1.1	NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI

Projekt: **NAČRT ZAŠČITE PRED PODORNIM KAMENJEM**

Investitor: **OBČINA BOVEC, Trg golobarskih žrtev 8, Bovec**
(ime oz. firma in sedež investitorja)

Objekt: **LC Trdnjava Kluže - Bavščica, od km 0,245 do 0,835**

(poimenovanje objekta, na katerega se gradnja nanaša)

Vrsta projektne dokumentacije: **PZI**
(idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za razpis, projekt za izvedbo)

Za gradnjo: **NOVOGRADNJA**
(nova gradnja, prizidava, nadzidava, rekonstrukcija, odstranitev objekta, sprememba namembnosti, nadomestna gradnja)

Projektant: **GEOTRIAS d.o.o., Zajčeva cesta 17, Komenda**
(naziv projektanta in sedež)

GEOTRIAS
DRUŽBA ZA GEOLOŠKI INŽENIRING D.O.O.

Odgovorna oseba projektanta: **Klemen SOTLAR, univ.dipl.inž.geol.**
(enotni žig in podpis odgovornega predstavnika)

Podpis:

Odgovorni vodja elaborata: **Klemen Sotlar, univ.dipl. inž. geol.** **IZS RG-0069**
(naziv odgovornega vodje projekta, strokovna izobrazba, identifikacijska številka, osebni žig in podpis)

Podpis:

Datum: 28.8.2026

KLEMEN SOTLAR
univ. dipl. inž. geol.
IZS RG0069

Številka elaborata: **049/2026**

Kraj in datum izdelave načrta: **Komenda, avgust 2026**

1.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA

1.1 Naslovna stran

1.2 Kazalo vsebine načrta

1.3 Tehnično poročilo

1. Uvod
2. Geografski in geomorfološki opis območja
3. Geološki opis
4. Inženirskogeološke razmere
5. Vzroki proženja skalnih blokov
   - 5.1 Seizmičnost območja
   - 5.2 Metode dela in določitev parametrov
   - 5.3 Splošne ugotovitve
   - 5.4 Razdalja kotaljenja
   - 5.5 Višina odbojev skal
6. Kinetična energija in višina odbojev skalnih blokov
7. Tehnične lastnosti in opis predvidenih zavarovanj
   - 7.1 Podajno lovilna mreža do 1000 kJ
   - 7.2 Tehnične značilnosti sistema
   - 7.3 Dokazila o kvaliteti
   - 7.4 Kontrola odpornosti podlage na predvideno sidranje
8. Tehnologija gradnje
   - 8.1 Zemeljska in vrtalna dela
   - 8.2 Izvedba temeljev
9. Pregledovanje, vzdrževanje in ravnanje po dogodku
   - 9.1 Vzdrževanje in ravnanje po dogodku
   - 9.2 Evidenca in ukrepi
10. Zaključki

2.0 Grafični del modeliranja

3.0 Projektantski popis in predračun stroškov

4.0 Grafične priloge

G.1	Situativni prikaz_DOF	M = 1 : 2.000
G.2	Modelna karta	M = 1 : 2.000
G.3	Situativni prikaz _LIDAR	M = 1 : 2.000
G.3.1	Prečni prerezi	M = 1 : 2.500
G.3.2	Vzdolžni prerezi A - E	M = 1 : 400
G.4	Zakoličbena situacija	M = 1 : 1.250
G.5	Detajli sidranja	
G.6	Detajli mreže	
G.7	Armaturni načrt	

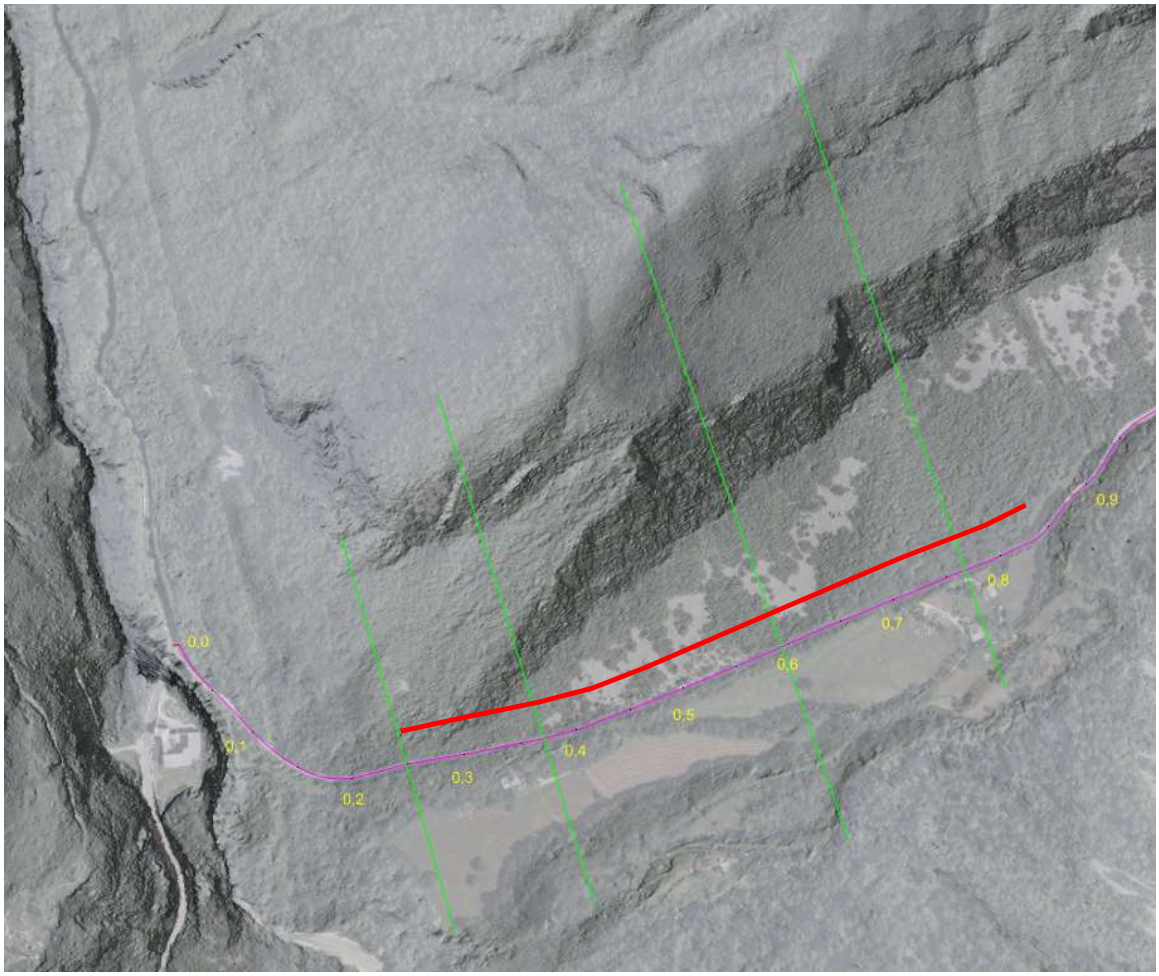
1.3 TEHNIČNO POROČILO

1. UVOD

Po naročilu občine Bovec smo v spomladi 2026 pregledali odsek lokalne ceste LC 018041 Trdnjava Kluže - Bavščica, od km 0,245 do km 0,835, ki predstavlja tudi dostop do ogroženih stanovanjskih objektov s HŠ Bavščica 1-4.

Pri izdelavi elaborata smo uporabili podatke inženirsko geološkega kartiranja terena in arhivske podatke ter podatke iz javno dostopnih baz. Območje smo geološko pregledali, za prikaz območja smo uporabili digitalni model reliefa DMR 1x1 m, TTN 10.000 in OGK, List Beljak.

Za izdelavo načrta smo uporabili LIDAR posnetek iz katerega smo s pomočjo programa Surfer izdelali štiri karakteristične prečne profile. Vznožje grebena »Kolač« smo inženirsko-geološko pregledali z namenom pridobiti podatke o preteklih dogodkih v smislu velikosti posameznih blokov in njihovi poti proti dolini. Na ta način smo s povratno analizo določili energije blokov, ki jih želimo ustaviti na njihovi poti proti stanovanjskim objektom in cesti. Za zaščito pred padajočim kamenjem smo izbrali lovilno mrežo, ki obsorbira do 1.000 kJ kinetične energije, Lovilno - podajno mrežo smo pozicionirali med 10 in 12 m horizontalne razdalje od ceste.

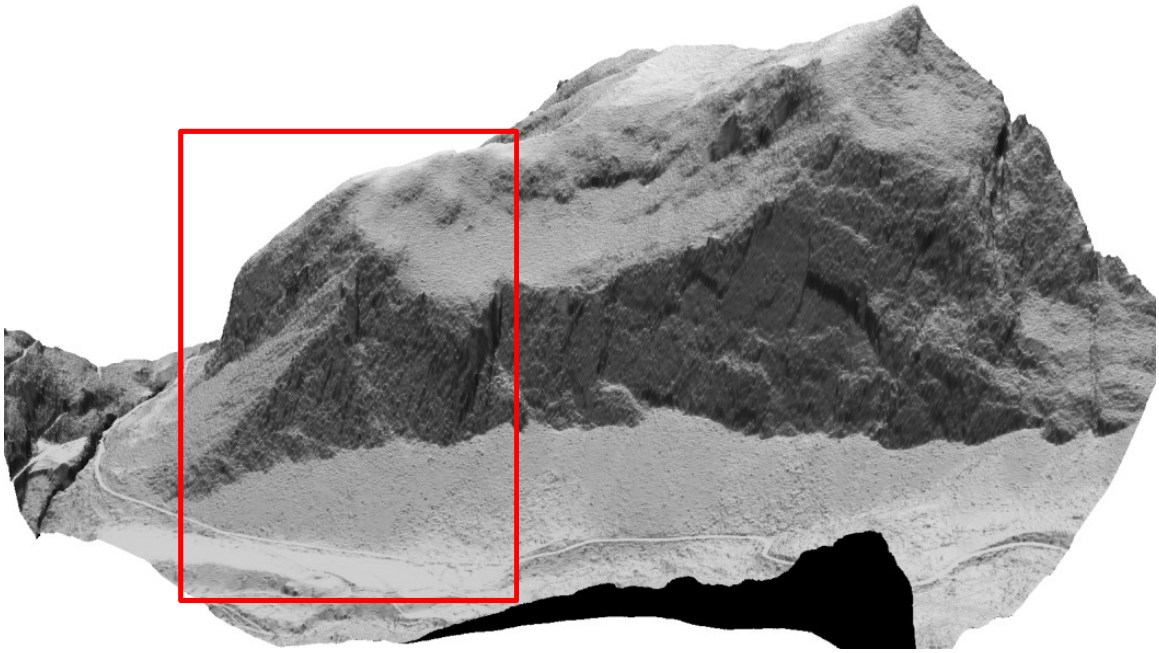


Slika 1: Prikaz obravnavnega območja na LIDAR preko katerega je položena DOF_2014 za senčen pogled. Območje varovanja objektov in ceste je prikazano z rdečo linijo.

