

GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNI ELABORAT

INVESTITOR/NAROČNIK:

Občina Dol pri Ljubljani
Dol pri Ljubljani 1,1262 Dol pri Ljubljani

OBJEKT:

Brežina na zemljišču parc. št. 267, k.o. Križevska vas (občina Dol pri Ljubljani)

NASLOV NAČRTA/ELABORATA::

Geološko-geotehnični elaborat po elementarnem dogodku brežine nad objektom
Zagorica 15

IZDELOVALEC NAČRTA/ ELABORATA:

GEOFORMA D.O.O.

ŠT. NAČRTA/ELABORATA:

GG-74-2021



DATUM:

21.10.2021

NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU/ELABORATU

NASLOV NAČRTA/ELABORATA:

Geološko-geotehnični elaborat po elementarnem dogodku brežine nad objektom
Zagorica 15

INVESTITOR/NAROČNIK:

Občina Dol pri Ljubljani
Dol pri Ljubljani 1,1262 Dol pri Ljubljani

OBJEKT:

Brežina na zemljišču parc. Št. 267, k.o. Križevska vas (občina Dol pri Ljubljani)

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE::

Geološko-geotehnični elaborat

ZA GRADNJO:

VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST

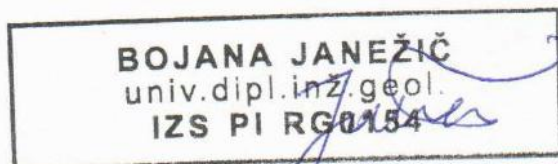
IZDELOVALEC NAČRTA/ELABORATA:

GEOFORMA, geološke in inženirske storitve ter svetovanje d.o.o.



ODGOVORNI IZDELOVALEC NAČRTA/ELABORATA:

BOJANA JANEŽIČ, univ.dipl.inž.geol., ID št. RG0154



ŠTEVILKA IZVODA:

1 2 3 4 5 6 7 8 A

GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNI ELABORAT

Kazalo vsebine:

1. UVOD	4
2. INŽENIRSKO-GEOLOŠKE RAZMERE PREGLEDANEGA OBMOČJA.....	8
2.1 Geotektonski in geomorfološki opis obravnavanega območja.....	8
2.2 Geološki opis obravnavanega območja.....	9
2.3. Inženirsko-geološke razmere in ogroženost pred padci skal.....	10
3. INŽENIRSKO-GEOLOŠKE RAZMERE IN OGROŽENOST PRED PADCI SKAL.....	15
4. HIDROLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE	15
5. SEIZMIČNOST TERENA	16
6. OPIS METODOLOGIJE IN ANALIZE POTI PADAJOČEGA KAMENJA	16
6.1 Geotektonski in geomorfološki opis obravnavanega območja.....	16
6.2 Geotektonski in geomorfološki opis obravnavanega območja.....	16
7. ANALIZA PROFILOV S PROGRAMOM ROCKFALL.....	17
8. PREDLOG UKREPOV	18
8.1 Sanacijski ukrepi.....	19
8. ZAKLJUČEK IN POPIS DEL	22
8.1 Popis del.....	23

Kazalo slik:

- Slika 1. Obravnavano območje v zelenem, kjer je v septembru 2021 (prvi elementarni dogodek) prišlo do padca skale (1,8m³) na objekt Zagorica 15.
- Slika 2. Skalni balvan velikosti okoli 1,8m³, ki je padel na objekt Zagorica 15.
- Slika 3. Skalni balvan velikosti okoli 1,8m³- v razkosani obliki.
- Slika 4. Slika padlih skalnih gmot po 2. elementarnem dogodku.
- Slika 5. Slika padle skale ob objektu Zagorica 15 po 2. elementarnem dogodku.
- Slika 6. Obravnavan del odseka nad cesto in objektom Zagorica 15.
- Slika 7. Izsek iz geološke karte Slovenije z legendo (izrez ni v merilu) LIST LJUBLJANA 1:100 000, Premru et al., 1980.
- Slika 8. Posamezna tektonsko pretrta mesta kamninskega balvana.
- Slika 9. Ležeče kamni in posamezni balvani v velikosti 0,07m³ do 0,5m³.
- Slika 10. Severozahodno nad objektom Zagorica 15 se nahaja skalni balvan v velikosti okoli 2,5m³.
- Slika 11. Srednji del pobočja, kjer je na okoli 2,0m³ pretrti skali raste drevo, ki je prav tako že precej pretrto.
- Slika 12. Skalni balvan velikosti okoli 1m³ ujet v lesene ovire.
- Slika 13. 3D Model terena s prikazom območja obravnave (Vir: Geoprostor, 20.10.2021).
- Slika 14. Primer visoko natezne sidrane mreže.

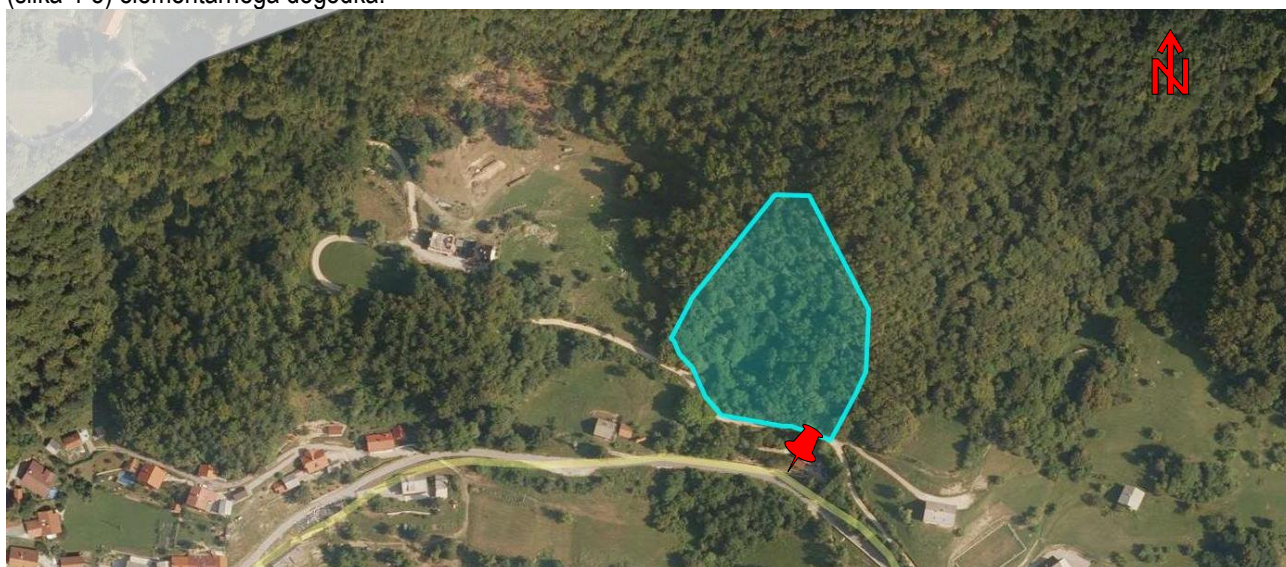
Kazalo prilog:

- Priloga 1. Geodetski posnetek območja obravnave z karakterističnimi profili (M=1:400)
- Priloga 2. Inženirsko-geološka karta (M=1:400).
- Priloga 3. Karakteristični profili P1-P4 (brez ukrepov)(M=1:500).
- Priloga 4. Predvideni ukrepi prikazani na karti(M=1:400).
- Priloga 5. Karakteristični profili P1-P4 (z ukrepi) (M=1:500).
- Priloga 6. Popis nestabilnih in padlih skal območja obravnave s slikam
- Priloga 7. Geotektonski opis skalnih čokov območja obravnave.
- Priloga 8. Analize v programu Rockfall.

1. UVOD

Po naročilu občine Dol pri Ljubljani, smo v avgustu 2021 po prvem elementarnem dogodku (slika 1-2) opravili terenski ogled. Občina Dol pri Ljubljani namerava zaradi skalnega podora v Križevski vasi po fazah urediti sanacijo obravnavanega odseka. Glede na to, da se problematika padanja skalnih gmot pojavlja že nekaj let, je zagotovitev varnosti trenutno živečih prebivalcev ter pohodnikov, takojšnja sanacija nujna. Na kritičnem odseku, se nahaja objekt Zagorica 15, kjer je prijavljen eden prebivalec, je pa dnevno na tem delu veliko pohodnikov in kolesarjev. Pod območjem obravnave poteka javna občinska cesta JP041758. To je povezovalna cesta med Zagorico pri Dolskem in Križevsko vasjo. Promet je redke do srednje gost, po njej se vozi veliko kolesarjev, še zmeraj pa je to edina povezovalna pot v primeru naravnih nesreč in potrebnih zdravniških oskrb. Občina dogodkov zaradi padanja skal na cesti JP041758 ni beležila.

Cesta poteka južno pod strmimi pobočji V studencih. Od začetka do konca območja obravnave si sledijo v verigi trije večji skalni previsi in večje število manjših kamninskih izdankov. Območje obravnave je zaradi erozije precej prizadeto, na kar kažejo nestabilne skale. Večje skalne gmote so tektonsko poškodovane, prizadete zaradi erozije, zakrasevanja terena in delovanja zmrzali. Zaradi vsega naštetega se je v zadnjem desetletju sprožilo več različno velikih skalnih blokov, delno pa tudi drevesna debela (posušena, vetrolom, žledolom, erozija ...). Spodaj so prikazane slike prvega (slika 1-3) in drugega (slika 4-5) elementarnega dogodka.



Slika 1. Obravnavano območje v zelenem, kjer je v septembru 2021 (prvi elementarni dogodek) prišlo do padca skale ($1,8\text{m}^3$) na objekt Zagorica 15.



