



**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNO MNENJE
IN ZASNOVA SANACIJE PLAZU
NA CESTI R2-425, ODSEK 1265, V KM 16+950**

Maribor, januar 2021

VSEBINA

Tekstualni del

1. SPLOŠNO	3
2. GEOLOŠKO GEOTEHNIČNE RAZMERE	4
3. GEOTEHNIČNI PREGLED OBMOČJA	5
4. GEOMEHANSKE ANALIZE	10
5. IZVEDBA SANACIJE.....	11
5.1 Izvedba sanacije v območje ceste.....	11
Izvedba kaskade kot kamnite zložbe	12
Izvedba lovilne pregrade	12
5.2 Izvedba sanacije gorvodnega območja hudournika	14
6. ZAKLJUČEK	15

GEOLOŠKO GEOTEHNIČNO MNENJE IN ZASNOVA SANACIJE PLAZU NA CESTI R2-425, ODSEK 1265, V KM 16+950

1. SPLOŠNO

Po naročilu podjetja Pomgrad - Cestno podjetje, d.d. smo 25. januarja 2021 izvedli terensko geotehnično raziskavo območja plazu na regionalni cesti R2-425, odsek 1265, v km 12+950. Na obravnavani stacionaži regionalne ceste lokaciji je dne 23. januarja 2021 prišlo do zasutja ceste z veliko količino tekočega blata in podrtih dreves. Do zasutja je prišlo ravno po čiščenju območja ceste zaradi nanosa blata, ki se je zgodil dva dni pred tem. Pojav geotehnično obravnavamo kot plaz, pojavna oblika - blatni tok.

Tekoče blato je priteklo na cesto po grapi hudourniškega potoka, ki priteče po strmem pobočju nad cesto, v dolžini ca. 500 m. Blatni tok je odnašal zemljino in podiral drevesa v območju toka in z drevesnimi debli hipno pritekkel na cesto. Na srečo takrat na cesti ni bilo nobenega vozila. Na cesti so vidni narivi blata, debel in lesa v debelini vsaj 0.5 m in v dolžini 80 m vzdolž ceste. e so poškodbe na brežini, v dolžini vzdolž ceste 35 m.

Na podlagi izvedene terenske geotehnične raziskave in geotehnične analize podajamo pričujoče geološko geotehnično mnenje in zasnovo interventne sanacije.



Slika 1. Prikaz širšega območja plazu

Cesta je neprevozna in poškodovana; blatni tok je porušil cestni ograji, posledice na prepustu bodo vidne po čiščenju območja. Sama voziščna konstrukcija je verjetno nepoškodovana. Vidne so poškodbe obcestnega jarka in brežin hudourniškega potoka. Cesta je maloprometna, na bližnjem števnem mestu Javorje je ugotovljena lahka prometna obremenitev.

V času terenskega pregledu se je izvajal odkop naravnega materiala (blata in lesa) in odvoz načasne deponije. Odkop in čiščenje bo predvidoma končano v torek 26. januarja.