2. GEOGRAFSKI IN GEOMORFOLOŠKI OPIS OZEMLJA

Obravnavana cesta začenja takoj za mostom čez Predelico pri trdnjavi Kluže (v smeri Predela) in poteka pod strmim in preko 900 m visokim grebenom Kolača proti Zgornji Bavščici. V obravnavanem območju med km 0,245 in 0,835 cesta poteka po pobočnem grušču, ki sega do vznožja navpičnega grebena.

V najbolj strmih delih grebena opazujemo luščenja apnenca po plasteh, ki so v skoraj vertikalnem položaju, oziroma linija pobočja hkrati kaže orientacijo plasti.



SLIKA: 3D model reliefa



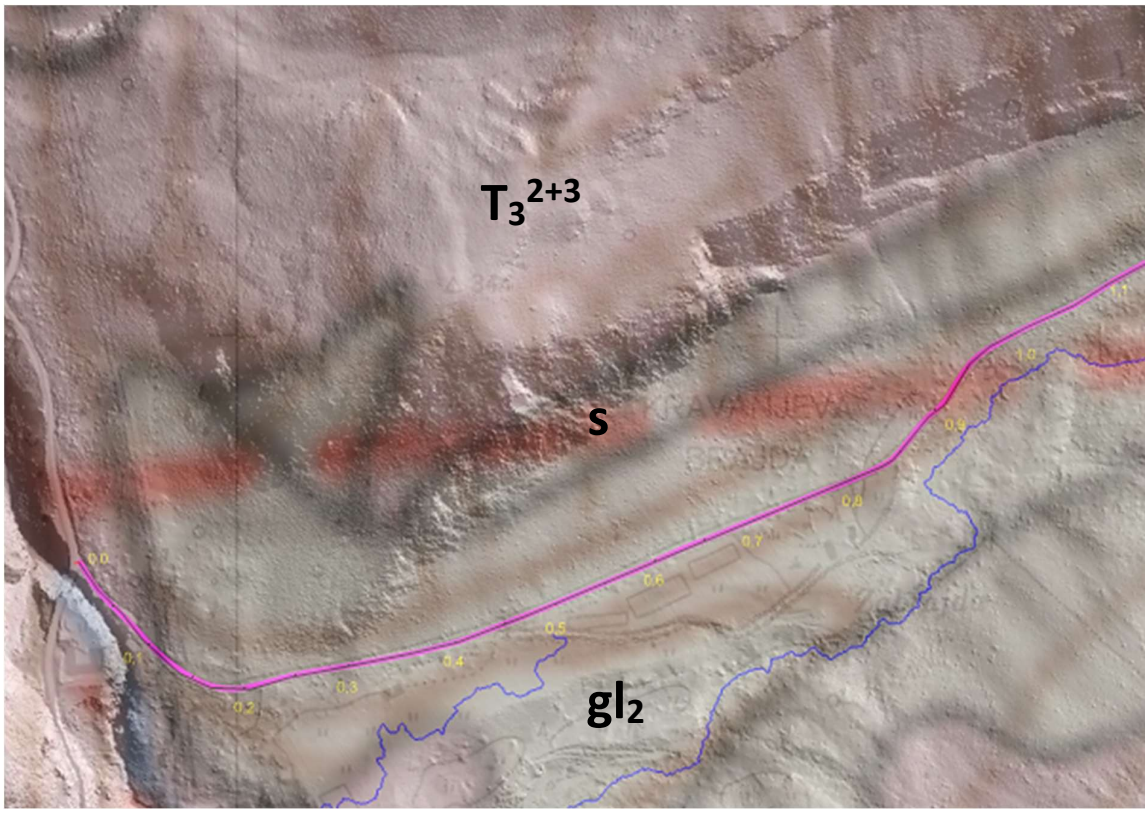
FOTO 1: posnetek obravnavnega skalnega grebena

3. GEOLOŠKI OPIS

Obravnavano območje v geotektonskem smislu pripada enoti Južnih alp, še podrobneje pa v mejno območje med narivom južnih alp in cono lusk med transkurentnimi prelomi.

Po podatkih OGK, list Beljak, skalni greben gradi skladnati dachsteinski apnenec z vmesnimi plastmi dolomita. Vznožje pobočja prekriva pobočni grušč, oziroma melišče, ki se je oblikovalo v naklonu med 30˚ - 35˚. Dno doline zapolnjuje ledeniška morena (gl_2), ki je v območju ceste prekrita z pobočnim gruščem.

Povprečna prepustnost takih pobočnega grušča je r.v $1x10^{-2}$ m/s, kar pomeni, da voda hitro odteka v tla in se preceja proti dolinskemu dnu.



Slika 2: DMR območja, preko OGK, list Beljak. Trasa ceste je prikazana z magenta barvo (ni v merilu)

4. INŽENIRSKOGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI TERENA

Apnenčasto zaledje je podvrženo procesom intenzivne denudacije na kar nas opozarjajo številni podorni bloki in obstoj melišča. Največja koncentracija podornih blokov je v delu pod cesto, kjer se pobočje prehaja v dolinsko dno, proti koncu odseka (pri HŠ 4) pa jo podorni bloki skoncentrirani tik nad cesto, skaldno s potekom zmanjševanje naklona pobočja.

5. VZROKI PROŽENJA SKALNIH BLOKOV

Med vzroke intenziven razpad skalnega masiva in s tem pojave proženja lahko uvrstimo več dejavnikov, kot so:

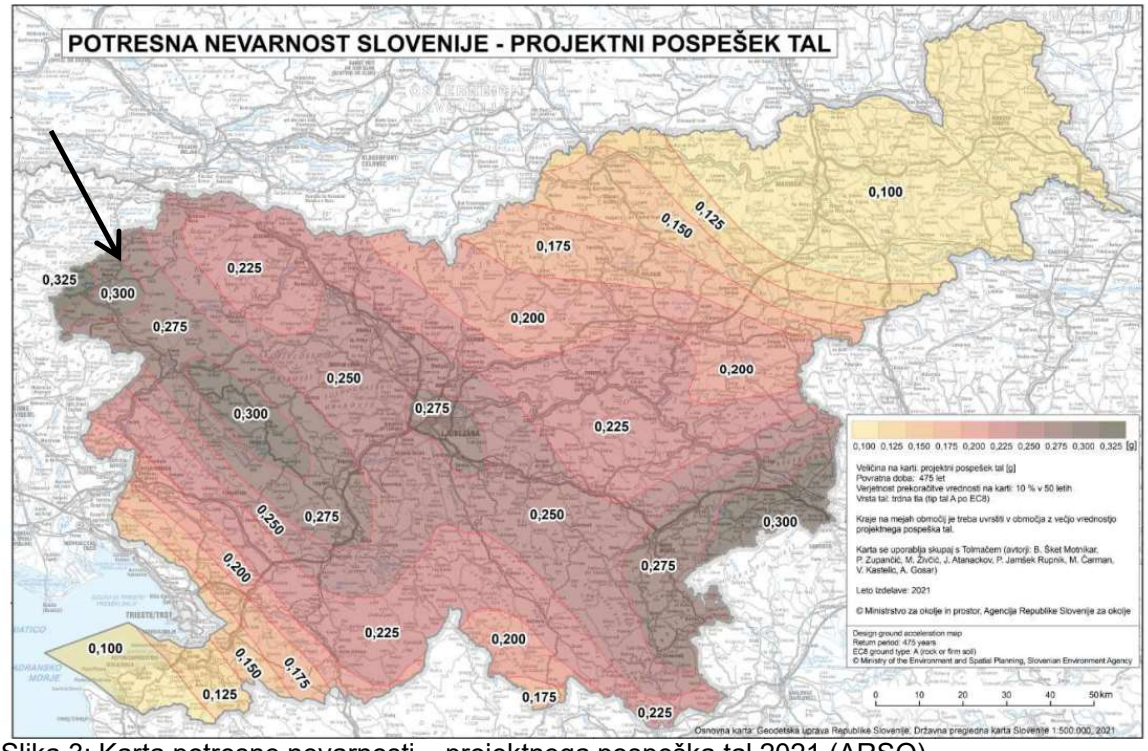
- Geološke razmere v pobočju
- velike dnevno nočne temperaturne oscilacije
- gostota in neugodna lega diskontinuitet (prelomi, razpoke)
- stanje diskontinuitet (odprtost, hrapavost, polnitev, precejnost, itd)
- vremenske neprilike
- seizmičnost območja

5.1 SEIZMIČNOST OBMOČJA

Pojavi razpada in proženja skalnih blokov so poleg intenzitete fizikalnega preperevanja odvisni tudi od pogostnosti seizmičnih pojavov v regiji, saj vzbujeni potresni valovi običajno povzročijo mnoge skalne podore v alpskem svetu, čemur smo priča tudi v sedanjosti.

