častá existencia viacerých odlučných stien s vertikálnym poklesom, vekovo siahajúcim až do súčasnosti. Aktivizácia v spodných častiach svahov je viazaná na hĺbkovú a bočnú eróziu svahov a na narezanie bázy terás toku Kysuce (Žabková, 2002).

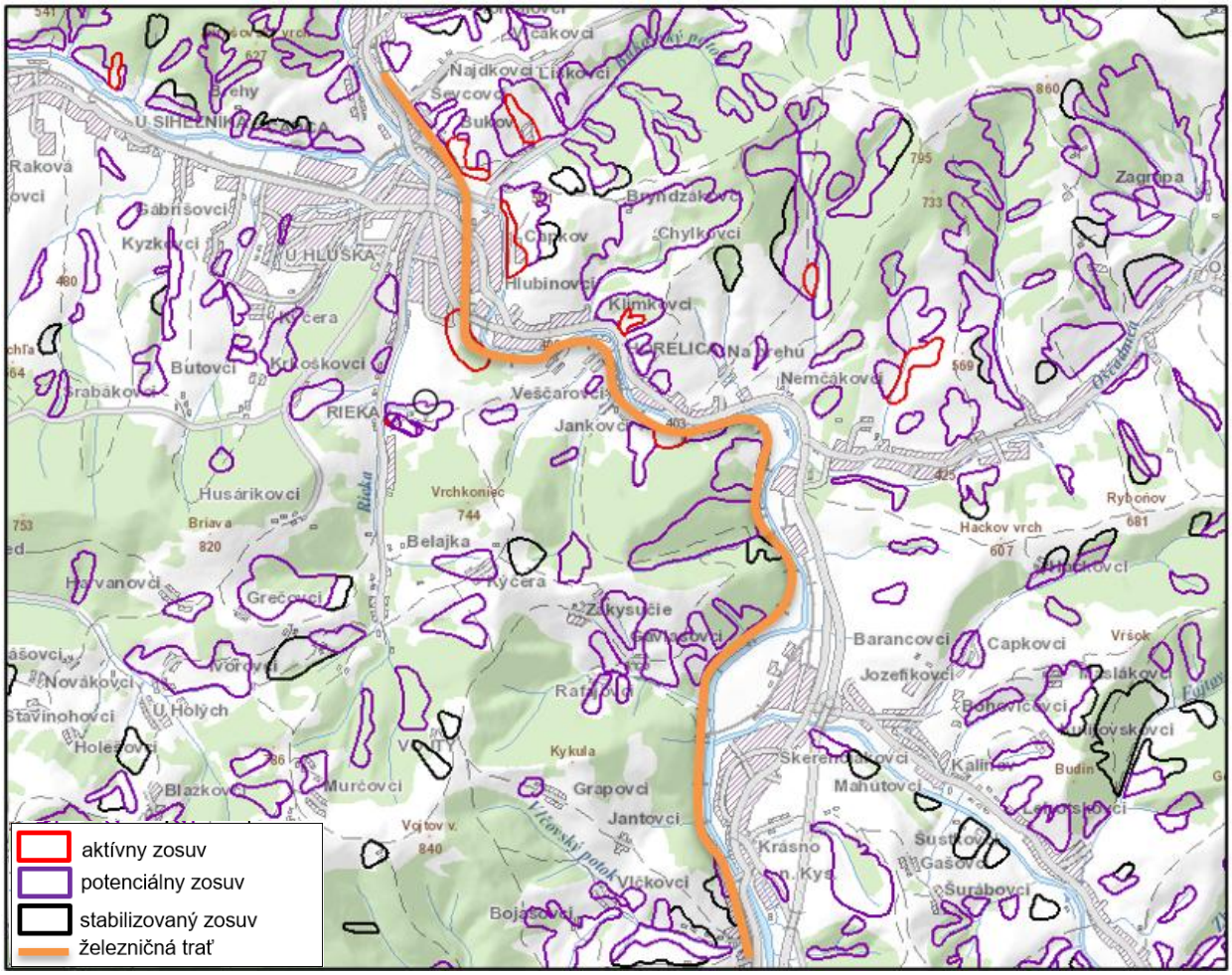
K najvýznamnejším exogénnym dynamickým javom v záujmovom území patrí zosúvanie. **Trasa železničnej trate prechádza svahmi, ktoré sú postihnuté svahovými deformáciami – zosuvmi.** Zosuvy sú plošné až frontálne, lokálne blokové, stabilizované, miestami potencionálne ale aj aktívne. Tieto flyšové oblasti sú náchylné k obnoveniu zosuvnej aktivity v prípade mimoriadnych atmosférických zrážok alebo náhleho topenia snehu. **Najrozsiahlejšie zosuvné územia sa nachádzajú na svahoch v úseku trate v km cca 271,702 – 272,719, 273,018 – 272,120, 273,313 – 274,500 a 274,837 – 275,736.**