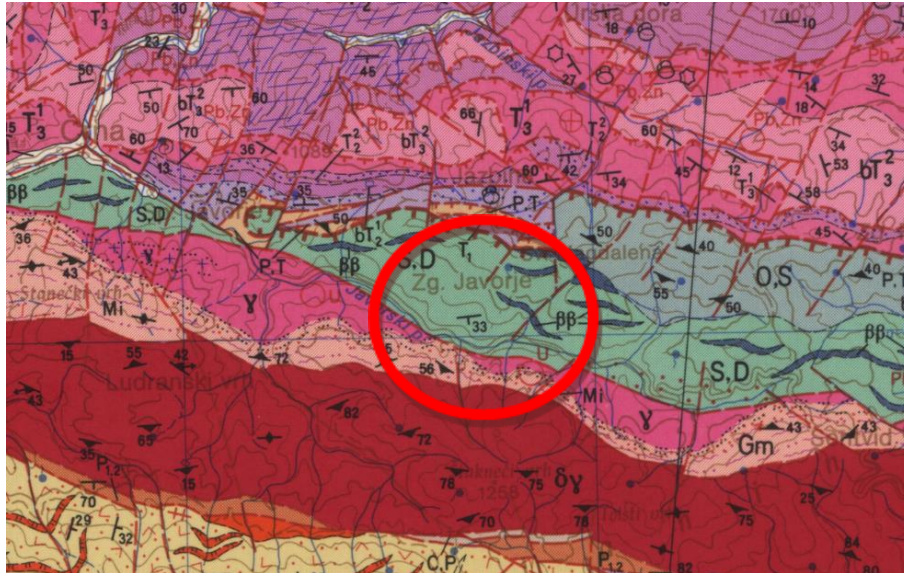


Slika 2. Prikaz območja blatnega toka

2. GEOLOŠKO GEOTEHNIČNE RAZMERE

Na obravnavani lokaciji je bila izvedena terenska prospekcijska, z oceno hribinske sestave in njenih lastnosti. Geološko geotehnične razmere so povzete po pregledu Geološke karte obravnavanega območja, raziskave na sami lokaciji in iz znanih podatkov za širše območje obravnavane lokacije. Obravnavano območje se nahaja na Osnovni geološki karti Ravne L 33-54. Cesta poteka po dolini Javorskega potoka in se vzpenja proti Slemenu. Bočno so strma pobočja. Hribino tvori temen filitoiden skrilavec z vložki apnenca. Skrilavec sestoji iz kremenca, muskovita, drobcev kamenin in ponekod drobcev oksidiranih kovinskih mineralov. Skrilavec ponekod prehaja v peščen skrilavec in kremenov peščenjak. Zemljinski pokrov sestavljajo plasti glinastega in peščenega melja. Na strmejšem pobočju je zemljinski pokrov dokaj tanek, na zgornjem delu, kjer je naklon terena blažji pa več metrov. Zemljinski pokrov je lokalno izrazito omočen s precejno vodo.

Na območju je na površini pobočja ugotovljen tanek in zgoraj srednje globok sloj zemljine. Zgornje zemljinske plasti tvorijo peščene gline in melji, pretežno srednje gnetne (lokalno lahko gnetne) konsistence, v skupni debelini do 5 m, na strmejših pobočjih pa bistveno manj. Na sami mikrolokaciji so te plasti lokalno razmočene in v lahko gnetnem stanju, oz. je omočen kontakt plasti. V okolici in globlje pod površino imajo plasti težko gnetno konsistentno stanje. Precejna voda se na več mestih nahaja tik pod površino. Po terenu tečejo po večjih vodotokih velike količine vode, ki se zbira v hudourniški grabi in teče do spodnje regionalne ceste. Po tem hudourniškem potoku je tudi teklatni tok. Iz geološke karte povzete tektonske razmere in seizmološki podatki območja ne vplivajo na izbiro sanacijskih ukrepov.



Slika 4. Prikaz območja na geološki karti

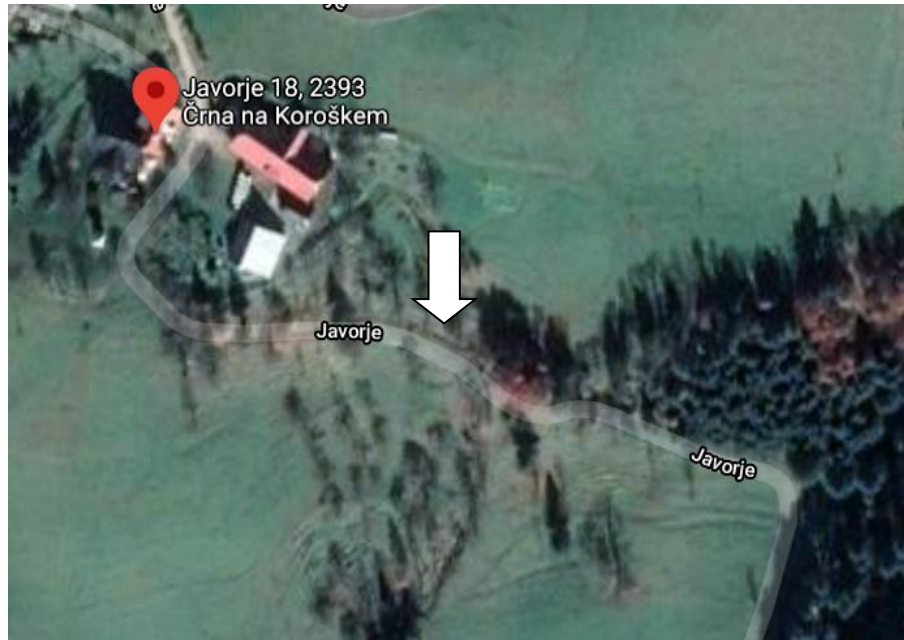
3. GEOTEHNIČNI PREGLED OBMOČJA

Plaz obravnavamo kot blatni tok, v dolžini preko 500 m, ki se prične na zgornjem robu pogozdenega strmega pobočja in konča z narivi v dolini, na spodnji regionalni cesti.