Negativni vplivi, ki povečujejo stopnjo rizičnosti so poleg strmih pobočij tudi globoke grape, debel preperinski pokrov, tla sestavljena iz različnih slojev, območja na meji stabilnosti in bližina prelomov.

Po slovenskem predstandardu SIST ENV 1998 – 1:1995, ki upošteva povratno dobo potresov 500 let, spada območje trase v 8. potresno stopnjo z vrednostjo projektnega pospeška a_g = 0,3 % g, tla pa uvrščamo v razred A.



Slika 3: Karta potresne nevarnosti – projektnega pospeška tal 2021 (ARSO).

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja S_s (stratigrafski amplifikacijski faktor) in S_T (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek. Pospeški delovanja valovanja potresa so podani v odstotku zemeljskega pospeška.

5.2 METODE DELA IN DOLOČITEV PARAMETROV

Procesi preperevanja v naravi se manifestirajo z širjenjem razpok v skalnem masivu in s tem zmanjševanjem strižne trdnosti v razpokah in končno se skalni blok odlušči.

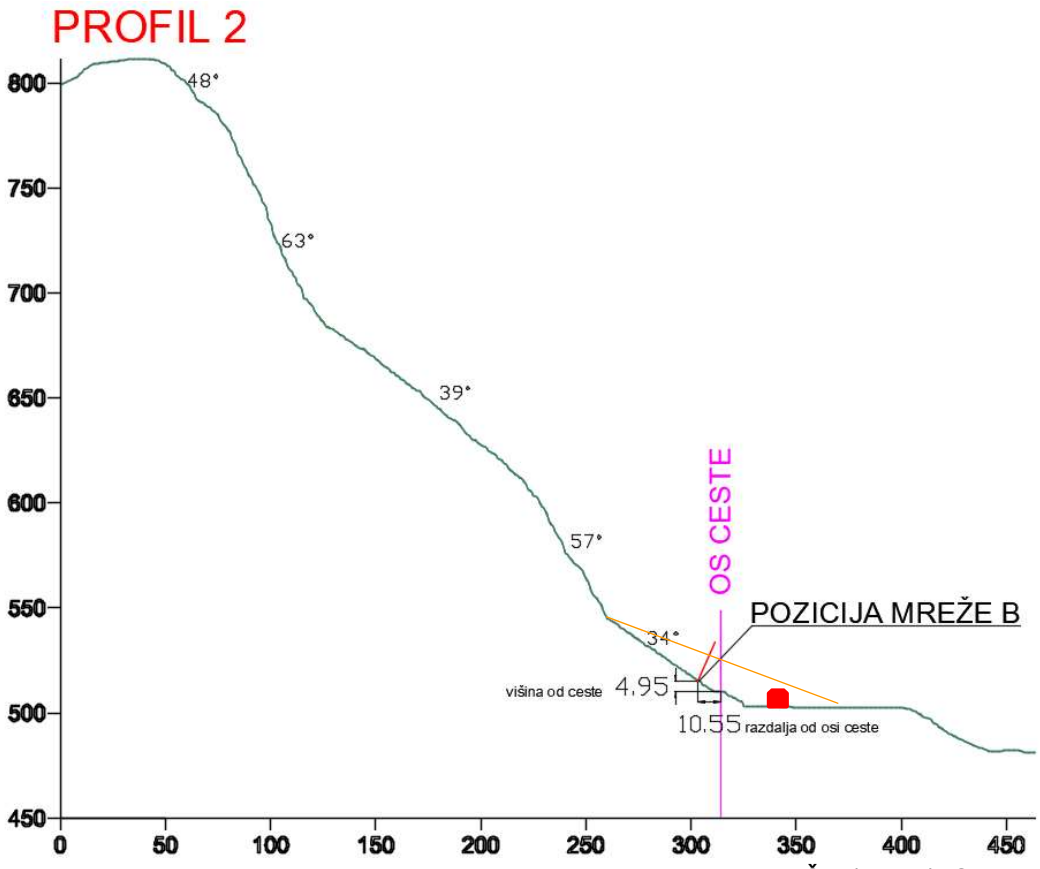
Za načrtovanje zaščitnih ukrepov pred podornimi skalnimi bloki je potrebno določiti osnovne parametre ko so:

> razdalja kotaljenja
> energija
> višina odbojev in
> hitrost kotaljenja

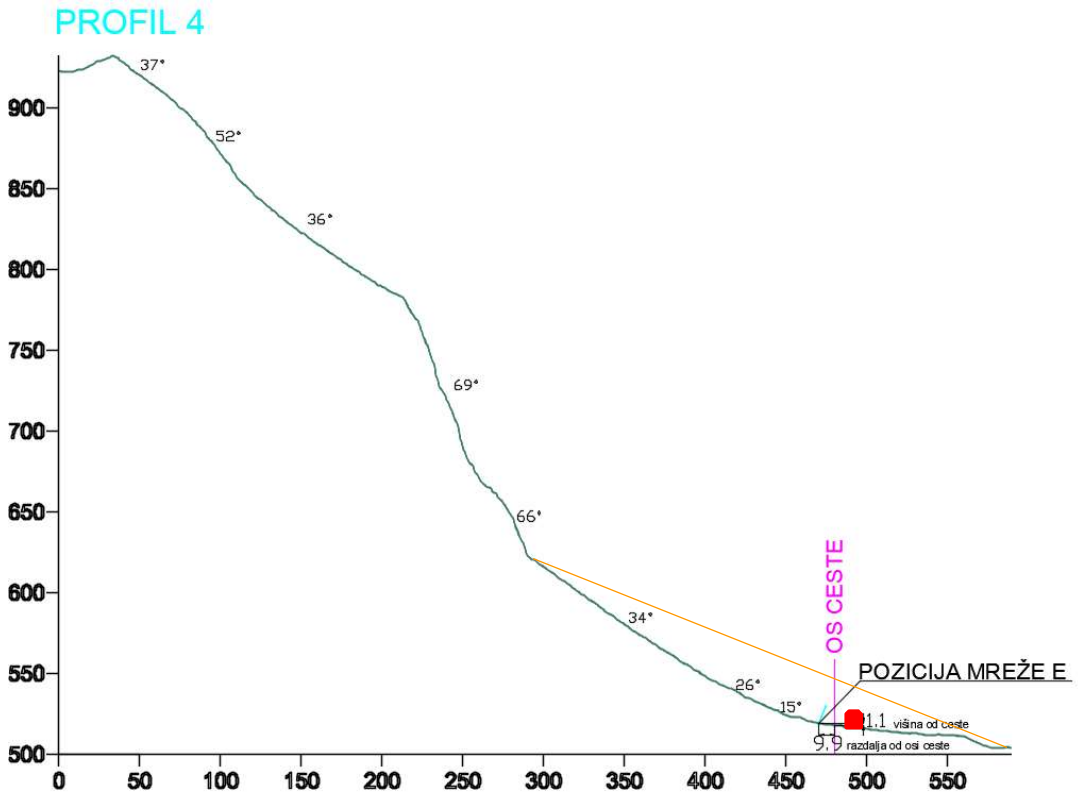
Posamezne parametre običajno določimo v naravi, s opazovanjem in meritvami. V zadnjem primeru lahko zanesljivo določimo le razdaljo kotaljenja in mestoma višino odbojev. Ti parametri nam služijo pri projektiranju, oziroma dimenzioniranju zaščitnih ukrepov.

5.3 SPLOŠNE UGOTOVITVE

Pobočje nad cesto in stanovanjskimi objekti (prereza 2 in 4) je oblikovano pod nakloni med 15° in 69°. Pobočje prerašča nizko grmičevje in borovci, na najbolj izpostavljenih delih pa so brežine gole, melišča pa v delih, kjer je gosta izpadanja kamenja največja, prav tako niso zaraščena. Pod cesto in v položnejšem območju (P4) nad cesto pa je drevje že bolj razvito in že predstavlja tudi naravno zaščito.



Slika 4: Prečni prerez P2, ki poteka preko stanovanjskega objekta s HŠ 1 (rdeča). Oranžna linija je primerjalna linija dosega blokov iz primera Yosemite (ZDA)



Slika 5: Prečni prerez P4, ki poteka preko stanovanjskih objektov s HŠ 2-4. Oranžna linija je primerjalna linija dosega bloka iz primera Yosemite (ZDA). Z rdečo je označena lokacija najbližjega objekta.

5.4 RAZDALJA KOTALJENJA

Na osnovi pregleda terena in dogodkov ugotovimo, da se večina blokov ustavi v območju, kjer se naklon melišča zmanjšuje proti 10˚, oziroma v območju pod cesto na prerezih 1,2 in 3 . medtem ko je glavnina blokov v P4 tik nad cesto, večji bloki pa so prisotni tudi v dosegu stanovanjskih hiš. Ta podatek upoštevamo v simulacijah.

Velikost blokov, ki so se ustavili ob in pod cesta dosega premer do 2,0 m, prevladujejo bloki do 1,0 m premera. Bloki premera od 0,3 do 0,5 m se lahko ustavijo že v območju melišča, bodisi ob rastju ali pa izgubijo energijo zaradi večjega trenja ob meliščni podlagi, ki je močno hrapava in »mehka«.

Na spodnji sliki lahko tako razberemo, da v podobnih razmerah (dolina Yosemite (ZDA)) bloki dosežejo v končno razdaljo v vznožju pobočja v liniji 22º od horizontale. Horizontalna linija je umeščena na kontakt grebena in gruščnatega zasipa. To primerjalno linijo prikažemo na slikah 4 in 5.