Slika 2. Skalni balvan velikosti okoli 1,8m³, ki je padel na objekt Zagorica 15.



Slika 3. Skalni balvan velikosti okoli 1,8m³- v razkosani obliki.

Začetek oktobra 2021 je na istem območju prišlo do drugega elementarnega dogodka, kjer se je odlomil del karbonatnega čoka v skupni velikosti okoli 2,5m³. Ta se je razbil na tri dele od koder sta dva dela pristala na spodnji cesti JP041758 (slika 4). Tretji del skale pa je pristal ob objektu Zagorica 15 (slika 5).



Slika 4. Slika padlih skalnih gmot po 2. elementarnem dogodku.



Slika 5. Slika padle skale ob objektu Zagorica 15 po 2. elementarnem dogodku.

Pred pričetkom ogleda smo si pregledali podatke o padcih skalnih blokov na objekte in zemljišča ter pripravili podloge za pregled terena. Točke padlih skal smo posneli z geodezijo za katere popise vseh nestabilnih skalnih gmot podajamo v prilogi. Glavnino podatkov smo pridobili iz LIDAR posnetka terena (vir: Lidar evode).

Po naročilu občine Dol pri Ljubljani smo za izvedbo projektne dokumentacije PZI, v oktobru 2021 po drugem elementarnem dogodku opravili ponovni terenski ogled in geodetske meritve terena. V tem času ni bilo zabeleženih potresov z žariščem v neposredni bližini z. z žariščem od koder bi se potres začutil tudi na območju obravnave,

Geodetske terenske meritve 14.10.2021 so obsegale dodatne podrobne meritve terena, umestitev točk predvidenih podajno lovilnih ograj (PLO), kartiranje ceste (roba ceste) in kartiranje ogroženih objektov. V geodetski posnetek smo uvozili tudi kataster stavb.

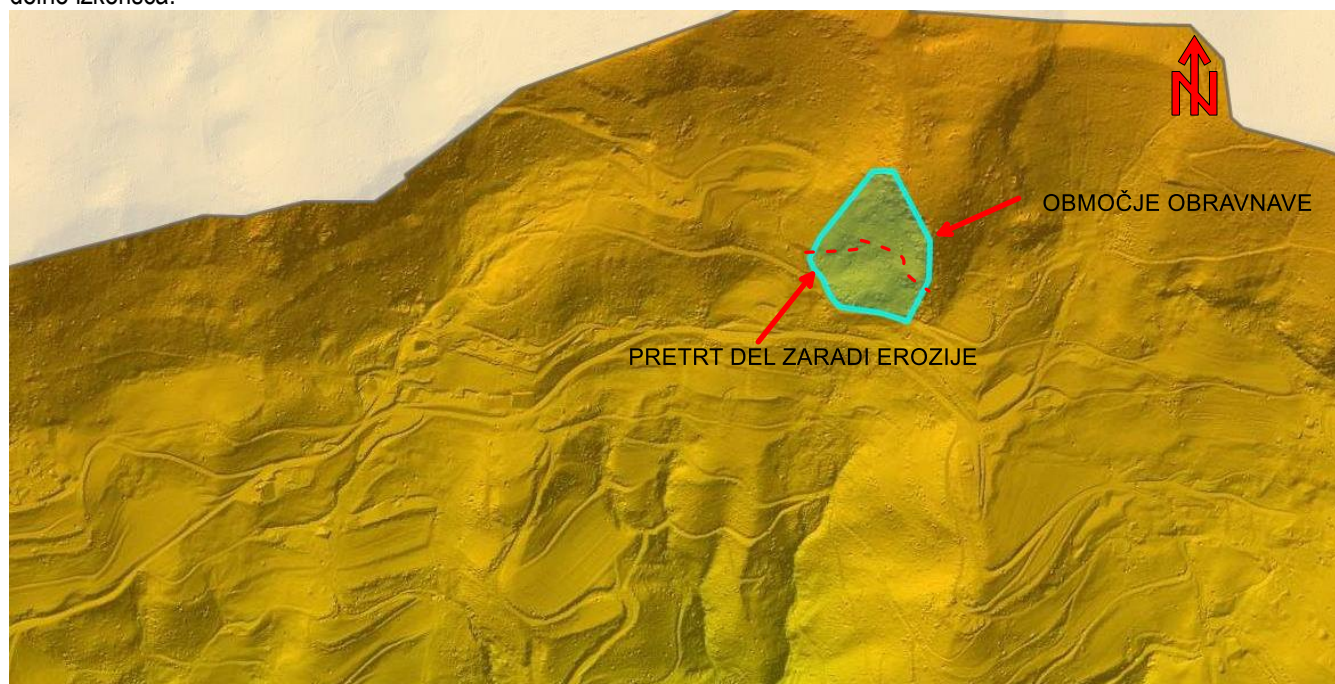
2. INŽENIRSKO-GEOLOŠKE RAZMERE PREGLEDANEGA OBMOČJA

2.1 Geotektonski in geomorfološki opis obravnavanega območja

Geotektonsko je obravnavano ozemlje nastalo v času variscične orogeneze. Natančneje je območje obravnave del Litijskega nariva, ki ga sledimo od Rašice nad Ljubljano proti vzhodu do Zagorja. V času variscične orogeneze so nastale najstarejše kamnine. Za Litijško podcono je značilna konkordantna meja med karbonsko-spodnjepemrskimi in srednjepemrskimi plastmi. Zgornjepemrski sedimenti leže deloma konkordantno, deloma diskordantno na starejših plasteh. Na območju obravnave so značilni prelomi v smeri SZ-JV ter S-J (Premru, 1987). Dolski nariv je narinjen na litijško antiklinalo, med Litijo in Ljubljano je povečini erodiran.

Obravnavano območje se nahaja nad cesto JP041758 Zagorico pri Dolskem-Križevska vas. Cesta poteka vzporedno z litološkim prehodom med triasnimi apnencem in permkarbonskimi peščenjaki ter konglomerati, kjer je po naši oceni kamnina tudi najbolj pretrta in prizadeta zaradi erozije. Hrib ob cesti je redko poseljen. Osnovni relief površja je prikazan na sliki 3. Naklon pobočij se dokaj hitro spreminja, generalni nakloni pobočja znašajo med 30 do 44°, pojavljajo se posamezni vertikalni do previsni skalni skoki. Glede na velik vpad plasti, zakraselost triasnih apnencev in dolomitov in srednje veliko produkcijo labilnih skalnih blokov predstavlja ta del najbolj nevarni del na pregledanem odseku.

Na zgornjem delu brežine v poteka izrazita vertikalna do previsna skalna stopnja. Gre za območje narivnega preloma s smerjo ploskev cca. 60/60. Višina narivne ploskve znaša med 2 in 4 m. Zaradi nariva in posledično poškodovanih triasnih apnencev in dolomitov je na tem delu možna večja produkcija skalnih blokov. Po pregledu terena smo tudi ugotovili, da se na tem območju med območjem nariva in traso ceste nahaja območje kar nekaj podornih blokov velikosti med 0.5 in 20 m³. Pobočja pokriva dokaj gost mešan gozd, veliko dreves ima debelino debla 60 cm. Glede na težko dostopnost pobočij, dokaj velike naklone terena in traso glavne ceste na dnu pobočij, je sečnja dreves zaradi varnosti ogrožena. Gozd na tem delu se delno izkorišča.

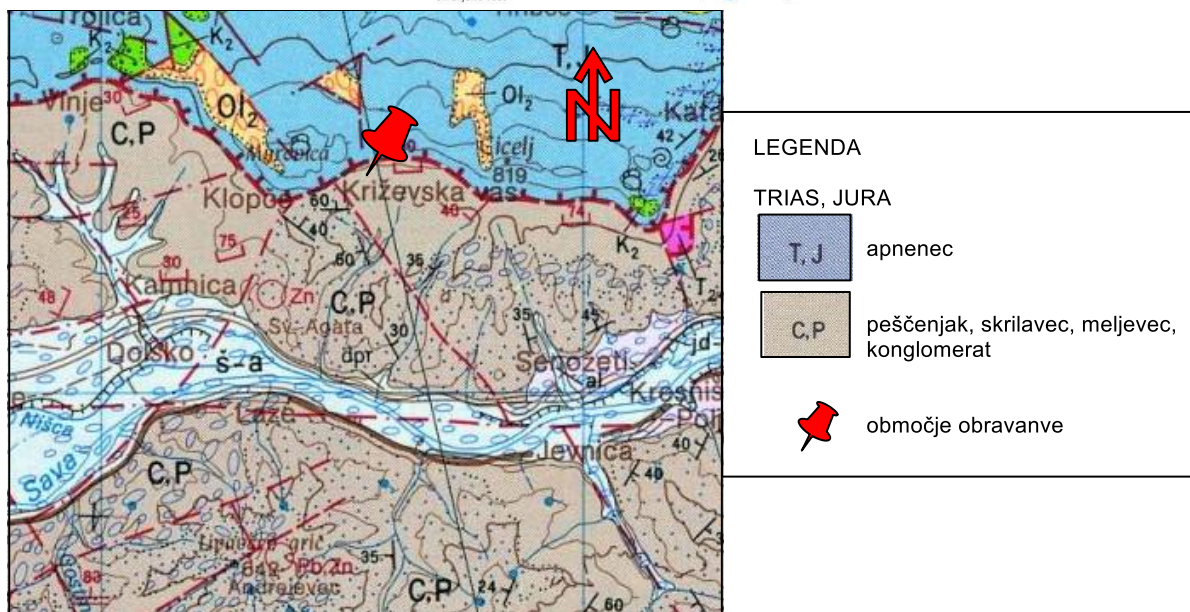


Slika 6. Obravnavan del odseka nad cesto in objektom Zagorica 15.