Slika 5.1 Območje pri objektih, nepoškodovano

Na brežini pri domačiji na naslovu Javorje 18 so vidni lokalni odlomi brežine. Zemljina iz odlomov pomešana z vodo, ki izvira iz pobočja teče v obliki potočka in se z ostalimi manjšimi potočki zbira v večji vodotok.



Slika 5.2 Sledi plazjenja na zgornjem travniku pri domačiji

Vodotok teče po travniku, po srednje nagnjenem terenu. Na mestu, kjer se teren prevesi v strmejšo pobočje je le to poraščeno z gozdom. Na tem mestu je viden prvi večji odlom, ki je ravno na brežini struge površinske vode. Na odlomu je vidno izrazito precejanje podzemne vode, ki je plitvo pod površino. Večje količine zemljine na tem mestu so že pomešane z vodo ostekle v dolino.



Slika 6.1 Zgornji čelni odlom

Drugi večji čelni odlom, podoben zgornjemu, je viden na kraku vodotoka nekoliko nižje.



Slika 6.2 Čelni odlom na spodnjem kraku vodotoka

Tretji večji čelni odlom, je levo od drugega (gledano navzdol), pri lovskem razglednem stolpu. Na tem mestu je tik pod površino vidno izrazito precejanje talne vode. Tudi na tem mestu je vidno izpiranje zemljine, ki je pomešana z vodo v veliki meri stekla v dolino.



Slika 6.3 Čelni odlom na tretjem kraku vodotoka



Slika 7. Lokacije treh večjih čelnih odlomov

Kraki vodotokov se na območju, kjer pobočje postane strmo in je pogozdeno, zbere v en hudourniški potok, ki v dolžini ca. 500 m teče po izrazito strmem pobočju in v spodnji dolini s prepustom prečka regionalno cesto in se izteka v Javorski potok.

Grapa hudourniškega potoka ima poškodovane brežine; vidne so sledi tečenja visoke vode in lokalnih odlomov zemljine ter odnašanja zemeljskega materiala in podrtih dreves.



Slika 8. Grapa hudourniškega potoka in vidne sledi



Slika 9. Območje hudourniškega korita in nariva na cesti

Blato je s porušenim drevjem priteklo do spodnje regionalne ceste, kjer je zamašilo prepust in se je material prelival čez cesto in navzdol vzdolž ceste, v dolžini 80 m. Debelina narivov blata na cesti je pol metra ali več. Cesta je tako neprevozna in poškodovana. Blatni tok je porušil cestni ograji, posledice na prepustu pa bodo vidne po čiščenju območja.



Slika 10.1 Narivi na cesti in podrta drevesa v hudourniški grabi in na cesti

Sama voziščna konstrukcija je verjetno nepoškodovana, vendar razmočena. Vidne so poškodbe obcestnega jarka in gornjega hudourniškega potoka.



Slika 10.2 Narivi na cesti in podrtja drevesa v hudourniški grabi in na cesti

4. GEOMEHANSKE ANALIZE

V geomehanskih analizah se upoštevajo parametri slojev tal kot je podano v tabeli 1.

Tabela 1: Priporočljivi parametri slojev tal za analize stabilnosti

Sloj	Prostorninska teža γ (kN/m ³)	Modul elastičnosti E (MPa)	Poissonov količnik ν (-)	Strižni kot φ (°)	Kohezija c (kPa)
Blatni tok	Neuporabno				
Plasti zemljine lahko gnetne konsistence (kontakt)	19.0	1.5	0.35	15	0
Plasti zemljine srednje do težko gnetne konsistence	19.0	5	0.35	25	10
Preperina hribine	24.0	50	0.25	30	50

5. IZVEDBA SANACIJE

Izvedba sanacije je nujna čimprej in se izvede urgentno.

Območje sanacije je razdeljeno na dva dela:

1. prvi del je v območju ceste, kjer je potrebno zagotoviti varen promet in nad cesto,
2. drugi del je graba hudourniškega potoka z gornjimi odlomi, kjer je izvor problema.