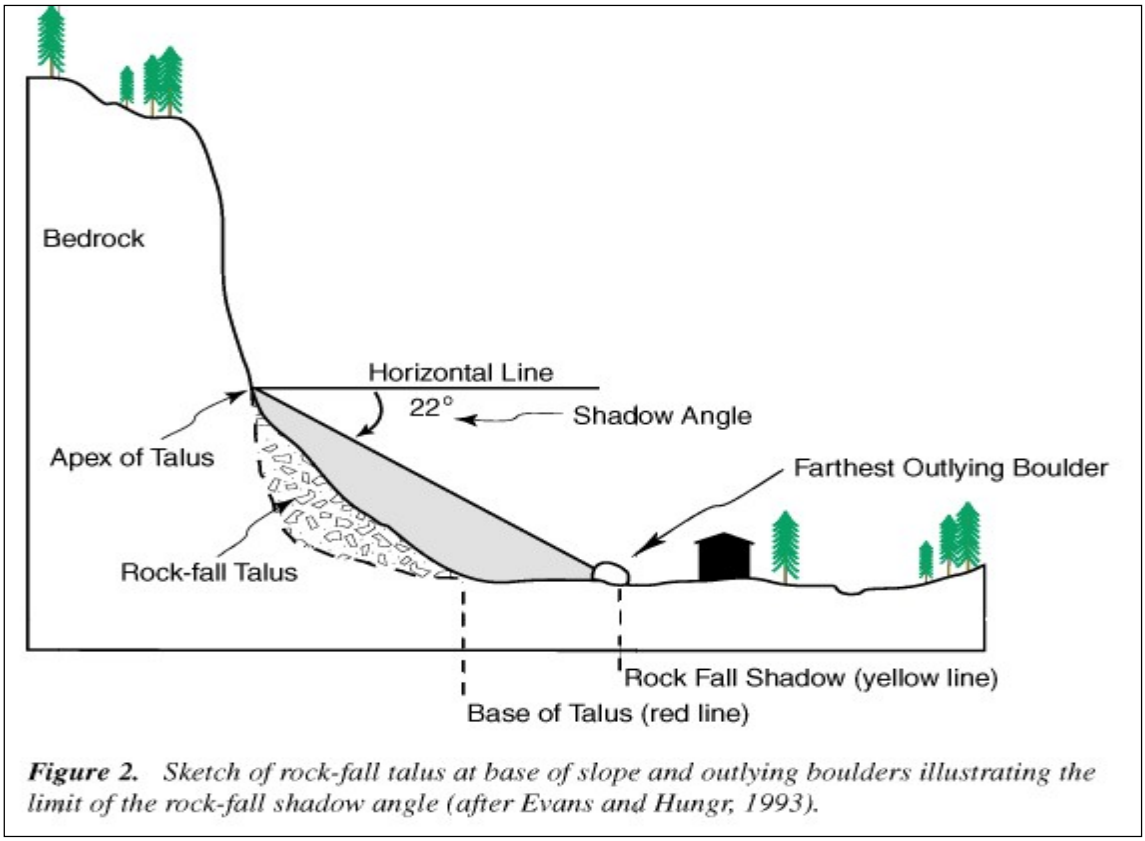
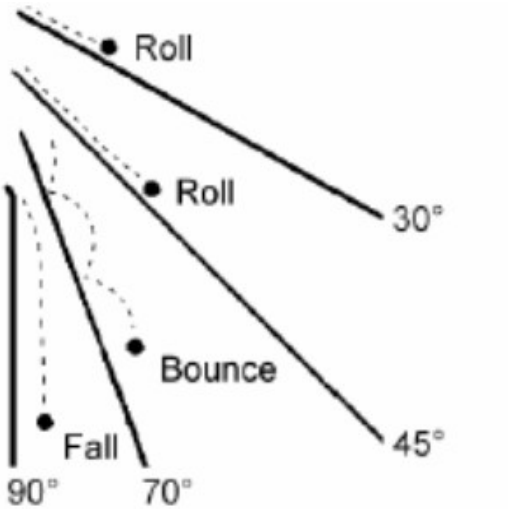


Figure 2. *Sketch of rock-fall talus at base of slope and outlying boulders illustrating the limit of the rock-fall shadow angle (after Evans and Hungr, 1993).*

Slika 6: primer v dolini Yosemite (ZDA)

5.5 VIŠINA ODBOJEV SKAL

Sledi odbojev na drevju nismo opazovali. Glede na opazovano, smo mnenja, da po padcu bloka iz grebena na melišče, zaradi razmeroma mehke podlage ohranja gibalno količino in se premika z kotaljenjem vendar z negativnim pospeškom. Pod naklonom 45° se blok praviloma le kotali, na morfoloških prevojih pa je odskakovanje povsem realno.



Slika 7: Način gibanja skalnega bloka v odvisnosti od naklona brežine

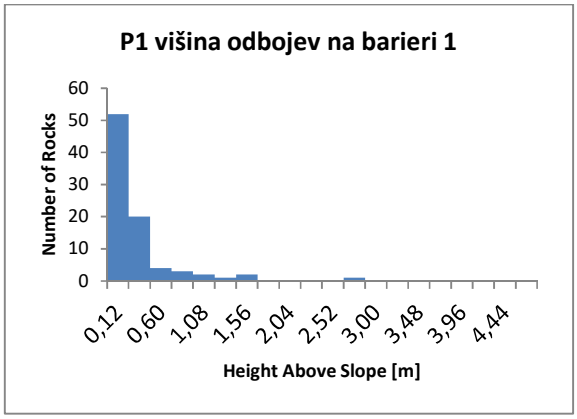
6.0 KINETIČNA ENERGIJA IN VIŠINA ODBOJEV SKALNIH BLOKOV

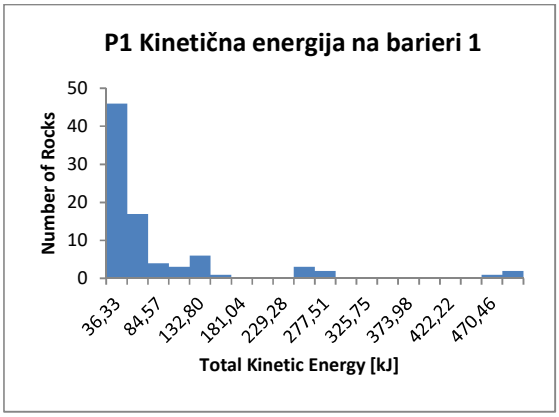
Izvedli smo simulacijo (računalniško modeliranje) padanja kamenja s programom ROCKFALL 4.0, izdelovalca ROCSCIENCE – Kanada. S pomočjo fizikalnih vhodnih podatkov (velikost bloka in inicialne hitrosti) in mehanskih lastnosti podlage (pravokotni odbojni koeficient Rn in tangencialni odbojni koeficient Rt) smo model skušali približati dogajanju na terenu. Za žarišča smo določili izpostavljene del pobočja in uporabili linijsko žarišče. Karakteristike podlage so že pred nastavljene in jih nismo spreminjali. Analiza je izvedena za 100 dogodkov.

Bariere (lovilne mreže), na katerih smo analizirali kinetično energijo in višino odbojev smo postavili na oddaljenosti 10 - 12,5 m od osi ceste, tako da je možna postavitev delovnega stroja na robu ceste in doseg do lovilne mreže.

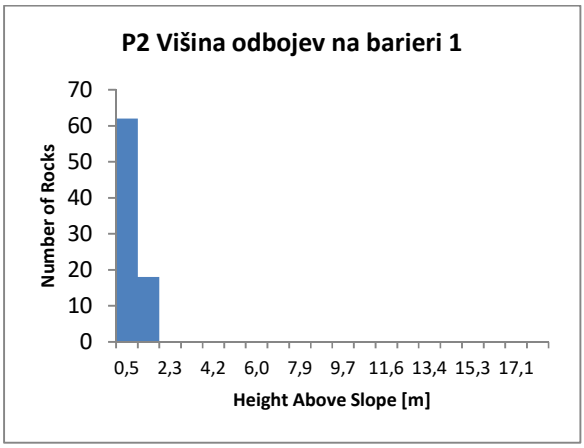
V profilih so v podani podatki o fizikalnih količinah kot so višina odbojev in skupna kinetična energija (translatorna + rotacijska). Število poskusov 100. Masa bloka 5.000 kg (± 1.200 kg), začetna vertikalna hitrost 1 m/s začetna horizontalna hitrost = 0 m/s.