Pri neotektoniki območja so najpogostejše prelomne strukture, ponekod so prisotni tudi lokalni neotektonski narivi in luske večjega ali manjšega obsega. Ob večjih prelomih so kamnine nagubane, zdrobljene in milonitizirane in pogosto spremenjene v tektonsko brečo. Najbolj so ob prelomih spremenjeni triasni dolomiti, same prelomne cone pa so ponekod lahko široke tudi do nekaj sto metrov. Geološke enote, bodisi jih nadalje delijo. Ob tem imajo določeno hidrogeološko vlogo tudi prelomne in narivne strukture na območju, ki lahko predstavljajo hidrogeološke bariere ali bolj prevodne strukture. V nadaljevanju je podan opis glavnih hidrogeoloških enot, ki so določene na podlagi geološke sestave območja in hidrogeoloških lastnosti posameznih enot.

2.2 Geološki opis obravnavanega območja

Glede na Osnovno geološko karto (slika 2), obravnavano območje leži na permkarbonskih peščenjaki, meljevcih in konglomeratih, zaledje pa gradijo tektonsko pretrti apnenci triasne in jurske starosti. Ti so tektonsko pretrti in milonitizirani. Debelina deluvijalnega pokrova niha med 0,2-0,5 metra. Naklon pobočja območja obravnave se giblje med 28° do okoli 52°. Teren prekriva minimalna debelina preperine ter do 40 cm debel koreninski pokrov – gozdna humozna tla. Na območju pojavljanja podornih blokov pričakujemo velikost blokov od 0,5 do 20m³ in pojav praznih prostorov med bloki.



Slika 7. Izsek iz geološke karte Slovenije z legendo (izrez ni v merilu) LIST LJUBLJANA 1:100 000, Premru et al., 1980.

2.3. Inženirsko-geološke razmere in ogroženost pred padci skal

Celotni teren smo inženirsko-geološko pregledali. Pozorni smo bili predvsem na dokaze o labilnih blokih, možnih velikosti blokov, povprečni velikosti blokov na posameznem odseku in o možnih ukrepih za izboljšanje razmer. Na območju smo zabeležili posamezne kamninske bloke. Foto material je priložen v prilogi 8 in 9. Večinoma gre za izpade posameznih kosov plasti, zato so kosi generalno precej oglati. Odsek od koder je prišlo do padca večje skalne gmote na objekt in na katerem se nahajajo slabši kamninski balvani je dolg okoli 60 metrov. Širšega dela od tega odseka nismo pregledovali.

Na terenu smo opazili, da je strmejši del, ki nadaljuje v apnenčev kamninski balvan precej mestoma pretrt, viden je tudi prehod med permkarbonsko in triasno cono. Spodaj podajamo nekaj terenskih slik iz katerih je razvidno, da je pobočje nad območjem obravnave precej erozivno in nevarno zaradi možnega padanja posameznih skal.



Slika 8. Posamezna tektonsko pretrta mesta kamninskega balvana.



Slika 9. Ležeče kamni in posamezni balvani v velikosti 0,07m³ do 0,5m³.



Slika 10. Severozahodno nad objektom Zagorica 15 se nahaja skalni balvan v velikosti okoli 2,5m³.



Slika 11. Srednji del pobočja, kjer je na okoli 2,0m³ pretrti skali raste drevo, ki je prav tako že precej pretrto.



Slika 12. Skalni balvan velikosti okoli 1m³ ujet v lesene ovire.

Podrobnejši popis vseh skal s koordinatami podajamo v prilogi 9.

Obra­vna­vano območje, prikazano na geološko-tektonski karti je v celoti zelo erozivno in potencialno za ponovni skalni podor. Območje smo razdelili na dva skalna čoka. Označili smo potencialno nevarne skale za plazenje po pobočju. Oznake skal so na geološko-tektonski karti prikazane s številkami in sicer po vrsti od 1 do 36 (priloga 6).

Skalni čok 1 leži na nadmorski višini od 606 m n.v. do 623 m n.v. Najbolj problematičen del predstavlja skrajni vzhodni del, saj je v tem delu kamnina zelo razpokana in preperela. Opazno je odlamljanje in kotaljenje skal v pobočje. Območje je zelo pretirno in erozivno. V tem delu bi se lahko pojavil ponovni odlom skal. V osrednjem delu je območje prav tako zelo pretirno in erozivno. Razpoke potekajo v vse smeri, najbolj pogoste so vertikalne in v smeri od SZ proti JV. Širine razpok dosežejo velikosti do 2 cm. Izmerjen upad plasti v tem delu znaša 45/90. V spodnjem zahodnem delu skalnega čoka 1 so prisotne večinoma vertikalne razpoke. Skalna gmeta je spodaj močno erodirana in spodjedena. Predstavlja potencialno območje za skalni podor. Izmerjen vpad plasti je 185/60. Kamnina nad skalnim čokom 1 je kompaktna in delno vraščena v tla. Nad skalnim čokom 1 na vzhodni strani je kamnina zelo preperela. Ta del predstavlja najbolj erozivno območje.

Skalni čok 2 leži na višini 633 m n.v. do 643 m n.v. Najbolj erozivno območje predstavlja skrajni zahodni del, kjer je kamnina močno pretirna in je prisotno veliko razpok. Najbolj problematična je vertikalna razpoka širine 20 cm, ki predstavlja območje erozije in lahko potencialno prispeva k odlomu in splazenju večje skale v dolino. Na tem delu se nahaja skala s številko 33. Plasti upadajo z naklonom 200/90 in 255/90. Na sredini in na vzhodnem delu so prisotne razpoke v vse smeri, najpogostejše so tiste z vertikalno smerjo. V tem delu je bil izmerjen upad plasti 30/85. Tukaj se nahaja skala s številko 34. Ta je naložena na vrhu čoka, očitno premaknjena oz. rotirana in predstavlja potencialno nevarna za splazanje. Kamnina je nad celotnim čokom 2 kompaktna in delno razpokana, razen na skrajnem zahodu, kjer je kamnina močno razpokana.

Za ponoven padec po površju so najbolj potencialne skale označene s številkami: 26, 27, 28 in 30, katere so ujete za drevo ali leseno pregrado.

Na zahodnem delu obravnavanega območja se teren nekoliko položi. To je na nadmorski višini 602 m. Na tem delu se je ujelo približno 10 skal velikosti do 1m³. Nekatere od njih ne predstavljajo velike nevarnosti za ponovni skalni podor, vendar so bile že očitno premaknjene in ujete v tem delu terena. Sem spadajo skale z oznakami 9, 10, 11 in 12. Teren je na tem delu v celoti prekrit z gruščem v velikosti od 10 do 50 cm.

Oba skalna čoka smo še geotektonsko interpretirali (Priloga 7). Spodaj podajamo obrazložitev priloge 7.

Obrazložitev k sliki 1:

V celoti je skalni čok 1. zelo eroziven. Najbolj problematičen del je na skrajnem vzhodu, kjer je kamnina močno pretirna in preperela. Vidno je je krušenje skal, ki dosežejo velikosti do 1,6 m³. Ta del predstavlja vir, odkrušenih skal, ki so posledično lahko zgrmele po pobočju in uničile objekt z naslovom Zagorica 15. Objekt se namreč nahaja pravokotno na vzhodni dela skalnega čoka 1.

Obrazložitev k sliki 2:

V osrednjem delu skalnega čoka 1, je veliko število razpok, ki potekajo v vse smeri. Razpoke so široke do 2 cm. Kamnina je pretrta in opazno je krušenje skal do velikosti 0,5 m³.

Obrazložitev k sliki 3:

V skrajnem spodnjem zahodnem delu skalnega čoka 1 je prisotno veliko vertikalnih razpok, do širine 2 cm. Spodaj je skala močno erodirana. Potencialno nevarno območje za skalni podor.

Obrazložitev k sliki 4:

Na skrajnem zahodnem delu skalnega čoka 2 je kamnina zelo razpokana in preperela. V osrednjem delu je prisotno veliko razpok, ki potekajo v vse smeri, največ je vertikalnih. Na vzhodnem delu je kamnina delno pretrta, razpoke potekajo v vse smeri. Na vrhu vzhodnega dela skalnega čoka 2 je kamnina delno razpokana. Opazna je nepravilno odložena skala, kar pomeni, da je bila nekoč odložena oziroma erodirana z vrhnjega predela, nad obravnavanim območjem (številka 34).

Obrazložitev k sliki 5:

Skrajni zahodni del čoka 2, se zdi kot je najbolj problematično območje, kjer je kamnina močno pretrta in preperela. Prisotne so razpoke v vse smeri, najbolj izstopa razpoka debeline 20 cm. Erozijsko nevarno območje.

3. INŽENIRSKO-GEOLOŠKE RAZMERE IN OGROŽENOST PRED PADCI SKAL

Celotni teren smo inženirsko-geološko pregledali. Pozorni smo bili predvsem na dokaze o labilnih blokih, možnih velikosti blokov, povprečni velikosti blokov na posameznem odseku in o možnih ukrepih za izboljšanje razmer. Izdelali smo IG karto obravnavanega terena. Ta je priložena v prilogi 2. Na IG karti so določena posamezna območja, kjer se nahajajo izdanki kamnin, območje podornih blokov in pa terenske točke, kjer smo dokumentirali posamezne detajle. Foto material je priložen v prilogi 9. Večinoma gre za izpade posameznih kosov plasti, zato so kosi generalno precej oglati.