Zgoraj opisani posegi se izvedejo interventno in so podani v takem obsegu, da je zagotovljen varen promet na cesti tudi v času, ko sanacijski ukrepi v gorvodnem območju še niso izvedeni.

Obseg del in stroški izvedbe sanacije so podani v priloženem popisu del s količinami in predračunu del. Zajeta so samo dela opisana v 5.1.

V času sanacijskih del se izvaja izmenično enosmerni promet.

5.1 Izvedba sanacije v območje ceste

V območju ceste (t.j. sama cesta z voziščno konstrukcijo in zgornja brežina, vključno hudorniški jarek) se izvedejo interventni ukrepi za preprečitev nadaljnje škode in zagotovitev varnega prometa. Izvede se vsaj naslednje interventne ukrepe:

1. Odstranitev materiala blatnega toka iz ceste. Odkop utekočinjenega zemeljskega materiala se izvede takoj. Material se odpelje na začasno deponijo in kasneje primerno uporabi. Skupna ocena odstranjenega materiala (blata), vključno s predhodno sanacijo je 1500 m³. Hkrati se izvede delni razrez dreves in lesnega materiala, nanešenega na cesto in brežino nad njo. Ocenjena količina je med 50 in 100 m³.
2. Čiščenje, pregled in obnova prepusta pod cesto.
3. Čiščenje vozne površine ceste, v dolžini 200 m.
4. Obnova cestnih ograj na lokaciji prepusta. Obstoječe ograje so uničene.
5. Izvede se kamnito vtočno korito na mestu vtoka hudourniškega potoka v prepust in iztočno »glavo« na mestu izliva v Javorski potok. Vtočno korito se izvede kot kamnita obloga na betonski posteljici. Pred izvedbo se hidravlično preveri ustreznost premera obstoječega prepusta.
6. Odstrani se narivni material in nestabilno zemljinu v hudourniškem koritu nad cesto in obnovi hudourniško korito. Hkrati se odstrani porušena drevesa in drevesa, za katera je pričakovano, da se bodo pri naslednjem večjem hudourniške izlivu porušila.
7. V hudorniškem koritu se izvede tri kamnite kaskade; prvo ca 10 m od ceste, drugo in tretjo pa po ca 30 m gorvodno. Kaskade se izvede kot kamnite zložbe, temeljene v preperino in vsaj 2 metra svetle višine. Kamen se polaga v beton C12/15, predvidena poraba betona 30%.
8. Nad vsako kamnito kaskado se izvede fleksibilno lovilno pregrado iz jeklenih mrež (npr sistem Geobrugg VX140-H4). V primeru treh zaporednih pregrad je zagotovljena količina zajetega blatnega toka 1200 m³.
9. Izvede se obnova obcestnega odvodnjavanja, t.j. jarka v dolžini 200 m.
10. Obnova voziščne konstrukcije ceste predvidoma ni potrebna.

Izvedba kaskade kot kamnite zložbe

Kaskadna konstrukcija se izvede kot kamnita zložba v širini spodaj 5 m in z bočno razširitvijo, skladno z naravnim naklonom brežin hudourniške grape. Temeljenje zložbe se izvede v hribinsko osnovo, na globini ca 1 m. Izvede se izkop do hribinske osnove. Debelina zidu spodaj naj bo 2 m, zgoraj pa 1 m. Temeljenje mora segati po celotni širini s spodnjim delom pa min. 0,5 m v predviden hribinski sloj. Temeljno jamo naj pregledua geotehnik, da ugotovi skladnost dejanskega stanja s proedvidenim. Podložni beton se izvede z betonom C 12/15, v debelini 20 cm. Na podložni beton se izvede trup kamnite zložbe iz kamnitih blokov. Posamezne kamne je potrebno zlagati tako, da je dosežena čimvečja zaklinjenost. Kamne se polaga na nestrjen beton trdnosti C12/15, s čimer dosežemo kompaktnost zložbe. Predvidena poraba betona je v razmerju kamen/beton 70 % / 30 %. Višina trupa zložbe je do 3 m. Širina zložbe je 5.0 m, bočno se izvede razširitev po obeh brežinah.

Natančna lokacija posamezne kaskade in tlorisne in višinske dimenzije se definira ob geotehničnem nadzoru, na gradbišču. Izkopni material se pretežno uvršča v I. do II. kategorijo. Geomehanske lastnosti tal za geomehansko analizo so podane v tč. 4, tabeli 1.