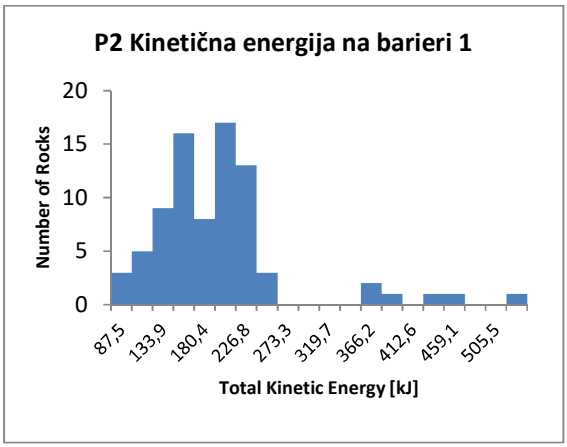
PROFIL 1



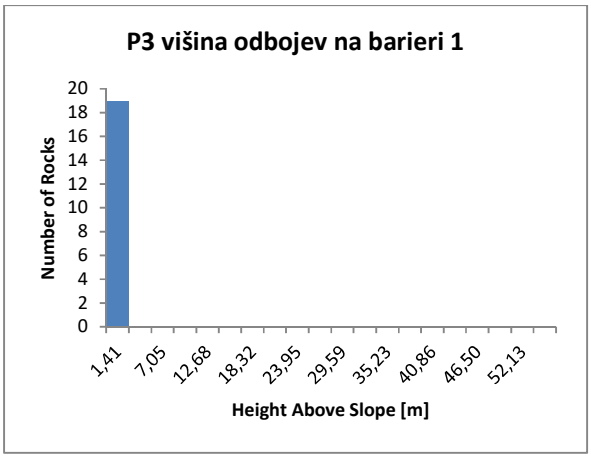


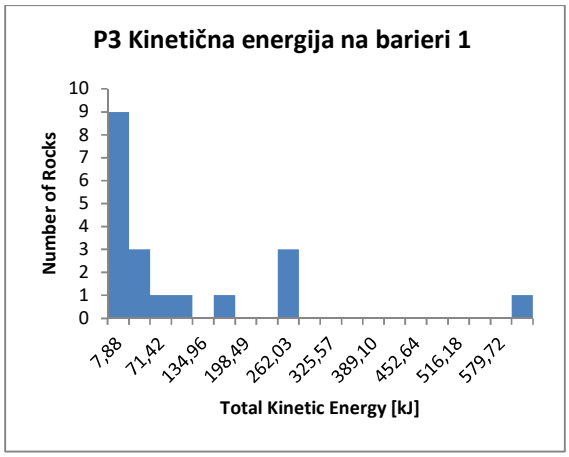
PROFIL 2



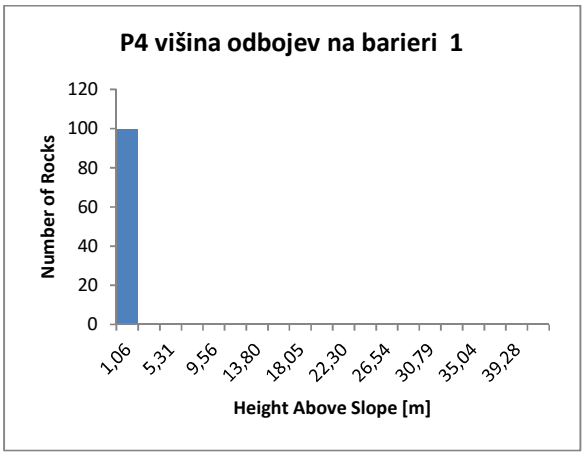


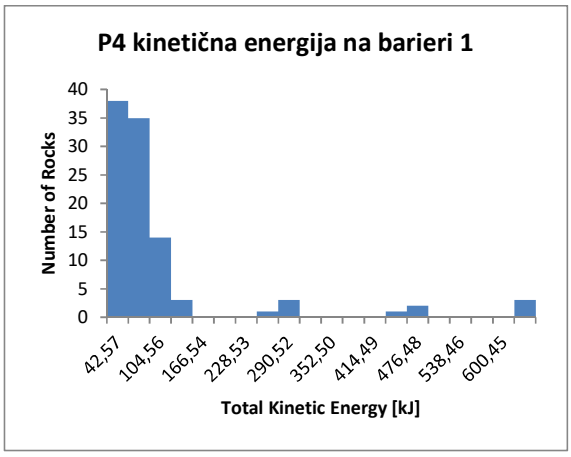
PROFIL 3





PROFIL 4





PROFIL	maksimalna višina odbojev na barieri	št . blokov	maksimalna kinetična energija na barieri		št . blokov
	(m)		(kJ)	Emel	
P1	2,8	1/100	494,5	724,0	1/100
P2	1,4	18/100	528,7	774,1	1/100
P3	1,4	100/100	611,5	895,3	1/100
P4	1,1	100/100	631,4	924,4	3/100

Tabela 1: Višine in energije skalnih blokov na mestu predvidene lovilne mreže in fakturirane vrednosti za energije trkov E_{mel} (standard ETAG 027).

7.0 TEHNIČNE LASTNOSTI IN OPIS PREDVIDENIH ZAVAROVANJ

7.1 PODAJNO LOVILNA MREŽA DO 1.000 kJ

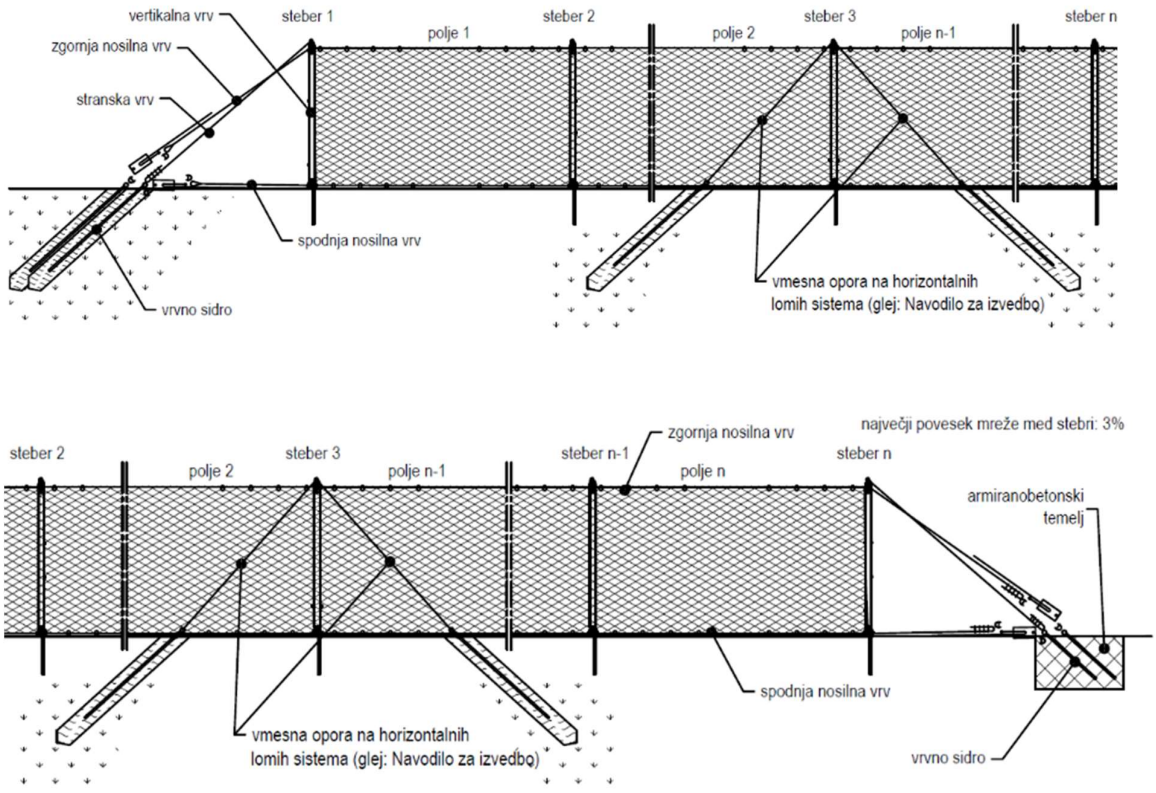
Glede na izvedene simulacije in geološko - morfološke danosti območja tako predlagamo izvedbo lovilne ograje. Sistem za zaščito pred padajočim kamenjem mora biti sposoben zadržati vse skale in kamenje s predvideno kinetično energijo do 1000 kJ. Predvideli smo eno linijo lovilne ograje, ki pa je razdeljena na 5 posameznih segmentov ograje od A do E, kjer je vsak segment dolžine ca 120 m.

Višina sistema mora biti minimalno 4,0 m. Dolžina polja sistema mora biti zaradi razgibanega terena prilagodljiva, sistem pa mora zagotavljati tudi možnost vertikalnih in horizontalnih lomov v liniji posameznega segmenta. Za sidranje zalednih, sidrnih in stranskih vrvi je predvideno sidranje z vrvnimi sidri ustreznih dolžin, ki jih je potrebno vpeti v pobočni grušč (predvidoma).

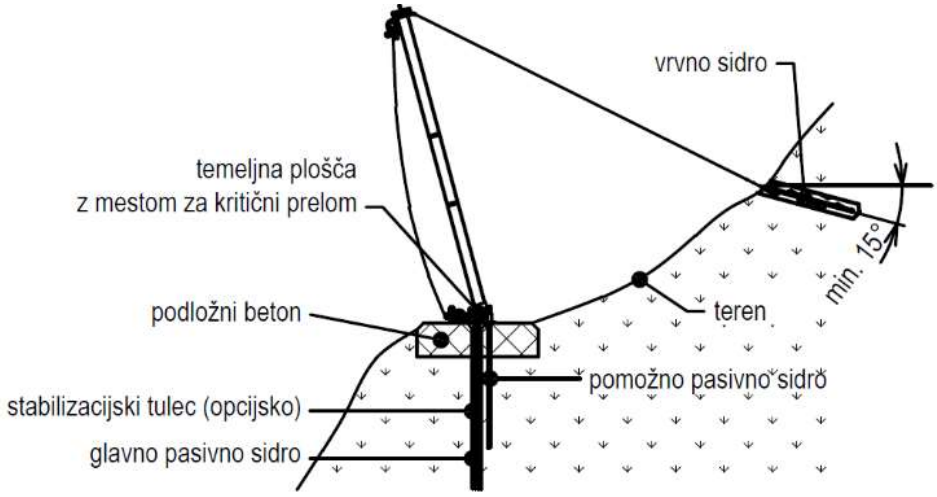
Sistem mora omogočati izvedbo zapiranja grape z mrežo enake kvalitete kot je uporabljena v samem sistemu podajno lovilne ograje.

V grafičnih prilogah, tako v situaciji, kot v prečnih prerezih, smo na podlagi LIDAR-ja prikazali položaj podajno lovilne ograje, oziroma stebrov, glede na položaj osi ceste, ki smo jo imeli v arhivu. Pri umestitvi smo se orientirali na morfološke izravnave, ki nekoliko olajšajo delo, kot tudi na tehnično dosegljiv (s stroji) horizontalni in vertikalni odmik od ceste.

Vendar velja opozoriti, da so prikazi informativne narave, saj teren ni bil geodetsko posnet. Končno pozicijo se preveri ob zakoličbi.