Odsek smo obravnavali v enem delu na podlagi štirih (4) profilov:

- Gričevnato do gozdnato pobočje, strmina pobočja med 32 do 53°, lokalno tudi bolj strme skalne stopnje. Največja pogostnost padcev skalnih blokov velikosti med 5 in 400 kg, posamezni skalni bloki do 2700 kg. Možni izpadi skalnih blokov velikosti 0,3 – 2,5 m³. Na strmem gozdnatem pobočju so na drevesih vidne poškodbe skalnih blokov do višine 1,50-2,00m (gledano višine od tal). Glede na poseljenost v spodnjem delu pod cesto in gostoto gibanja, je sanacija tega dela odseka nujna. Izvede Glavni ukrep, ki se ga izvede je izdelava zaščitne mreže za oba skalna čoka in izdelava višje podajno-lovilne ograje višine cca. 3-5 m ter prekritje manjših skal na samem mestu z sidrano mrežo. Na tem odseku ni zabeležene večje sečnje v zadnjih desetih letih in gozdnega reda. Objekte in prebivalce ogrožajo tudi večja starejša drevesa.

4. HIDROLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

Območje obravnave leži na nadmorski višini okoli 580,00 -650,00 metrov. Površinske vode, ki napajajo ožje in širše območje obravnave, so vode prispevnega območja porečja reke Save, tako imenovanega vodnega telesa Sava Podgrad – Litija. Podzemne vode se napajajo iz vodnega telesa Savska kotlina in Ljubljansko Barje. Območja obravnave pretežno gradita dva tipa vodonosnikov (imenovanje po IAH):

- Medzrnski, aluvialni - obširni in lokalni srednje do visoko izdatni, mestoma nizko izdatni vodonosniki
- Apnenčasti in dolomitni (Kraški/razpoklinski - obširni in lokalni nizko do visoko izdatni vodonosniki) vodonosniki v podlagi in obrobju kvartarnih naplavin

Območje je del 3. (vodozbirna površina vodnega telesa Sava-Kresnica) in 4. hidrografskega območja, ki ga predstavlja vodozbirna površina Mlinščice. Zaledje pretežno gradijo apnenci triasne in jurske starosti, mestoma so prisotni izdanki apnencev in laporjev kredine starosti. Hidrogeološko bariero pa predstavljajo pod triasnimi plastmi ležeče plasti karbonske in permske starosti. Hidravlične lastnosti kamnin se spreminjajo, pri prepereli kamnini in tektonsko pretrti kamnini, katerih prepustnost je v tem primeru večja. Karbonatne kamnine, ki grade vodozbirno zaledje so tako srednje prepustne z srednjo

in deloma kraško razpoklinsko poroznostjo. Vodonosnik je odprti in ima prosto gladino. Napajanje podzemne vode se vrši z infiltracijo padavinske vode.

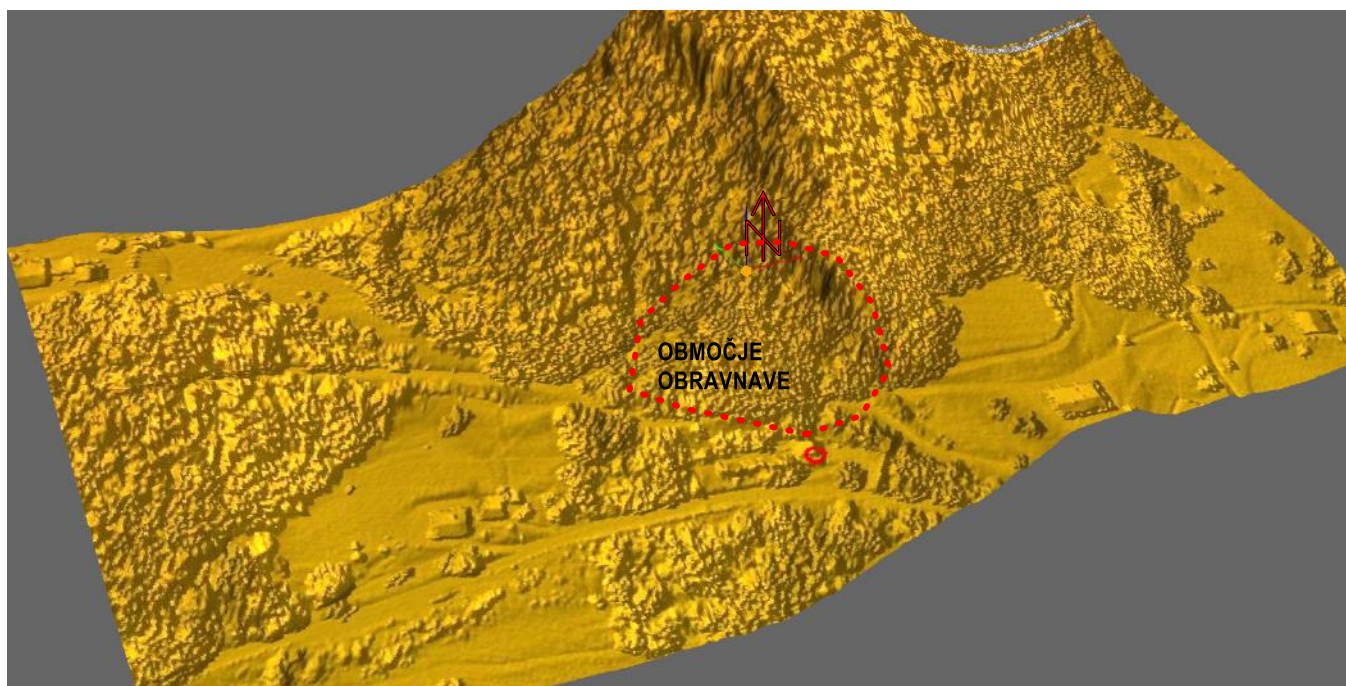
5. SEIZMIČNOST TERENA

Identifikacija tal je podana glede na potresni vpliv v skladu s predpisom SISI EN 1998-11:2006. Obravnavano območje se uvršča v VIII. stopnjo seizmične intenzitete po EMS lestvici (European Macroseismic Scale). V tem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške do 0,225 g. Podatke povzemamo po karti makroseizmičnih intenzitet Slovenije za povratno dobo potresov 475 let in po karti projektnih pospeškov potresov a_g . Za prostorsko in urbanistično načrtovanje in za potresno varno projektiranje se uporablja karto projektnega pospeška a_g . Kategorizacija upošteva litološko sestavo tal, inženirsko geološke lastnosti kamnin, tektonske značilnosti in morfološke značilnosti. V skladu z Evrokodom 8 uvrščamo tla na območju obravnave v tip tal A, kjer se nahaja skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala - $v_{s,30} \geq 800$ m/s (Vir: ARSO: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>).

6. OPIS METODOLOGIJE IN ANALIZE POTI PADAJOČEGA KAMENJA

6.1 Geotektonski in geomorfološki opis obravnavanega območja

Za modeliranje poti padajočih skal je bil uporabljen 3D digitalni model terena, izdelan na osnovi geodetskega posnetka terena in točk padajočih skal, LIDAR podatkov terenskih točk (brez vegetacije).



Slika 13. 3D Model terena s prikazom območja obravnave (Vir: Geoprostor, 20.10.2021).

Na osnovi digitalnega modela reliefa in vnosom kritičnih žarišč labilnih blokov so bile določene kritične poti padajočih skal po metodi padnic z večjim naklonom glede na relief, pridobljenimi vzdolžnimi profili dejanske poti kamna. Sama analiza kritičnih profilov za določitev energij in potrebnih višin podajno lovilnih ograj (PLO) je bila opravljena z zadnjo verzijo programa ROCKFALL M+8.016 (©Rockscience).

6.2 Geotektonski in geomorfološki opis obravnavanega območja

Simulacija kamenja je narejena na podlagi vzdolžnih profilov poti skalnih gmot, pridobljene iz 3D modela posnetka in geodetskega posnetka, kjer smo koordinate le-teh s pomočjo GPS določili na samem terenu. Vsak posamezen profil je razdeljen na odseke glede na tipe površine:

- Kompaktna kamnina (izdanki kamnin v zgornjem in v spodnjem delu profila).
- Pobočje z deluvijano zemljino (deluvij).
- Pobočje z gruščem (deluvij).
- Pobočje (deluvij) poraščeno z gozdom.

Za posamezen tip površine so bili določeni parametri: kot trenja, kot lepljenja, dušenje tangentno in normalno na površino, odpor pri kotaljenju in hrapavost površine, ter dušenje zaradi poraščenosti z drevjem. Oblika kamena je bila pri simulaciji vnesena raznoliko glede na tip skal, ki smo jih na terenu popisali (kvadratna, romboidna, elipsasta, poligonalna). S simulacijo pridobljene vrednosti so kolikor je mogoče realne, vendar je nemogoče določiti natančno vrednost energije posameznim blokom, predvsem zaradi predpostavke energije dušenja zaradi poraščenosti z gozdom, ki je na obravnavanem območju dokaj gosta.

Dobljeni rezultati služijo pri oceni potrebnih stroškov za izvedbo zavarovanja. Pomembno je tudi poudariti, da je padanje kamena naraven proces in zato ne more biti izračunan povsem eksaktno (odklon smeri zaradi odbojev od debel dreves, ipd.).

7. ANALIZA PROFILOV S PROGRAMOM ROCKFALL

V programu ROCKFALL M+8.016 smo analizirali padanje skal in blokov za cestni odsek JP041758. To je povezovalna cesta med Zagorico pri Dolskem in Križevsko vasjo (60-80m).

V analizo smo vključili potencialno nevarne (padajoče) skale in bloke različnih oblik in velikosti, katere smo določili na podlagi terenskega ogleda (Priloga 2).

Prav tako smo na podlagi terenskega ogleda določili različne odseke terena brežine nad cesto, ki smo jih uporabili na različnih odsekih profilov. Teren nad cesto je najprej travnat, deloma prekrit s preperino, deloma pa se pojavljajo izdanki, višje pa je skalnat.

Območje nismo delili po odsekih a smo ga obravnavali na štirih (4) profilih.