Podľa evidencie ŽSR boli v riešenom úseku trate evidované viaceré svahové deformácie s následným vplyvom na žel. infraštruktúru a prevádzku:

V úseku Krásno nad Kysucou - Čadca v žkm 271,400 – 271,450 v rokoch 1997 – 1999 evidované zosuvy vľavo nad žel. traťou v dostatočnej vzdialenosti od priechodového prierezu koľaje – tento nebol narušený, bol však zaznamenaný dopad na geometrickú polohu koľaje vplyvom gravitačných pohybov v predpolí zosuvu svahu.

V úseku ŽST Krásno nad Kysucou – Čadca v žkm 274,600 – 275,000 a 276,600 – 277,500 pri koľaji č. 1 boli zaznamenané drobné zosuvy priamo neohrozujúce dopravu v miestach s priekopami z opracovaného kameňa pravdepodobne uloženými na sucho - likvidácia vzniknutých deformácií spočívala v prečistení priekopy a jej oprave resp. náhradou kameňa betónovými prefabrikátmi.

V dotknutom území sú evidované dva aktívne zosuvy, viaceré potenciálne ale aj stabilizované zosuvy, zaznamenané na obrázku č.3 (ŠGÚDŠ, 2024).



Obr. 3 Evidované svahové deformácie v dotknutom území Krásno nad Kysucou – Čadca, mierka 1:50 000 (ŠGÚDŠ, 2024)

8. Hydrogeologická charakteristika

Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (1984) leží záujmové územie v hydrogeologickom regióne 28 Paleogén a kvartér povodia Kysuce (hydrogeologický rajón PQ 028 Paleogén povodia Kysuce) s určujúcim puklinovým typom priepustnosti. Hlavným hydrogeologickým kolektorom vo flyšovom území je pripovrchová zóna, zahrňujúca pásmo podpovrchového rozvoľnenia puklín spolu so zvetralinovým plášťom.

Hydrogeologické pomery v riešenom území a v širšom okolí železničnej trate sú podmienené geologickou stavbou územia, tektonickým porušením hornín, geomorfologickými, hydrologickými a klimatickými pomermi územia. Podzemné vody v území priraďujeme k dvom hydrogeologickým celkom: podzemné vody kvartérnych sedimentov a podzemné vody paleogénu. Z kvartérnych sedimentov majú z hydrogeologického hľadiska najväčší význam fluviálne sedimentov majú z hydrogeologického hľadiska najväčší význam fluviálne sedimenty vyvinuté v údolných nivách rieky Kysuce a jej prítokov a ich terasové stupne.

Osobitný typ podzemných vôd predstavujú vody v zosuvných územiach, na ktoré sa viažu staré a recentné šmykové plochy zosuvov. V územiach zosuvov je hladina podzemnej vody napätá a vyskytuje sa blízko povrchu. Sú často podmáčané s vývermi podzemných vôd, pričom päty zosuvov sú zamokrené. Priepustnosť zosuvných deluviálnych sedimentov charakterizuje koeficient filtrácie rádovo kf= 10-6 až 10-9 m.s-1.

Dotknuté územie spadá do útvaru podzemných vôd v predkvartérnych horninách SK2001800F Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny oblasti povodia Váh a medzihraničného útvaru podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch SK1000500P Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Váhu a jeho prítokov severnej časti povodia.