Slika 8: Shematski prikaz sistema podajno lovilne ograje



Slika 9: Karakteristični prerez sistema podajno lovilne ograje

7.2 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI SISTEMA

Sistemi za zaščito pred padajočim kamenjem morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

Varovalni sistem (varovalna - lovilna mreža) mora biti kot celota preizkušen na projektirano obremenitev v naravni velikosti (1:1). Potrdila o uspešnem opravljenem preizkusu morajo biti potrjena s strani ustrezne institucije. Sistem mora imeti za projektirane specifikacije pridobljeno evropsko tehnično soglasje oz. oceno - ETA (European technical approval (assesment)). Potrdila o ustreznosti sistema predloži izvajalec.

Minimalne zahteve za ustreznost varovalnega sistema:

- Pri testu z maksimalno velikostjo energije (MEL) mora sistem spadati v kategorijo A (preostala višina sistema po udarcu skale s predvideno energijo mora znašati vsaj 50% prvotne višine),
- jekleni elementi morajo biti protikorozijsko zaščiteni z vročim pocinkanjem v skladu z EN ISO 1461,
- mreža iz jeklenih obročev mora biti protikorozijsko zaščitena z debelo galvanizacijo razreda A po EN 10244-2:2001.
- sidranje mora biti izvedeno s sidri, katerih dopustna obremenitev ne sme biti manjša odtiste, ki jo predpiše proizvajalec sistema.

Projektirana višina sistema mora biti zagotovljena na sredini vsakega polja sistema. Energijo padajočega kamenja in skal najprej delno prevzame mreža iz jeklenih obročev, pri višjih energijah se energija nadalje zmanjšuje na zavornih elementih, na nosilnih vrveh in se končno preusmeri preko sider na okoliška tla.

Varovalno lovilno ograjo za zaščito pred padajočim kamenjem sestavljajo:

- nosilni steber/opornik - jekleni profil HEA (odvisno od proizvajalca) - višina ograje merjena na sredini polja določena po projektu, razmik med stebri je od 8,00 m do 12,00 m, protikorozijska zaščita z vročim pocinkanjem (Tehnični pogoji za I razred konstrukcij oz. v skladu s standardom EN ISO 1461)

- temeljna plošča (odvisno od proizvajalca) - jekleni varjeni profil, protikorozijska zaščita z vročim pocinkanjem. Temeljna plošča je položena na predhodno obdelano ležišče na brežini (dimenzije temeljev se prilagodi razmeram na terenu z upoštevanjem tehničnih specifikacij sistema kot celote) in sidrana z dvema pasivnima sidroma v temeljna tla.
- mreža iz jeklenih obročev ali podobna (odvisno od proizvajalca), vroče pocinkano (v skladu s standardom EN 10244-2:2001 Class A)
- nosilne, srednje in stranske vrvi (odvisno od proizvajalca), natezna trdnost posamezne žice 700N/mm2, vroče pocinkano Zn95Al5 (v skladu s standardom EN 10244-2:2001 Class min B)
- sidra (odvisno od karakteristik in min. dopustnih obremenitev, ki jih predpiše proizvajalec za kvalitetno izvedbo ograjnega sistema – vrvna sidra, palična sidra), dolžina sidranja v pobočne grušče mora biti skladna z ugotovitvami geološkega nadzora ter navodili proizvajalca sistema. Vsa sidranja morajo biti izvedena na podlagi geološkega pregleda. V primeru dolžine ograj več kot 60 m je potrebno pri izvedbi upoštevati interno sidranje na dolžini 60 m ali manj (zahteva smernice ETAG). To dejstvo je bilo upoštevano pri določitvi količine vgrajenih sider.
- pasivna sidra za sidranje opornikov (odvisno od karakteristik in min. Dopustnih obremenitev, ki jih predpiše proizvajalec za kvalitetno izvedbo ograjnega sistema – palična sidra
- zavorni elementi (odvisno od proizvajalca)
- na območjih, kjer pod lovilna mrežami potekajo grape oz. je konfiguracija terena taka, da je možno kotaljenje skal pod ograjo je nujno potrebno vrze

7.3 DOKAZILA O KVALITETI

Izvajalec mora predložiti atestno dokumentacijo s strani proizvajalca za vse bistvene nosilne elemente in atestno dokumentacijo za sistemsko polje varovalne ograje kot celote (izjavo o lastnostih). Predložiti je potrebno navodila za temeljenje, sidranje in montažo objektov, terminski plan ter plan spremljanja tekoče kakovosti del (protokol sidranja, preizkus sider). Kontrolo kvalitete in končno poročilo bo izdelala usposobljena pooblaščena institucija v Sloveniji.
Za izvedbo del je potrebno uporabiti ustrezno vrtalno garnituro primerno za delo v takem terenu. Predvideva se, da bo večina vrtin mogoče izvrtati z lažjo vrtalno garnituro. Globina vrtin za sidra mora biti skladna z navodili proizvajalca; premer vrtine je 90 mm. V vrtine se sproti vstavlja sidra. Zaliva se jih z ekspanzijsko injekcijsko maso, ki ustreza zahtevanim standardom (injekcijska masa mora izkazovati ustrezno nosilnost, nabrekalnost in odpornost).

V fazi vrtanja je za prenos potrebne opreme in gibanje do in po gradbišču potrebno za določene ograje izdelati dostopno peš pot do lokacije izvedbe in sicer v minimalnem potrebnem obsegu tako, da bo poseg v prostor zanemarljiv. Vse morebitne poškodbe je potrebno sproti sanirati in protierozijsko zavarovati.

<u>• Protokol sidranja</u>
Za vsako vrtino je potrebno voditi zapisnik o globini in strukturi materiala v vrtini; voditi je potrebno zapisnik o času vstavitve sidra, času zalivanja z injekcijsko maso in količini

porabljene mase. Vzeti je potrebno vzorce injekcijske mase pri vsakokratnem zalivanju in jih testirati pri pooblaščeni organizaciji. V fazi projekta so predvidena testna sidra (4 kom), ki se jih testira na izvlek na delovno obremenitev po SIST EN 14490:2010 – aneks C. Lokacija se določi na licu mesta glede na mikro pogoje terena.

• Sprotna kontrola kakovosti

Sprotno kontrolo kakovosti je potrebno izvajati ves čas gradnje (navodila). Kontrolo izvaja nadzorni inženir ali geolog – geomehanik, ki ga določi investitor (geomehanski in projektantski nazor).

• Končno kontrolo kakovosti (zunanja kontrola)

Končno kontrolo kakovosti mora opraviti usposobljena pooblaščena institucija v Sloveniji. Natančno lokacijo varovalne ograje se določi ob prisotnosti projektanta. Končna lokacija bo lahko mestoma odstopala od lokacije vrisane v modelu reliefa, vendar odstopanje ne bo večje od treh višinskih metrov. Končanem poseku se prične z montažo lovilno - podajne mreže dolžin 120 m. Podajno lovilne mreže se preko jeklenic v tla pričvrstijo s sidri. Dolžina sider mora biti ustrezna in se prilagodi dolžini, ki bo ustrezna glede na specifikacije proizvajalca. Debelina deluvija – pobočnega grušča na tem delu je ocenjena na > 10 metrov. Izračun je napravljen za sidra, ki so sidrana v pobočnem grušču. Račun vezne dolžine za sidra je sledeč:

Ker na območju ni bilo izvedenih geološko geotehničnih raziskav (vrtin) smo privzeli sprijemno napetost blokovnega pobočnega grušča pa qs,k = 150 kPa.

7.4 KONTROLA ODPORNOSTI PODLAGE NA PREDVIDENO SIDRANJE

Glede na dolžino sider smo izvedli kontrolo odpornosti podlage. Izračun ne upošteva faktorjev Varnosti. Sidranje podajno lovilnih sistemov je odvisno od maksimalnih obremenitev sider, ki so različna glede na zasnovo sistema posameznega proizvajalca. Predvidevamo dolžino sider 5, 7,5 in 10 m.

Sprijemna napetost kamnine $\tau_{m;k}$:	Pobočni grušč 150kPa	
Za projektno sidro privzamemo sestavo tal:	Pobočni grušč 1m – 10 m	
Karakteristična odpornost hribine Ra;k:	Pobočni grušč 0.09*3,14*1*150 kPa=42.4kN (1m)	
	SKUPAJ Ra;k:	212,5 kN (5 m)
		318,7 kN (7,5 m)
		424,0 kN (10 m)

Pripadajoča projektna odpornost pobočnih gruščev Ra;d:

212,5 kN/1,4= 151,8 kN	(globina 5,0 m)
318,7 kN/1,4= 227,6 kN	(globina 7,5 m)
424,0 kN/1,4= 302,8 kN	(globina 10,0 m)

8.0 TEHNOLOGIJA GRADNJE

8.1 ORGANIZACIJA, ZEMELJSKA IN VRTALNA DELA

Dela potekajo pod aktivnim skalnim pobočjem in ob lokalni cesti, zato mora izvajalec pred začetkom pripraviti tehnološki elaborat in načrt varnosti, ki vključujeta pregled ter po potrebi varno odstranitev oziroma pritrditev neposredno ogrožajočih nestabilnih blokov, začasno zaščito delovišča in ceste, prometni režim oziroma zapore, vrstni red izkopov, vrtanja, betoniranja in montaže ter način dvigovanja in dostave elementov.

Dostopne poti se izvedejo samo v potrebnem obsegu. Po končanih delih se vse poškodovane površine sanirajo, protierozijsko zaščitijo in vzpostavi ustrezno odvodnjavanje.

- Prometni režim, zapore in varovanje uporabnikov ceste se uskladijo z upravljavcem
- Vegetacija se odstrani selektivno; po izvedbi se uredi, protierozijska zaščita in sanacija delovnega pasu.

Dela se bodo večinoma izvajala strojno, delno ročno. Delo z stroji bo večinoma možno pri pripravi terena ter postavljanju podajno lovilne ograje, prav tako pri zemeljskih delih.