Na profilih od 1-4 so potencialno nevarni bloki dimenzij maksimalno do 4,800kg (4,8t), med njimi tudi potencialno nevarne delno vraščene skale, ki so dosegle dimenzije tudi do 7,800 m³. Na celotnem odseku se v večini pojavljaj možnost padanja skal manjših dimenzij (10 kg do 3300 kg). Teren je večinoma poraščen z gozdom, zato smo pri analizah upoštevali redek, ponekod pa srednje gost gozd.

Zaradi same narave terena (menjavanje preperinskega pokrova in izdankov), smo v analize vključili kombinacijo oz. menjavanje omenjenih dveh tipov pribl. v razmerju 40:40. Pri nekaterih analizah smo poraščenost z gozdom upoštevali le na delih prekritih s preperino („deluvij“ – siva barva).

V nadaljevanju je podana legenda upoštevanih velikosti skalnih blokov (2 različnih razredov velikosti) in različne upoštene podlage po terenu. Glede na določene velikosti in oblike blokov smo upoštevali podolgovate in eliptične oblike blokov. Oblika blokov ima pomemben vpliv na višino odbojev in tip premikanja (drsenje, kotaljenje, odskakovanje).

Izračune smo izdelali na treh (4) kritičnih profilih (1-4). Glede na pregled terena smo pri vsakem profilu določili velikost in območje izpadanja skalnih blokov, izdelali smo analize brez upoštevanja lovilnega učinka gozda in z upoštevanjem učinka gozda. Gozd ima na območju pomemben vpliv, saj nekoliko zniža hitrosti skalnih blokov, poleg tega pa tudi zniža energije padlih blokov. S tem namenom se pri postavitvi zaščitnih ukrepov podajno lovilnih ograj ne izvede sečnja višje od 5 m od umestitve linije omenjenih ograj. V pasu 5 m nad ograjo se izvede sečnja večjih dreves od 15cm na višini 1,5m z namenom akumulacije energije padlih blokov.

Rezultati analiz so podani v spodnji preglednici in v prilogi 6. V prilogi so podani vhodni podatki glede upoštevanih velikosti kamnitih blokov in glede uporabljenih materialov na površini analiziranih profilov.

PROFILI	OGRAJA (PLO)			IZBRANA ENERGIJSKA SPOSOBNOST ZADRŽEVANJA (kJ)	IZBRANA VIŠINA PLO (m)	PREDVIDENA KOTA PLO (m.n.v.)	VELIKOSTI PADAJOČIH SKAL/BLOKOV (kg)
	MAX. ENERGIJA UDARCA SKALE (kJ)	VIŠINA UDARCA V OGRAJO	OZNAKA PLO				
P1 (ODSEK 1)	154	3.0	PLO1	1000A	5	595	20-3.300
P2 (ODSEK 1)	438	2.50	PLO1	1000A	5	595,80	
P3 (ODSEK 1)	108	3.8	PLO1	1000A	5	595,90	
P4 (ODSEK 1)	501	3.0	PLO1	1000A	5	596,00	

Pri projektiranju ograj pri analiziranih profilih zadoščajo podajno-lovilne ograje $E=1000$ kJ, kjer smo upoštevali skal velikosti od 20-3.300 kg. Glede na to, da so skalni čoki na območju obravnave zelo nestabilni, tektonsko pretrti in erodirani, predlagamo da se jih prekrije z težko mrežo, katero se fiksira s pasivnimi geotehničnimi sidri.

Statični izračun za izbiro mrež podajamo spodaj. Izračun je bil izveden po programu Revolum®- Program za izračun stabilnosti terena TECCO®/SPIDER®. Za naše območje obravnave smo predvideli visoko natezne mreže za prekritje skalnih čokov v velikosti $170\text{m}^2 + 240\text{m}^2(410\text{m}^2 + 10\% = \text{cca } 450\text{m}^2)$.

Mreža mora biti narejena iz žice visoke natezne trdnosti 1770 N/mm^2 (konstrukcija $1 \times 3\text{ mm}$). Maksimalna odprtina okenca mora biti 65 mm. Odpornost mreže na predrtje DR: 180 kN, odpornost mreže na pretrganje na zgornji strani podložne plošče: 90 kN, nosilna odpornost mreže proti nateznim silam v smeri padca brežine (vzporedno s pobočjem): min. 30 kN. Podložne plošče naj bodo dimenzij: $330 \times 205\text{ mm}$, teža 2.2 kg, debelina 7 mm, diamantne geometrije. Glede na statični izračun priporočamo uporabo GEWI $D = 28\text{ mm}$, $l=3-4\text{ m}$. Uporabi se lahko tudi druga sidra, enakih lastnosti.

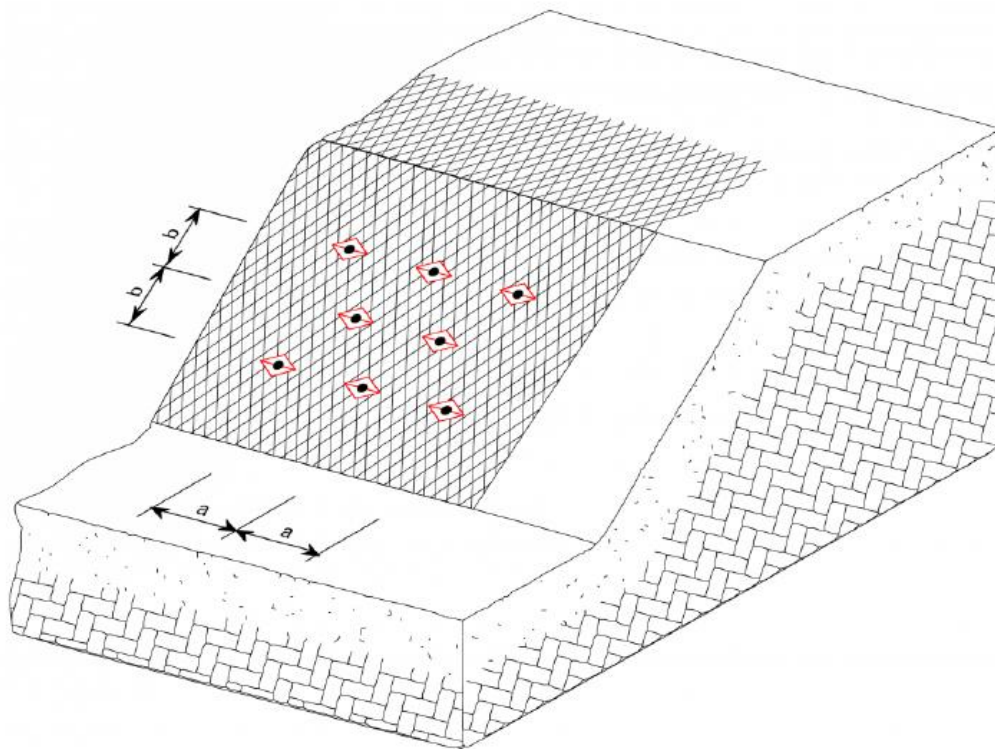
Vrvna sidra:

Uporabljene končne oz. mejne vrvi se priporoča iz nerjavečega jekla debeline vsaj 14,5 mm, $l=4-5\text{ m}$. Uporabi se lahko tudi druga sidra, enakih lastnosti.

Robna jeklenica naj bo: $D=12\text{ mm}$, $l=100\text{ m}$

Protikorozijska zaščita

Mreža: Zn95Al5, min 150 g/m^2



$a=2,35\text{ m}$ (razdalja horizontalno)

$b=1,60\text{ m}$ (razdalja vertikalno-v smeri naklona pobočja)

Slika 14. Primer visoko natezne sidrane mreže.

8. PREDLOG UKREPOV

Glede na opravljen IG pregled brežin in izdelane analize trajektorij in energij skalnih blokov na območje ceste smo predvideli naslednje ukrepe za zaščito območja ceste pred padajočimi bloki:

1. Čiščenje brežin (nadzorovano proženje in odstranitev labilnih blokov samo 5 m nad umestitvijo podajno lovilnih ograj, sečnja brez odvoza (pod podajno lovilnimi ograjami in 5 m nad podajno lovilnimi ograjami). Območje sečnje se naknadno še določi na terenu.

Na območju obravnave predlagamo izdelavo podajno lovilne ograje PLO-1 1000kJ H=5m dolžine 70m. Postavitev opozorilne signalizacije na cesti JP041758 Zagorica pri Dolskem-Križevska vas (70m) Vzpostavitev elektronskega brezžičnega geotehničnega monitoringa z alarmiranjem. Merilce nagiba se postavi na celotnem odseku, saj je kritičen. Poleg PLO-jev se izvede prekritje kritičnih odsekov skalnih pobočij z težko globoko sidrano mrežo (ki pa večinoma ne zadošča vsem varnostnim pogojem).

2. Na dveh skalnih čokih smo predvideli, da se jih obleče z težko sidrano mrežo.
3. Sečna na gozdnatem pobočju nad linijo podajno lovilno ograjo se strogo odsvetuje in ni predvidena tudi tekom gradnje PLO, saj se bodo na ta način povečalo število kritičnih poti padajočih skalnih gmot.

8.1 Sanacijski ukrepi

Na osnovi geološko-geotehničnega poročila, dostopnih geodetskih podatkov, na osnovi opravljenih računalniških analiz, ekspertnih priporočil, dosedanjih izkušenj s tovrstnimi zavarovanji v Sloveniji se predlaga naslednje sanacijske ukrepe (navedeno v vrstnem redu glede na predlagano časovno faznost izvedbe).

Faznost izvajanja del in tehnologija gradnje

Dela so v grobem razdeljena na:

- Pripravljalna dela (sečnja, nadzotovano proženje labilnih blokov, ročna zemeljska dela)
- Izvedba telejev PLO in vrtanje vrtin za sidra (temelji)
- Postavitev podajno lovilnih sistemov
- Prekritje območij gole hribine (skalni čoki) oz. večjih skalnih blokov s sidrano pocinkano žično mrežo.