Údolie Kysuce je vyplnené prevažne dobre vytriedenými štrkmi s rôznym stupňom zahlinenia o hrúbke 1,0 – 7,8 m. Štrky sú trvalo zvodnené so súvislou voľnou až mierne napätou hladinou podzemnej vody, ktorá je hydraulicky závislá na úrovni hladiny podzemnej vody v povrchových tokoch. Hodnoty koeficienta filtrácie k_f sú v rozsahu $k_f = 2{,}81.10^{-3} – 2{,}53.10^{-6}$ m/s. Podobnými parametrami možno charakterizovať i terasové sedimenty (SHMÚ, 2015). Hladina podzemnej vody je voľná až mierne napätá s výtlačnou výškou zväčša 0,1 – 0,7 m a jej úroveň je v hĺbke 0,3 – 4,3 m p.t.

9. Ložiská nerastných surovín

Riešený úsek železničnej trate priamo nezasahuje žiadne ložisko nerastných surovín, žiadne sa nenachádza ani v jej blízkosti (ŠGÚDŠ, 2024).

10. Významné geologické lokality

Hodnotený úsek trate priamo nezasahuje do žiadnej významnej geologickej lokality.

V širšom okolí dotknutého územia evidovaná len jedna geologická lokalita prírodná pamiatka v správe štátnej ochrany prírody Kysuce - Vojtovský prameň. Leží vo vzdialenosti cca 3,1 km západne od dotknutého úseku železničnej trate. Jedná sa o chránený prírodný výtvor vyvierajúci vďaka pieskovcovým a ílovcovým horninám flyšového pásma. Prameň je viazaný na belovežské súvrstvie. Ide o chemický typ HCO_3-Na. Jeho výdatnosť je 0,05 l/s, mineralizácia je 1 640,54 mg/l, teplota 9 °C (ŠGÚDŠ, 2024).

11. Environmentálne záťaže

V okolí dotknutého traťového úseku sa nachádza niekoľko environmentálnych záťaží. Dve potvrdené enviromentálne záťaže sa nachádzajú blízko budúcej modernizovanej trate. Názov prvej enviromentálnej záťaže - CA (1959) / Čadca - AVC – supermarket a názov druhej - CA (004) / Čadca - ŽSR – depo.

Lokalita **CA(1959)/Čadca – AVC – supermarke**t je v B registri informačného systému environmentálnych záťaží MŽP SR (IS EZ) evidovaná pod identifikátorom SK/EZ/CA/19591. EZ vznikla ako dôsledok výroby dnes už neexistujúcej spoločnosti ADLO, ktorá bola založená v r. 1944 na výrobu automobilových čerpadiel. V súčasnosti je zastavané objektami OC Tesco s infraštruktúrou.

Pre sledovanie kvality podzemnej vody bolo použitých 13 monitorovacích vrtov s ozn. VN269 (pôv.ozn. MS). Sledovaná bola aj kvalita povrchovej vody rieky Kysuca nad a pod predmetným územím. V priebehu monitorovacieho obdobia boli opakovane vo vrte VN269-15 a jednorazovo vo vrtoch VN269-16 a VN269-9 zaznamenané koncentrácie PCE nad ID kritérium. Vo vrte VN269-8 boli koncentrácie PCE opakovane zistené nad IT kritérium. VFRL na hladine podzemnej vody v oblasti vrtu VN269-1 bola zistená v roku 2017, v rokoch 2020-

2021 bol však vrt suchý, ale na jeho dne bola pozorovaná vrstva hustých olejovitých látok. V roku 2018 bolo vo vzorke povrchovej vody odoberanej pod dotknutým územím zistená nadlimitná koncentrácia cis1,2-DCE a C10-C40 a tiež zvýšené koncentrácie VC, TCE a PCE. V ďalšom monitorovacom období už nebolo takéto znečistenie povrchovej vody zaznamenané. Vzhľadom na výsledky je odporúčané realizovať sanačné čerpanie v oblasti vrtu VN269-8 s následne pokračovať v monitorovaní lokality (Register EZ, 2024).

V rámci monitorovania oblasti EZ Čadca – AVC – supermarket v r. 2016 – 2022, troch základných typov znečistenia podzemných a povrchových vôd bolo navrhnuté lokalitu preradiť z registra B (potvrdená EZ) do registra A (pravdepodobná EZ) (Gurinová, 2023).