Zemeljska dela se izvedejo s pomočjo mehanizacije pri pogojih, ki veljajo za 3 izkopno kategorijo. Hribine ne pričakujemo, pojavijo pa se lahko večji kosi apnenca (1m3), ki bodo oteževale izkop. Izkopani material se transportira na predvideno deponijo ali se deponira na lokaciji, ki to omogoča.

Vrtanje za sidra mora potekati z cevitvijo, saj bi zaradi fizikalnih lastnosti grušča vrtina brez cevitve hitro postala neprehodna. Sidro se vstavi z geotekstilno »nogavico«, ki bo omogočila zvezno zapolnitev z injekcijsko maso. Spodnji del temelja se podpre z SN sidri (IBO ali GEWI). Dolžina mikropilota mora biti najmanj 4,0 m. Zaledno sidro se namesti pod kotom.

8.2 IZVEDBA TEMELJEV

Za vsak steber je v seznamu temeljev določena oznaka tipskega temelja, dimenzije, armatura, razred betona, izpostavljenost, zaščitni sloj, temeljna plošča, sidrni vijaki oziroma mikropiloti ter projektne obremenitve. Izbira med betonskim temeljem in temeljenjem s sidri ni prepuščena izvajalcu, temveč je vezana na konkretno lokacijo in geotehnične razmere.

Temeljenje na gruščnati podlagi se v primeru krajnih stebrov izvede na armirano betonski temelj min. dimenzij 1,8 x 1,8 x 1,5 m (š x d x g) (za krajne stebre) v katerega je predhodno vstavljeno ustrezno število jeklenih sidrnih navojnih palic fi ustreznega premera preko katerih se pritrdi plošča stebra. V primeru stebrov med polji se izvede na armirano betonski temelj min. dimenzij 0,6 x 1,0 x 1,0 m v katera se predhodno zabetonira ustrezno število jeklenih sidrnih navojnih palic ustreznega premera na katere se namesti plošča stebra. Število in premer navojnih palic je odvisen od proizvajalca, in bodo določene po izbiri proizvajalca lovilnih ograj.

Po končani izdelavi temeljev sledi postavljanje stebrov, na katere se namesti podajno lovilna mreža. Stebri se postavijo navpično. Dodatno se celotno konstrukcijo sidra z vrvnimi sidri, po specifikacijah proizvajalca. Premer za mikropilote in vrvna sidra je odvisen od premera sidra. Pri izračunu je uporabljena predpostavka, da je vrtina premera 90 mm.

9.0 PREGLEDOVANJE, VZDRŽEVANJE IN RAVNANJE PO DOGODKU

9.1 VZDRŽEVANJE IN RAVNANJE PO DOGODKU

Po dokončanju se izdela geodetski posnetek izvedenega stanja ter evidenca vseh stebrov, sider, preskusov, komponent in serijskih številk. Izvajalec preda navodila za pregledovanje in vzdrževanje konkretnega sistema.

Redni vizualni pregledi se izvajajo 1x letno izredni pregledi pa po zaznanem udarcu, potresu, neurju, intenzivnem zmrzovanju in odjugi, padcu drevesa ali drugi izredni obremenitvi. Pregled vključuje mrežo, vrvi, zavorne elemente, sponke, stebre, sidra, korozijo, temelje, erozijo, vegetacijo ter količino ujetega kamenja in plavja.

Po udarcu se ogroženi odsek ceste po potrebi zapre, dokler usposobljena oseba ne oceni preostale nosilnosti. Ujeti material se odstrani po navodilih proizvajalca. Deformirane ali aktivirane komponente se zamenjajo z deli, ki jih dopušča ETA. Vsak pregled, poseg in zamenjava se evidentira v vzdrževalnem dnevniku.

Vrsta pregleda	Interval / sprožilec	Najmanjši obseg
Redni vizualni pregled	1x letno	mreža, vrvi, zavore, stebri, sidra, temelji, korozija, vegetacija, kamenje
Izredni pregled	po udarcu, potresu, neurju, zmrzovanju/odjugi, padcu drevesa	celotni prizadeti segment in sosednja polja
Podrobni strokovni pregled	1x 5 let	geometrija, napetost vrvi, zavore, sidrne glave, temelji, erozija, dokazila

9.2 EVIDENCA IN UKREPI

- vzdrževalni dnevnik z datumom, razlogom pregleda, ugotovitvami, fotografijami in podpisom;
- evidenca ujetih blokov z ocenjenimi merami, lokacijo in posledicami na sistem;
- postopek zapore ceste in obveščanja vzdrževalca cest;
- kriteriji za odstranitev materiala ter zamenjavo zavornih elementov, mreže, vrvi in sponk po navodilih konkretne ETA;
- geodetska kontrola po večjem dogodku in posodobitev dokumentacije izvedenega stanja.

10.0 ZAKLJUČKI

Po naročilu občine Bovec smo v spomladi 2026 pregledali odsek lokalne ceste LC 018041 Trdnjava Kluže - Bavščica, od km 0,245 do km 0,835, ki predstavlja tudi dostop do ogroženih stanovanjskih objektov s HŠ Bavščica 1-4.

Na podlagi terenskega inventarja, dopolnjenega modeliranja in končne geodetske umestitve je predvidena ena funkcionalno povezana linija podajno-lovilne pregrade, razdeljena na segmente A–E skupne dolžine [DOPOLNITI] m. Za posamezne segmente so v Tabeli 1 določeni projektni blok, projektna energija, projektna višina, hitrost in kot trka, zahtevan razred MEL/SEL, nominalna višina ter največja dovoljena deformacija.

Vgradi se sistem z veljavno ETA po EAD 340059-00-0106, ki za točno ponujeno konfiguracijo izpolnjuje vse projektne zahteve. Izbira proizvajalca ni predpisana; morebitni enakovredni sistem mora izkazati enake ali ugodnejše lastnosti, temelji in sidra pa morajo biti preverjeni na njegove deklarirane največje reakcije.

Končne lokacije stebrov in sider so podane v G.4. Spremembe linije, geometrije polj, tipa sistema, temeljev ali sider so dovoljene samo s pisno odobritvijo projektanta in po ustrezni ponovni kontroli. Izvedba je pogojena z uspešno izvedenimi predhodnimi in prevzemnimi preizkusi sider ter s predajo

Sistem za zaščito pred padajočim kamenjem mora biti sposoben zadržati vse skale in kamenje s predvideno kinetično energijo do 1000 kJ. Predvideli smo eno linijo lovilne ograje, ki pa je razdeljena na 5 posameznih segmentov lovilne mreže od A do E, kjer je vsak segment dolžine ca 120 m.

Višina sistema mora biti minimalno 4,0 m. Dolžina polja sistema mora biti zaradi razgibanega terena prilagodljiva, sistem pa mora zagotavljati tudi možnost vertikalnih in horizontalnih lomov v liniji posameznega segmenta. Za sidranje zalednih, sidrnih in stranskih vrvi je predvideno sidranje z vrvnimi sidri ustreznih dolžin, ki jih je potrebno vpeti v pobočni grušč (predvidoma).

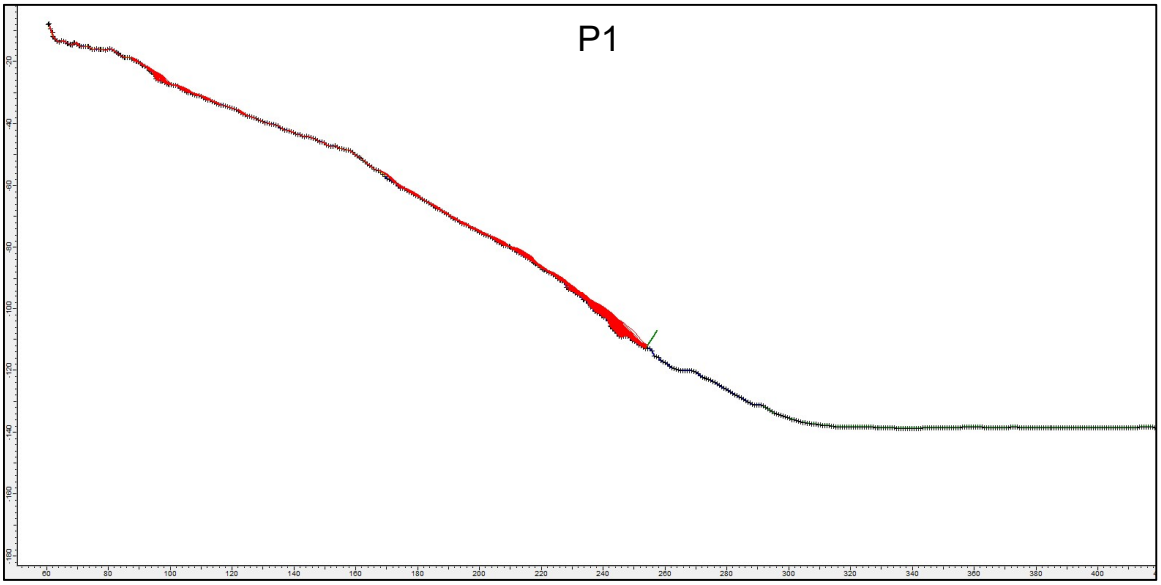
V grafičnih prilogah, tako v situaciji, kot v prečnih prerezih, smo na podlagi LIDAR-ja prikazali položaj podajno lovilne ograje, oziroma stebrov, glede na položaj osi ceste, ki smo jo imeli v arhivu. Pri umestitvi smo se orientirali na morfološke izravnave, ki nekoliko olajšajo delo, kot tudi na tehnično dosegljiv (s stroji) horizontalni in vertikalni odmik od ceste.

Vendar velja opozoriti, da so prikazi informativne narave, saj teren ni bil geodetsko posnet. Končno pozicijo se preveri ob zakoličbi.