Pripravljalna dela

Projektant določi mesta postavitve PLO in obseg sečnje. Geodet določi in posname dejanske pozicije umestitve. Določi se vplivna območja in nadzorovan izvede posek drevja. Sečnja se izvede v pasu 5 m pod PLO in v pasu 5 m nad ograjo se izvede sečnja večjih dreves od 15cm na višini 1,5m z namenom akumulacije energije padlih blokov. Sečnja izven tega območja ni predvidena in je strogo odsvetovana tudi lastnikom gozdov. Poleg tega se v času pripravljalnih del izvede še ročno čiščenje območja (kot na primer gozdni red in ročno proženje labilnih blokov in drugo). Izvede se tudi odvoz proženih skal, ki so ostale na vznožju pobočja ter odstranitev večjih labilnih skal na erozijskih centrih (po potrebi in navodilih projektanta). Lastniki gozdov poskrbijo za odstranitev se vseh podrtih in poškodovanih dreves v širši okolici vplivnega območja. V liniji posameznega podajno lovilnega sistema se izvede ročna izravnava tudi terena za postavitev temeljev oz. stebrov.

Pred pričetkom del in dobavo vseh materialov izvajalec del preda: tehnološko varnostni elaborat, popis del in materialov, tehnične karakteristike ter vse ateste in izjave materialov. Projektant poda v roku 8 dni od prejema potrditev oz. zavrne pomanjkljiv material oz. dokumentacijo.

Po dobavi materiala na samo lokacijo je obvezen pregled s strani projektanta in dokončna potrditev materialov za vgradnjo. Vgradnja brez predhodne potrditve materiala pred vgradnjo projektanta se ne prizna pri obračunu del. Saj je material po vgradnji v vrtino in betonaži oz. injektiranju, betonaži nemogoče preveriti oz. menjava ni več mogoča.

Vrtanje vrtin za sidra

Potrebno je izvesti vrtine za sidranje stebrov, stranskih in zalednih vrvi, v katere se vstavi predpisana sidra in se jih zalije z cementno suspenzijo. Vrtanje se izvaja z ročnimi garniturami za težko dostopne terene. Ob izvedbi vrtin je potrebno izdelovati tehnološki elaborat sidranja in imenovati odgovornega inženirja, voditi vse potrebne listine, zapisnik o izvedbi sider in podajno lovilnih elementov. Vrtanje naj se vrši pod nadzorom geomehanika. Predhodno se izvede testno polje sider z namenom potrditve geomehanskih karakteristik hribine, preperine in dokončno potrditvijo dolžin sider. Predhodne geomehanske raziskave niso bile izvedene. Izvajalec sidranja izvede celoviti napenjalni preizkus na vsaj 6 sidrih. Prisotnost geomehanskega nadzora pri testiranju je obvezna, test se ne prične izvajati brez prisotnosti nadzora (predhodno se uskladi termin izvedbe).

Postavitev podajno lovilnih sistemov

Pri postavitvi je potrebno upoštevati navodila, posredovana s strani proizvajalca podajno lovilnih sistemov, s katerimi se zagotovi kvalitetno izvedbo. Upoštevati je potrebno vse zahteve projektne dokumentacije (projekt in popis del ter standarde za tovrstna dela). Vsi detajli morajo biti predhodno usklajeni v tehnološkem elaboratu (ki ga izdelava izvajalec del) in potrjeni s strani projektanta. Postavitev ograj lahko opravijo le delavci usposobljeni za načrtovana dela. Lokacije in dolžine posameznih podajno lovilnih sistemov so podane v grafičnih prilogah. Pri zakoličbi mora biti zagotovljena prisotnost projektanta. Ob koncu izvedbe del je potrebno celotno območje, izven vplivnih odsekov ureditve, povrniti v prvotno stanje.

Izvedba podajno lovilnega sistema

Lokacije ukrepov so vrisane v modelu reliefa s prikazom ukrepov (Priloge 4-5). Zaradi razgibanosti terena je nujno izvesti terensko zakoličbo sistemov pod nadzorom projektanta. Sidranje prekritij in podajno lovilnih sistemov mora pred izvedbo potrditi projektant. Posamezni detajli se lahko v odvisnosti od proizvajalca podajno lovilnega sistema razlikujejo. Zahteve za dobavljeni podajno lovilni sistem so:

- Podajno lovilni sistemi, ki se bodo vgrajevali, morajo biti kot celota preizkušeni na projektno obremenitev oziroma prevzem kinetične energije 1000 kJ za celoten odsek. Vsi vgrajeni materiali morajo biti proizvedeni v skladu z nacionalnim oziroma evropskim tehničnim soglasjem (STS ali ETA) in preskušani po ETAG 027 s pridobljeno oznako CE. V sklopu ponudbe mora izvajalec del predložiti vso dokumentacijo naročniku in inženirju v skladu z nacionalno in EU tehnično regulativo.
- Vsi podajno lovilni sistemi morajo biti proizvedeni s strani enega proizvajalca.
- Podajno lovilni sistem se izvede po zahtevah in navodilih proizvajalca in strogo tudi po tej projektni nalogi
- Izvajalec mora s strani proizvajalca pridobiti dokumente o certifikaciji za vse bistvene elemente sistema (stebre, mreže, ojačitvene in sidrne vrvi, zavore sidrišč) ter certifikat o nespremenljivosti lastnosti proizvoda v skladu z Uredbo (EU) št. 305/2011. Dodatno mora izvajalec s strani proizvajalca pridobiti še navodila za namestitev sistema. Izvajalec pred pričetkom del nadzoru preda:
 - a) *terminski plan*
 - b) *tehnološko varnostni elaborat*
 - c) *vse dokazila o materialih (izjave, načrte, skice, navodila ...)*
 - b) *plan tekoče kontrole kakovosti del (protokol sidranja, preskus sider, receptura cementne suspenzije)*
 - c) *tehnološko-ekonomski elaborat z analizo cene (TEE z analizo cene).*
- Kontrolo kvalitete in končno poročilo izdelava usposobljena pooblaščenca institucija (ki je predhodno odobrena s strani projektanta).
- Jekleni stebri sistema morajo biti protikorozijsko zaščiteni v skladu z zahtevami ETAG 027 ter sidrani v podlago. Nominalna višina podajno lovilnega sistema, merjena na sredini polja mora biti 5 m za ograjo s kapaciteto 1000 kJ. Dolžina polja sistema med stebri mora biti zaradi razgibanega terena prilagodljiva, sistem pa mora zagotavljati tudi možnost vertikalnih in horizontalnih lomov v liniji.
- Podajno lovilni sistem mora predvidevati izvedbo dodatnih sider za primer loma po horizontali.
- Predvidena življenjska doba podajno lovilnega sistema v normalnih okoljskih pogojih brez udarca skale mora biti 25 let, skladno z ETAG 027 za predvideno je korozijsko kategorijo C2 (skladno z SIST EN ISO 9223). Protikorozijska zaščita žice in zalednih ter stranskih vrvi mora biti protikorozijske zaščite razreda A (cink) ali najmanj B (cink/aluminij, skladno z SIST EN 1179 in SIST EN 10244-2. Protikorozijska zaščita stebrov in ostalih elementov sistema mora biti izvedena v skladu z SIST EN ISO 1461.
- Sistem mora omogočati izvedbo zapiranja vrzeli (gap filling) do 0,3 m s pocinkano heksagonalno mrežo in nad 0,3 m s kovinsko mrežo enake kvalitete kot je uporabljena v samem podajno lovilnem sistemu.
- Detajli zapiranja vrzeli, globine nad 30 cm morajo biti predhodno potrjeni s strani projektanta oziroma nadzora.
- Sistem mora omogočati izvedbo sidranja v vertikalno skalno steno.
- Zaradi razgibanosti terena je potrebno prilagoditi dolžine stranskih jeklenic.
- Ob prevzemu energije mora varovalni sistem ohraniti 50 % višine mreže na mestu absorpcije (kategorija A skladno z ETAG 027).
- Po koncu del mora izvajalec investitorju predati vsa dokazila, ki so podlaga za pripravo PID dokumentacije. Izvajalec pri projektantu tega elaborata naroči projekt izvedenih del (PID), katerega sestavni del mora biti tudi geodetski posnetek novega stanja ter Navodila za obratovanje in vzdrževanje objekta.

Nosilnost in izvedba sider

Pasivna sidra morajo imeti pridobljeno tehnično soglasje in potrdilo o skladnosti (STS ali ETA). Predvidena je izvedba 4+2=6kom testnih sider za preizkus zahtevane nosilnosti, skladno s SIST EN 14490:2010, pri čemer sta 2 bočni sidri t.i. žrtveni sidri. Bočni žrtveni sidri se vgradi ter preskusi do porušitve pred pričetkom del. Predvidena maksimalna dolžina pasivnih sider je 3m do 6m (dolžina se določi v skladu z rezultati testnih sider in žrtvenega sidra). Testiranje se izvede v okviru tekoče kontrole. Dolžina sider mora biti potrjena s strani projektanta ali inženirskega geologa.