Lokalita **CA (004) / Čadca - ŽSR – depo** - areál rušňového depa sa nachádza v priemyselnej zóne mesta, v južnej časti intravilánu mesta Čadca**.**

Vzhľadom na to, že v skúmanom území prebiehali sanačné práce (sanácia zemín ex-situ, in-situ, odstránenie voľnej fázy ropných látok, sanačné čerpanie podzemnej vody), prostredníctvom ktorých boli dosiahnuté stanovené cieľové hodnoty sanácie, nižšie spomínané environmentálne riziká boli eliminované na úroveň akceptovateľného rizika.

Posanačná analýza rizika hodnotila aktuálne riziká v skúmanom území, kde bola realizovaná sanácia zemín a podzemnej vody nasledovne: (Matiová, 2023)

Environmentálne riziká:

- V predmetnej oblasti nie je pri súčasnom aj budúcom spôsobe využitia územia a poznatkoch o rozsahu znečistenia environmentálne riziko pre receptory v kontaktnej zóne pre znečisťujúce látky NEL-IČ, NEL-UV a C10-C40.
- V predmetnej oblasti nie je pri súčasných poznatkoch o znečistení podzemnej vody riziko šírenia znečistenia podzemnou vodou pre znečisťujúce látky NEL-IČ, UV, C10-C40, benzo(a)antracén a chryzén.
- Po ukončení sanačných prác nebola prítomná voľná fáza ropných látok na hladine podzemnej vody.

Zdravotné riziká:

- vyplývajúce zo znečistených zemín na lokalite nepredstavujú riziko pre stálych pracovníkov RD Čadca.

V súčastnosti prebieha na tejto enviromentálnej záťaži posanačné monitorovanie.

V ďalšom stupni PD navrhujeme vykonať inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, ekologické hodnotenie koľajového kameniva, ktorých hlavným cieľom bude overiť IG a HG pomery územia vo vzťahu k plánovanej modernizácie žel. trate najmä overiť základové pomery pre žel. trať (napr. únosnosť zem. pláne, ...) ako aj pre súvisiace objekty modernizácie (napr. mosty,..), vrátane posúdenia vhodnosti /nevhodnosti koľajového kameniva pre ďalšie využitie – napr. násypy ciest (podľa stupňa kontaminácie koľajového kameniva ropnými látkami). Všetky budúce geol. práce musia byť realizované v súlade s platnými legislatívnymi predpismi, najmä v súlade so zákonom č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov ako aj jeho vykonávacej vyhlášky č. 51/2008 Z. z. ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.“

12. Preventívne sanačné opatrenia v miestach svahových deformácií

Kedže trasa železnice je vedená svahmi, ktoré sú postihnuté aktivnými, potencionálnymi a stabilizovanými zosuvmi, tak pre monitorovanie svahovej deformácie pred začiatkom samotnej výstavby a po sprístupnení terénu sa odporúča vytvoriť monitorovaciu sieť vrtov pre **inklinometrické merania** na sledovanie pohybu svahu a vybudovať sieť monitorovacích **hydrogeologických vrtov** na sledovanie hladiny podzemnej vody. Výsledky uvedeného monitoringu bude potrebné operatívne vyhodnocovať a zohľadňovať nielen počas realizácie, ale aj počas prevádzky železničnej trate po výstavbe. Ďalej v miestach nových stavebných objektov – mostov, zárubných, oporných múrov a podchodov odporúčame realizovať **podrobný inžinierskogeologický prieskum**.

Na základe podrobného inžiniersko geologického prieskumu, ktorý zahŕňa súbor geologických prác, na podklade ktorých sa určia podmienky výstavby s podrobnosťou potrebnou na spracovanie projektu výstavby, môžeme navrhnúť presné opatrenia.