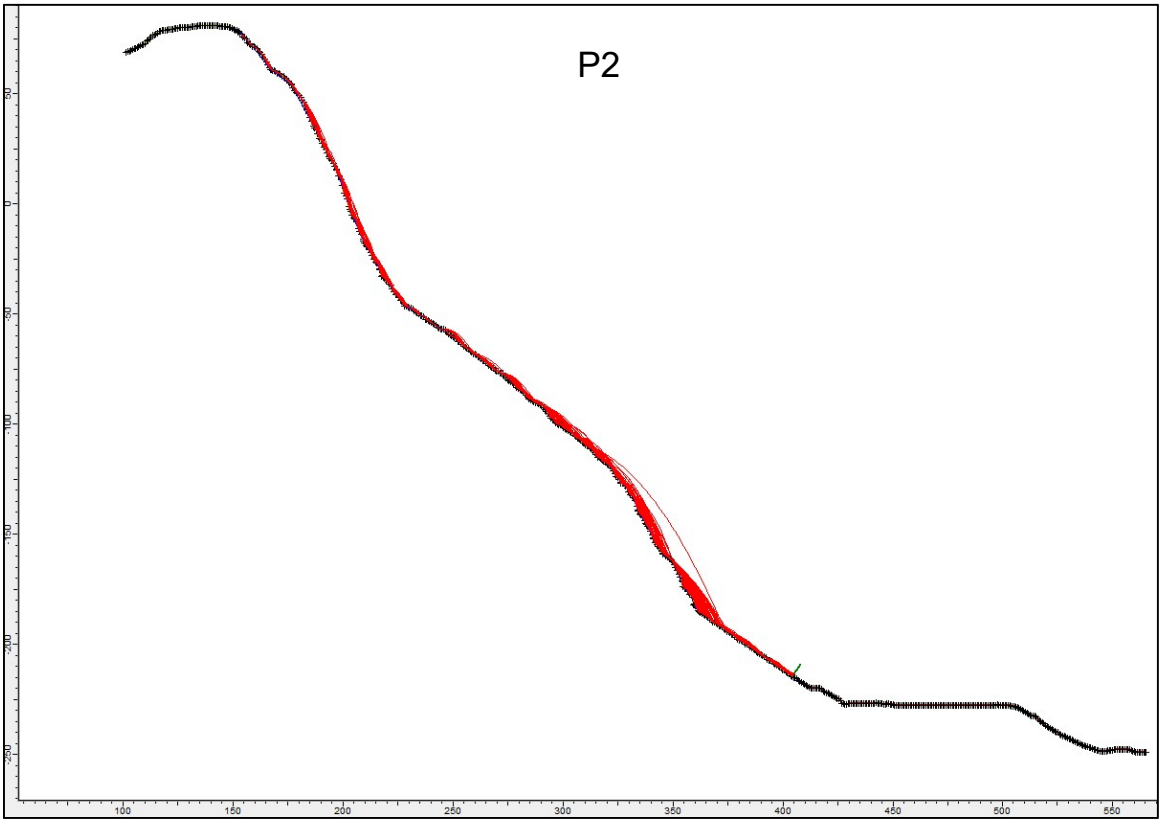
Glede na morfologijo pobočja, dinamiko dogodkov in dostopnost se zdi izdelava ograje tipa GEOBRUGG med boljšimi rešitvami.

Pripravil:
Klemen Sotlar, univ.dipl.inž.geol.

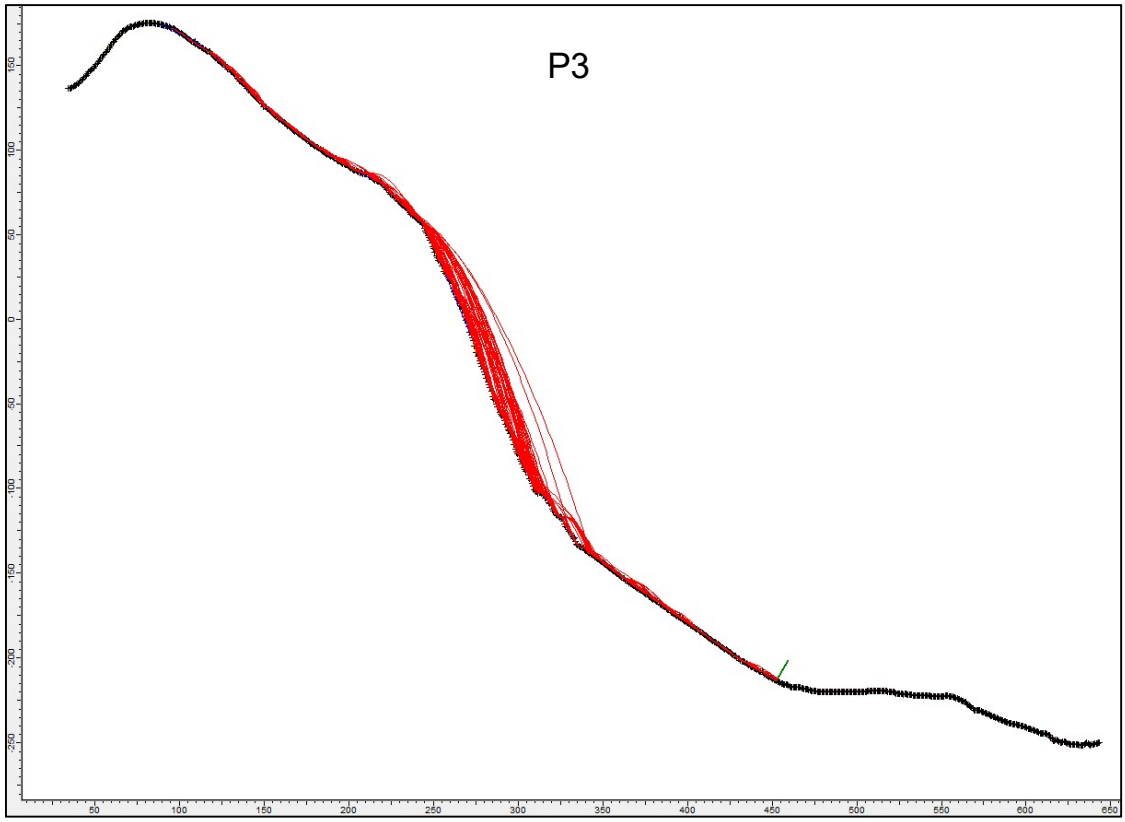
2.0	GRAFIČNI DEL MODELIRANJA



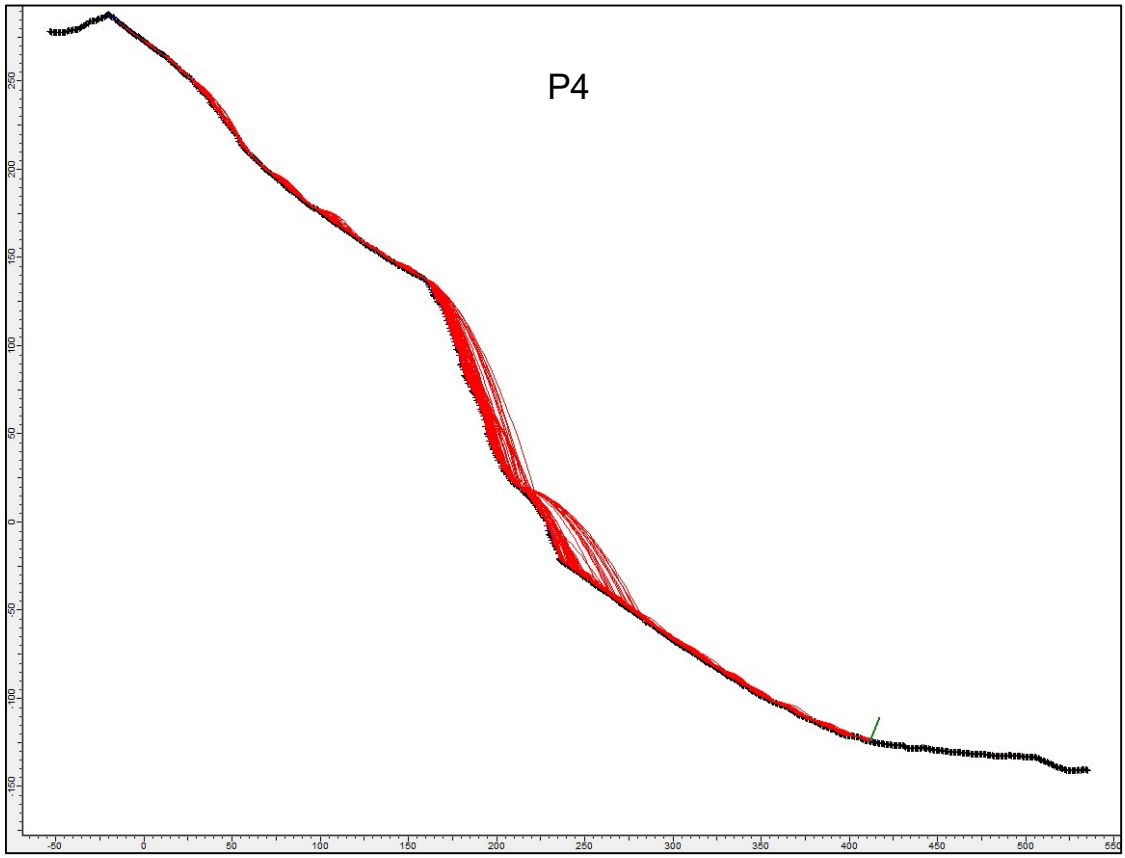
Slika 10: P1 – izvirni prikaz modelnega profila / trajektorij



Slika 11: P2 – izvirni prikaz modelnega profila / trajektorij



Slika 13: P3 – izvirni prikaz modelnega profila / trajektorij



Slika 14: P4 – izvirni prikaz modelnega profila / trajektorij

3.0	**PROJEKTANTSKI POPIS IN PREDRAČUN STROŠKOV**

4.0	**GRAFIČNE PRILOGE**