- Protokol napenjanja pasivnih sider se izvede v najmanj petih (5) stopnjah z minimalnim časom opazovanja 5 minut na stopnjo oz. do umiritve tečenja sidra. Ustrezna nosilnost sidra je pogojena z mero lezenja $k \leq 2$. Prirastki (δ) na posamezni stopnji obremenjevanja ($\delta_i - \delta_{(i-1)}$) $\leq 0,5$ mm. (ga ne najdem, jaz to ne bi pisal)
- Injektivna masa mora biti sestavljena iz cementa CEMII 42,5 in pitne vode ter dodatki za nabrekanje in hiperplastifikatorji. Obvezna je uporaba dodatkov za povečanje volumna in večjo pretočnost pri nizkem cementnem faktorju. Uporabljen mora biti običajni Portland cement CEMII 42,5. Voda mora biti pitna, čista, brez olja, kislin, lužin, organskih in drugih škodljivih snovi. Za izboljšanje lastnosti injektivne mase morajo biti uporabljeni dodatki. Injektivna masa mora biti strojno zmešana s turbo mešalcem, kar zagotavlja enakomerno konsistenco. Pred injektiranjem mora izvajalec del nadzoru predložiti v potrditev recepturo injektivne mase in nvsse dodatke. Izvajalec je dolžan pri izvedbi sidranja odvzeti šest vzorcev sveže injektivne mase in ju testirati pri pooblaščen organizaciji (tekoča kontrola) skladno z SIST EN 445: preskus pretočnosti, preskus izločanja vode, preskus spremembe prostornine, tlačna in upogibna trdnost.
- Izvajalec mora skozi ves čas izvedbe voditi gradbeni dnevnik, ki se nahaja v gradbiščnem kontejnerju, tekom vrtanja voditi zapisnik o izvedbi sider (skladno z SIST EN 14990:2010), ki je sestavni del izvedbene dokumentacije in vsebuje: datum in lokacijo, ime vrtalne garniture, vodja vrtalnih del, čas vrtanja, način vrtanja, smer, odklon in dolžina vrtine, sestava in struktura hribinskega materiala; metoda vgradnje (cevljena vrtina/izpiranje..), način injektiranja, vrsta injektivne mase, poraba injektivne mase, posebnosti.
- V primeru sidranja v pobočni grušč je pred vgradnjo sider obvezno oblaganje vrtin z strogo namenskimi sintetičnimi nogavicami (predhodna potrditev s strani projektanta).
- Sidranje se bo izvajalo v pobočni grušč in apnenčasto skalo. Predvidena strižna trdnost pobočnega grušča med plaščem sidra in okoliškim naravnim materialom je ocenjena na $\tau_{gr}=150$ kPa in apnenčasto skalo $\tau_{ap}=600$ kPa.
- Predvidena dolžina sider je 3 do 6m . Predvideva se vrtanje premera ki znaša $\varnothing 120$ mm. Izvedba sidranja mora potekati pod nadzorom projektanta ali inženirskega geologa.
- Pri vgradnji sider je zahtevana obvezna uporaba namenskih distančnikov na vsake 2m sidra.
- GW sidra: Upoštevati je potrebno določila SIST EN 14490. Premeri vrtin morajo zagotavljati kvalitetno injektiranje, spajanje, vgradnjo in korozijsko zaščito sidra. Iz vrtin morajo biti odstranjeni vsi ostanki vrtanja, blata in drobirja. Vgradnja posameznega sidra mora biti izvedena v treh urah oz. najkasneje še isti dan po vrtanju in pripravi vrtine. Po vgradnji sidra mora biti celotna vrtina zapolnjena s cementno suspenzijo. Cementna suspenzija se s pomočjo batne črpalke črpa v dno vrtine po namenski injektivni cevi, ki ostane v vrtini. Da je to doseženo, mora biti injektivna cev pritrjena po celotni dolžini sidra in vstavljena v vrtino s sidrom.
- Samouvrtalna sidra: Upoštevati je potrebno določila SIST EN 14490. Samouvrtalna sidra morajo biti vgrajena z uvrtnjem vrtalnega droga v hribino, pri čemer se vrtalnega droga ne odstrani iz vrtine, saj ta ostane v njej, kot nosilni del sidra. Injektiranje se izvede skozi odprtino po osi sidra takoj po končanju vrtanja. Mešanico injektivne mase, injektivni pritisk in količino mora določiti projektant v skladu s hribinskimi pogoji (predhodno potrjena receptura). Priporočamo uporabo GW sider oz. sider, ki so v izbrana v tehničnem soglasju za PLO sisteme.
- Izvajalec del mora v fazi izvedbe sider zagotoviti ustrezne nosilnosti sider v skladu z zahtevami proizvajalca podajno lovilnega sistema.
- Položaj in smeri vrtin za izvedbo sidranja se izvede v skladu z navodili proizvajalca podajno lovilnega sistema.

Prekritje s sidrano visoko natezno mrežo

Na Cesti JP041758. Zagorico pri Dolskem-Križevska vas je predviden posek grmičevja in dreves 5 m pod PLO in 5m na PLO. (5 m nad ograjo se izvede sečnja večjih dreves od 15cm na višini 1,5m z namenom akumulacije energije padlih blokov). Čiščenje oz. ročno proženje labilnih blokov se izvede tam kjer se ne ogroža oz. poškoduje premoženja prebivalcev. Na določenih erozijskih območjih (skalnih čokov) se prekrije **visoko natezna mreža**, ki mora biti narejena iz žice visoke natezne trdnosti 1770 N/mm² (konstrukcija 1 x 3 mm). Maksimalna odprtina okenca mora biti 65 mm. Odpornost mreže na

predrtje DR: 180 kN, odpornost mreže na pretrganje na zgornji strani podložne plošče: 90 kN, nosilna odpornost mreže proti nateznim silam v smeri padca brežine (vzporedno s pobočjem): min. 30 kN. Podložne plošče naj bodo dimenzij: 330 x 205 mm, teža 2.2 kg, debelina 7 mm, diamantne geometrije. Sidranje mreže in razer podložnih plošč je prikazan v poglavju 7.

8. ZAKLJUČEK IN POPIS DEL

Pričujoče inženirsko geološko poročilo (PZI elaborat) služi kot osnova za izvedbo podajno lovilnih ograj za izbranega izvajalca. Na podlagi terenskega ogleda in modeliranja znotraj programa ROCKFALL M+8.016 lahko podamo grobo oceno investicije za izvedbo PLO ograj skupne dolžine 70 metrov.

Predvidene trase teh PLO je umeščeni nad objekta tako, da ne zmanjša funkcionalnosti zemljišč in celo dvigne vrednost nepremičnine. Prav tako bodo po izvedbi sanacijskih ukrepov kakršnekoli gozdne vlake prevozne. Sečnja na tem območju se strogo odsvetuje a nujno potrebno je vzdrževanje gozdnega reda oz. odstranjevanje vseh suhih, podrtih, poškodovanih dreves. Kakršno koli zadrževanje pohodnikov (športniki, gobarji, lovci ...) je zaradi varnosti je strogo prepovedano na celotnem območju.

Po izvedbi sanacijskih ukrepov se morajo vršiti redni letni pregledi (čiščenje in praznjenje ograj), monitoringi in redna sanacijska dela vsake 5 let. Vsakih 5 let se vrši pregled s strani projektanta in upravnika oz. investitorja z namenom popisa stanja, popis vzdrževalno servisnih storitev in morebitnih zamenjav materialov. Šest mesecev pred potekom garancije se izvede nujen pregled s strani projektanta in upravnika oz. investitorja z namenom ugotavljanja reklamacijskih zahtevkov.

Tip in starost gradnje objektov na tem območje statično ne upošteva zadrževanje padajočih kamnov in posledičnih trkov v stene in strehe le-teh. Vsakodnevno so prebivalci smrtno ogroženi tako znotraj kot tudi zunaj objektov. Po umestitvi podajno lovilnih ograj se bo lahko nadaljevala urbanizacija oz. gradnja novih objektov pod PLO.

Zaradi zahtevnosti izvedbe je za varno izvedbo del ključnega pomena izbira kompetentnega izkušenega izvajalca, ki ima dolgoletne izkušnje s saniranjem zahtevnih strmih in visokih skalnih brežin ter dolgoletne izkušnje z montažo varovalnih sistemov predvidenih v tem projektu. Kompleksnost projektiranih varovalnih sistemov zahteva veliko izkušnost izvajalca ter usposobljeno delovno ekipo, kar lahko izvajalec izkazuje z ustreznimi referencami in ustrezno namensko opremo za delo v danih pogojih (vitli, vrtalne garniture za težko dostopne terene, injektirji, mešalne postaje, agitatorji, vrvna tehnika...). Izvajalec del mora imeti v ekipi izkušenega inženirja geotehnoogije. Izkazati mora izkušnje – referenčna dela v geotehnik. Ob izvedbi mora biti prisoten stalni projektantski nadzor, in gradbeni nadzor s strani investitorja.