Podľa dostupných archívnych podkladov a materiálov z archívu Geologickej služby Slovenska, vieme uviesť len všeobecné lokálne opatrenia, a to:

- zabezpečenie stability odrezového svahu (ochranné siete, kotvenie blokov, resp. záchytné bariéry, v tesnej blízkosti železnice ochranné múry)
- zachytenie a odvedenie povrchových vôd z územia rigolami, priepustami
- výmena podložia v miestach s nevhodným podložným materiálom, resp. jeho úprava, použitie drenážnych geosyntetík, geodosky
- ochrana násypových svahov proti erózií
- pre zmenšenie záberu územia násypom možnosť budovania oporného múru
- zabezpečenie stability zárezových svahov, realizovanie protieróznych opatrení
- opatrenia proti zvetrávaniu, erózií, rozvoľňovaniu a opadávaniu skál zo zárezové svahu v blízkosti železničnej trate (sieťovina, klincovanie svahu, zárubný múr)
- zabezpečenie stability násypových svahov, zárezových svahov
- v úsekoch, kde budú geotechnické konštrukcie zakladané na nestabilnom podloží, alebo v miestach, kde bude šmyková plocha prechádzať popod základ, je potrebné zvážiť zakladanie na mikropilótach do predkvartérneho podložia
- pre navrhované mosty zvážiť zakladanie hĺbkovo na veľkopriemerových pilótach alebo mikropilótach v závislosti od konkrétnych geologických pomerov, alebo plošne pod úroveň rozložených a silno zvetraných ílovcov, do navetraných až zdravých hornín, resp. na skalnom podloží
- rizikom je aj možná degradácia šmykových parametrov zemín a hornín pri dlho trvajúcich zrážkach a dlhodobom otvorení stavebných jám a zárezov bez realizácie adekvátnych sanačných opatrení.

13. Použité zdroje údajov

Použité podklady

CAD-ECO a.s., 2012, ŽSR Modernizácia železničnej trate Krásno nad Kysucou (mimo) – Čadca – štátna hranica SR/ČR na rýchlosť do 160 km/h, podrobný inžinierskogeologický prieskum, Záverečná správa

REMING CONSULT a.s., 2021, Modernizácia trate v úseku Štátna hranica ČR/SR – Čadca – Krásno nad Kysucou, Štúdia realizovateľnosti

REMING CONSULT a.s., 2023, Modernizácia trate v úseku Štátna hranica ČR/SR – Čadca – Krásno nad Kysucou, Zámer

Atlas krajiny SR, 2002. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica

INGEO - Ighp, s.r.o, ZA, 2003, povodie Kysuce – svahové deformácie, orientačný inžinierskoheologický prieskum

GEOFOS, s.r.o, ZA, Diaľnica D3 Oščadnica- Čadca, Bukov – 2. profil, inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum

Matula M., Pašek J., Regionálna inžinierska geológia ČSSR, 1986

Panek a kol., 1997), záverečná správa z orientačného inžinierskogeologického prieskumu Diaľnice D18 Kysucké Nové Mesto – Skalité (Panek a kol.: GEOstatik s.r.o. Žilina, 1997)

Michal Potfaj et al., Regionálne geologické mapy Slovenska, Geologická mapa regiónu Kysúc, 2002

Michal Potfaj , Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Kysuce, 2003,

Žabková, E.: Povodie Kysuce – svahové deformácie, orientačný inžinierskogeologický prieskum, INGEO–ighp, s.r.o., Žilina, 2002. GEOFOND: 84875

Gurinová, príloha č. 47: Lokalita č. 269, Čadca – AVC – supermarket, GEOFOND: 102803_4l, 2023

Matiová, posanačná analýza rizika znečisteného územia, Sanácia environmentálnej záťaže CA(004) / Čadca– ŽSR - Depo– SK/EZ/CA/169, GEOFOND: 102873, 2023

Geologické pomery riešeného územia sú komplexne spracované v regionálnych geologických mapách:

– Prehľadná inžinierskogeologická mapa Slovenska M 1 : 200 000, list Žilina–Gottwaldov (Matula a kol.,1984),
– Atlas inžinierskogeologických máp M 1 : 200 000, list Žilina (Matula a kol., 1989)
– Inžinierskogeologická mapa M 1:10 000 Čadca – Kysucké Nové Mesto (Grenčíková a kol., 1994, MŽP SR – INGEO a.s. ŽILINA).

Údaje odborných organizácií

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky (www.minzp.sk)

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (www.geology.sk)