- I. kategorija: zrahljana zemljina, organska zemljina
- II. kategorija: slabo nosilna zemljina (lahko gnetna glina,...)
- III. kategorija: drobnozrnata (vezljiva) in grobozrnata (nevezljiva) zemljina
- IV. kategorija: mehka kamnina, preperina
- V. kategorija: kamnina

Izvedba lovilne pregrade

Lovilna pregrada se izdelava kot sistem iz naslednjih elementov:

Mreža

- Minimalni premer posamezne žice mora biti 3 mm, protikorozijska zaščita pa min. 150 g/m². S tem se povečuje trajnost sistema in zmanjša stroške vzdrževanja.
- Mreža mora biti narejena tako, da v primeru poškodb ne pride do trganja celotne mreže, ampak samo posameznih elementov. Ponudnik mora pred izvedbo, kot dokaz za to, predati ustrezno potrdilo.
- Struktura mreže mora zagotavljati ustrezno dreniranje sistema.

Zavorni elementi

- Zaradi varnosti morajo biti zavorni elementi postavljeni zunaj najbolj obremenjenih predelov sistema, torej stran od osi hudournika. Zavore morajo biti zato postavljene na rob sistema ali na vrhu stebrov sistema (če so predvideni).
- Namestitvev zavor in njihovo delovanje morajo biti omogočeno na vsaki in za vsako nosilno jeklenico posebej.
- Sila potrebna za aktivacijo zavore mora biti dovolj velika, da onemogoča raztezanje / delovanje zavor že med samo montažo ali pa zaradi obremenitve pregrade s snegom.

Jeklenice in povezovalni elementi

- Zgornja nosilna jeklenica mora biti zaščiten s posebnimi elementi za zmanjšanje obrusa, ki bistveno podaljšujejo življenjsko dobo sistema.
- Vse povezave med jeklenicami in drugimi elementi morajo biti snemljivi, kar omogoča lažje vzdrževanje sistema.

- Vse druge, pomožne komponente sistema, morajo imeti minimalno protikorozijsko zaščito primerljive kvalitete kot glavni elementi sistema (mreža, jeklenice).

Lastnosti

Max dinamični pritisk, retencijski volumen in višina sistema mora biti za vsak sistem preverjena z računalniško simulacijo. Uporabljen sistem mora biti potrjen in klasificiran kot sistem za zaščito pred blatnimi in zrnatimi tokovi. V primeru uporabe nespecifičnih sistemov, je potrebno primernost uporabe preveriti in potrditi za vsak element posebej.

Sistem mora biti dimenzioniran na dinamične pritiske več zaporednih poplavnih valov, statične pritiske na sistem in upoštevati možnost preliivanja povsem zaplavljenega sistema. Sposobnosti sistema morajo biti dokazane z opravljenimi testi 1:1, pod naravnimi pogoji.

ETA in CE

Uporabljen sistem mora imeti pridobljen veljaven ETA, skladno z “Flexible Kits for Retaining Debris Flows and Shallow Landslides / Open Hill Debris Flows”. Za sistem je potrebno naročniku predati še DoP in znak CE.

Navodila za vgradnjo in vzdrževanje

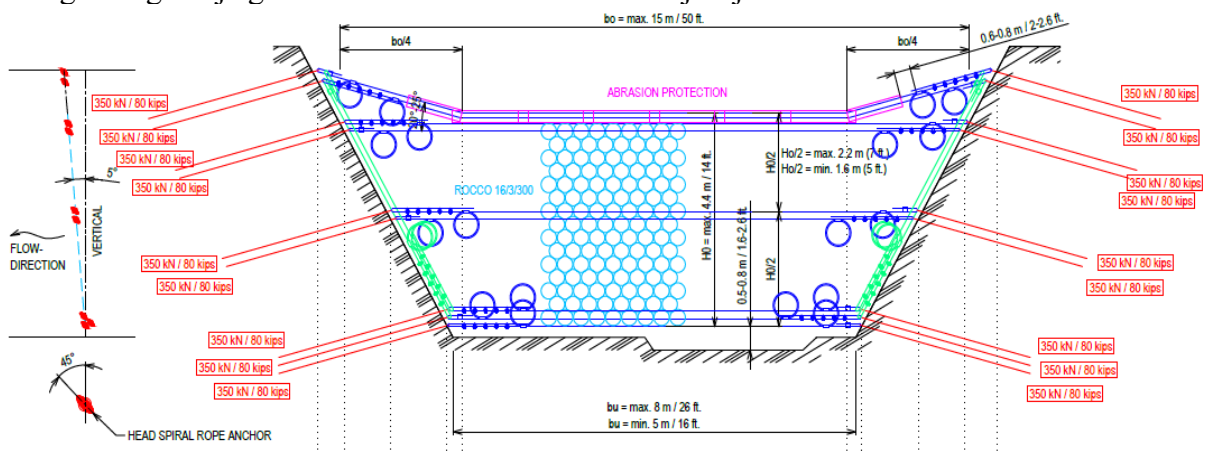
Proizvajalec sistema mora zaradi kontrole kvalitete in primernosti vgradnje zagotoviti naslednjo dokumentacijo:

- Navodila za vgradnjo, kjer so prikazani vsi detajli sistema, koraki montaže in detajli sidranja sistema.
- Navodila za vzdrževanje sistema z opisanimi koraki vzdrževanja in metodami popravil.
- Tabela z sidrnimi silami

Sidrščica

Sidranje sistema se izvede z vravnimi sidri (iz dvojne spiralne jeklenice), dolžine 8,0 m, ki se jih vstavi v vrtine premera 90 mm in zalije z injekcijsko maso. Za vrtnanje je potrebno uporabiti ročno vrtno garnituro.

Vsa dela morajo biti narejena skladno z določenim tehničnim protokolom. Sidra morajo omogočati gibanje glave sidra za min. 30° brez zmanjšanja nominalne nosilnosti sidra.



Slika 11. Fleksibilna lovilna pregrada

Tehnični podatki

BARRIER TYPE WITHOUT POSTS	VX140-H4
Debris flow pressure	140 kN/m/h _{II}
Standard installation height*	4 m
Standard span width*	15 m
Ring net type	ROCCO 16/3/300

5.2 Izvedba sanacije gorvodnega območja hudournika

Izvor problema je na gornjem pobočju na robu med travnatim in gozdnim območjem, kjer se pod površino precejajo velike količine vode. V sodelovanju s strokovnjakom za vode se izvede se naslednje interventne ukrepe:

1. Zajetje izvirov vode, ki se pojavljajo na več lokacija in sprožajo odlome na strmejših brežinah. Smiselno je da se voda kanalizira in kontrolirano odvede do obstoječih vodotokov.
2. Sanacija čelnih odlomnih robov. Ugotovljeni so trije večji odlomi na čelu posameznih zdrsov.
3. Odstrani se narivni material in nestabilno zemljino v hudourniškem koritu nad cesto in obnovi hudourniško korito. Hkrati se odstrani porušena drevesa in drevesa, za katera je pričakovano, da se bodo pri naslednjem večjem hudourniške izlivu porušila.
4. V hudourniškem koritu se izvede tri kamnite kaskade; posamezna kaskada se izvede kot kamnita zložba, temeljena v preperino in vsaj 2 metra svetle višine. Kamen se polaga v beton C12/15, predvidena poraba betona 30%.
5. Nad vsako kamnito kaskado se izvede fleksibilno lovilno pregrado iz jeklenih mrež (npr sistem Geobrugg VX140-H4).

Izvedba kaskad in lovilnih pregrad je podana v 5.1.

6. ZAKLJUČEK

Podano geološko geotehnično mnenje služi kot osnova za interventno izvedbo sanacije plaz (blatnega toka) nad regionalno cesto. Po analizi vzrokov nastanka plaz in možnih variant sanacije, podajamo enostavno varianto izvedbe sanacijskih del, s kamnitimi kaskadami in lovilnimi pregradami v hudourniški grapi nad cesto.

Sanacijska dela se naj izvedejo interventno; t.j. čimprej. S tem se zagotovi varen promet in prepreči še večji strošek sanacije.

Izvedbo del naj redno nadzoruje geotehnik, ki naj tudi sproti podaja morebitne spremembe podpornih ukrepov oz. dopolnila.

Sanacijski ukrepi gorvodno se naj izvajajo v sodelovanju s strokovnjakom za hidrotehniko.

Dejanske lastnosti posameznih slojev, geometrija in debeline slojev lahko odstopajo od predvidenih, zato se ob izvedbi sanacijskih sproti izvaja kontrolna preiskava in se na podlagi te določi lokacije in dimenzije kaskad in fleksibilnih pregrad.

Maribor, 26 januar 2021

Dr. Bojan Žlender, univ.dipl.ing.