8.1 Popis del

Izvedba ukrepov za zaščito hiš in ceste Križevska vas pred padajočim kamenjem - PLO-1						
SKLOP 0: PREDELA						
Zap. Št.	Opis postavke	EM	Količina	Cena/EM	Vrednost	
A	PREDELA					
1	Organizacija gradbišča in vzpostavitev manipulativnih delovnih platojev za nemoteno izvedbo sanacijskih geotehničnih del	kos	1	1,800.00 €	1,800.00	
2	Ureditev dostopne poti, delovnega platoja za kontejner	kom	1	485.00 €	485.00	
3	Alpinistični pregled brežine, škarpiranje terena, odstranitev labilnih blokov-ročno in z uporabo hidravličnih batov, označitev stabilnih blokov z rdečin sprejem (območje strme brežine in vertikalne ter previsne stene) skupaj z odvozom blokov na deponijo v radiju 25 km	m ²	500	5.34 €	2,670.00	
4.1	Posek in odstranitev grmovja in dreves s premerom debla do 10 cm, skupaj z odvozom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja	m ²	600	6.79 €	4,074.00	
4.2	Posek in odstranitev grmovja in dreves s premerom debla od 10 - 30 cm, skupaj z odvozom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja	kos	20	58.20 €	1,164.00	
4.3	Posek in odstranitev grmovja in dreves s premerom debla od 30 - 60 cm, skupaj z odvozom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja	kos	10	97.00 €	970.00	
4.4	Posek in odstranitev grmovja in dreves s premerom debla nad 60 cm, skupaj z odvozom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja	kos	5	164.90 €	824.50	
4.5	Posek in odstranitev grmovja in dreves s premerom debla nad 60 cm, skupaj z odvozom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja	kos	5	164.90 €	824.50	
	Izravnava terena v trasi podajno lovilnih ograj ograj v mehki do trdi kamnini (strojno, ročno) zta potrebe maksimalnega prilagajanje spodnje jeklenice terenu.	m	80.00	10.00 €	800.00 €	
SKUPAJ SKLOP 0: PREDELA						13,612.00
	Nepredvidena dela			7%	952.84	
SKUPAJ z nepredvidenimi deli						14,564.84
DDV 22%						3,204.26
SKUPAJ Z DDV						17,769.10
SKLOP 1: POSTAVITEV PODAJNO LOVILNIH SISTEMOV PLO-1						
Zap. Št.	Opis postavke	EM	Količina	Cena/EM	Vrednost	
A	PRIPRAVLJALNA DELA					
1	Izravnava terena na trasi podajno-lovilne ograje v trdni kamnini	m ³	20	358.90 €	7,178.00	
2	Zakoličba linije podajno lovilnih sistemov in palisad	m ¹	120	8.00 €	960.00	
B	POSTAVITEV PLO -1					
3.1	PODAJNO LOVILNA OGRAJA - ETA certificirane lovilne ograje višine 5 m, dolžin 70 m , ENERGIJA 1.000 kJ PREDVIDENIH JE 8 POLJ) Nabava, transport in montaža varovalne podajne lovilne ograje z nominalno višino h = 5 m - višina merjena na sredini vsakega polja sistema. Sidranje s sidri, posredovanimi s strani izdelovalca sistema, predvidene dolžine 3-5 m. Vsi vgrajeni materiali morajo biti proizvedeni v skladu z nacionalnim oziroma evropskim tehničnim soglasjem (STS ali ETA) in preskušani po ETAG 027 s pridobljeno oznako CE, kategorija A. Pred izvedbo mora izvajalec del predložiti vso dokumentacijo naročniku in/ali inženirju v skladu z nacionalno in EU tehnično regulativo. Alpinistična ročna izvedba del.	m ¹	70	1,050.00 €	73,500.00	
3.2	Zapiranje vrzeli (gap filling) s kovinsko mrežo enake kvalitete kot je uporabljena v samem podajno lovilnem sistemu, dodatno sidro na vsako polje (Sistemska rešitev po navodilih proizvajalca sistema). Pri ponudbi potrebno upoštevati mrežo, jeklenico, dodatno sidranje in zavore.	m ²	10	250.00 €	2,500.00	
SKUPAJ SKLOP 1: OGRAJE PLO-1						84,138.00
	Nepredvidena dela			5%	4,206.90	
SKUPAJ z nepredvidenimi deli						88,344.90
DDV 22%						19,435.88
SKUPAJ Z DDV						107,780.78

OPOMBA:						
		Izvajalec del mora pred izvedbo za celoten sistem predložiti evropsko tehnično soglasje ETA in ostala dokazila za zahtevane parametre, po končanju del pa predložiti navodila za vzdrževanje sistema.				
		Zahteve, ki jih mora sistem izpolnjevati: # Sistem mora omogočati izvedbo zapiranja grape z mrežo enake kvalitete kot je uporabljena v samem sistemu # Sistem mora omogočati izvedbo vmesnih opor pri linijah, ki presegajo dolžino 80-100 m # Sistem mora omogočati neposredno sidranje v skalno steno, brez končnega stebra # Pred začetkom del mora proizvajalec sistema zagotoviti natančna navodila za vgradnjo sistema z opisom rešitev za vgradnjo v primeru terenskih posebnosti (veliki lomi, neravnine, dodatna sidranja, grape in podobno). # Varovalni sistem mora biti skladen z evropskim tehničnim soglasjem ETAG 027 (sklopi proizvodov za varovanje pred padajočimi skalami). # Varovalni sistem mora biti razvrščen v MEL kategorijo A. # Dolžina polja sistema mora biti zaradi razgibanega terena prilagodljiva med 8-12 m # Varovalni sistem mora omogočati izvedbo vertikalnih (do 2m) in horizontalnih lomov v liniji (do 40°) # Vsi vgrajeni materiali iz jekla morajo biti skladni s certifikatom EN 10204 – 2.2 in izdelani v proizvodnji, ki je skladna z ISO9001.				
SKLOP 2: VGRADNJA VISOKO NATEZNE MREŽE PO POBOČJU						
Zap. št.		Opis postavke	EM	Količina	Cena/EM	Vrednost
B		SISTEM ZA AKTIVNO STABILIZACIJO BREŽIN SKLADNO Z EAD 230025-00-0106 Group 2, Class A				
1		SISTEM ZA AKTIVNO STABILIZACIJO BREŽIN - SKLADNO Z EAD 230025-00-0106 Uporablja se lahko samo sistem, ki ima pridobljen ETA na podlagi EAD230025-00-2016. Max. raztezek mreže v sistemu je 6,5%. Mreža visoke natezne trdnosti - 450 m2 Mreža mora biti narejena iz žice visoke natezne trdnosti 1770 N/mm2 (konstrukcija 1 x 3 mm). Maksimalna odprtina okenca mora biti 65 mm. Odpornost mreže na predrtje DR: 180 kN, odpornost mreže na pretrganje na zgornji strani podložne plošče: 90 kN, nosilna odpornost mreže proti nateznim silam v smeri padca brežine (vzporedno s pobočjem): min. 30 kN. Sistem dovoljuje montažo brez prekrivanja. V ceni je vključen spojni material, robna jeklenica, vrvna sidra in pasivna sidra. Podložna plošča P33 – 132 kos Dimenzije: 330 x 205 mm, teža 2.2 kg, debelina 7 mm, diamantne geometrije Vrvna sidra - 12 kos Dvojna spiralna jeklenica z dodatno zavarovano glavo, D=14.5 mm, l=4 m Sidra GEWI 32 mm, l=4m - 132 kos Uporabi se lahko tudi druga sidra, enakih lastnosti Robna jeklenica D=12 mm, l=155 m Protikorozijska zaščita Mreža: Zn95Al5, min 150 g/m2 Podložne plošče in spojni material: vroče cinkano (debeline zaščitne plasti 80 µm) Za ostalo glej tehnično poročilo.	m ²	450	110.00 €	49,500.00
OPOMBA:						
		V ceno/em vseh postavk je potrebno vključiti vse potrebne stroške za dobavo in transport materialov na mesto montaže in tudi vse stroške za samo montažo. Izvajalec naj sledenje predvidi glede na izbrano tehnologijo del. Ves vgrajen material mora biti protikorozijsko zaščiten z vročim pocinkanjem (Zn-Al), skladno s standardom SIST EN 10244-2, stebri pa protikorozijska zaščita z vročim pocinkanjem min. 80µ oz. v skladu s standardom EN ISO 1461. Sidra protikorozijska zaščita vroče cinkanje. Cene morajo vsebovati tudi strošek tekoče (notranje) kontrole. Izvajalec del mora pred izvedbo za celoten sistem predložiti evropsko tehnično soglasje EAD 230025-00-0106 Group 2, Class A in ostala dokazila za zahtevane parametre, po končanju del pa predložiti navodila za vzdrževanje sistema.				
SKUPAJ SKLOP 2: VGRADNJA TEŽKE MREŽE PO POBOČJU						49,500.00
		Nepredvidena dela			10%	4,950.00
		SKUPAJ z nepredvidenimi deli				54,450.00
		DDV 22%				11,979.00
		SKUPAJ Z DDV				66,429.00

SKLOP 3: TUJE STORITVE						
Zap. št.	Opis postavke	EM	Količina	Cena/EM	Vrednost	
TUJE STORITVE						
1.	Geomehanski nadzor	ur	40	50.00 €	2,000.00	
2.	Projektantski nadzor	ur	40	50.00 €	2,000.00	
5.	Izdelava projektne dokumentacije za projekt izvedenih del	kos	1	4,500.00 €	4,500.00	
6.	Geodetski posnetek novega stanja.	kos	1	1,450.00 €	1,450.00	
7.	Testiranje sider (celoviti napenjalni preizkus)	kos	6	390.00 €	2,340.00	
8.	Odvzem vzorcev cementne suspenzije, enoosna tlačna trdnost in upogibna trdnost (standardne prizme; 1 kos = 3 prizme).	kos	5	220.00 €	1,100.00	
9.	Tehnološko varnostni elaborat (v ceni del izvajalca)	kos	/			
10.	Tehnološko ekonomski elaborat in analiza cene (v ceni del izvajalca)	kos	/			
11.	Dobava in postavitve opozorilnih tabel (pozor padanje kamenja)	kos	2	320.00 €	640.00	
12.	Strojno pometanje ceste in ureditev bankin na celotnem odseku izvedbe del.	kos	1	958.00 €	958.00	
SKUPAJ SKLOP 3: TUJE STORITVE						14,988.00
	Nepredvidena dela			15%	2,248.20	
SKUPAJ z nepredvidenimi deli						17,236.20
DDV 22%						3,791.96
SKUPAJ Z DDV						21,028.16

REKAPITULACIJA			
SKLOP 0:	PREDELA		14,564.84
SKLOP 1:	POSTAVITEV PODAJNO LOVLNIH SISTEMOV PLO-1		84,138.00
SKLOP 2:	VGRADNJA TEŽKE MREŽE PO POBOČJU		54,450.00
SKLOP 3:	TUJE STORITVE		17,236.20
	SKUPAJ		170,389.04
SKUPAJ VSE BREZ DDV			170,389.04
DDV 22%			37,485.59
SKUPAJ VSE Z DDV			207,874.63

Pripravil: Bojana Janežič, ur.d.geol.

