Št. Prog.:	'0068-11026982-501-019 ID 63072, '0068-11026982-501-0021 ID 54131, '0068-11026982-501-0022 ID 54132, '0068-11026982-501-0023 ID 5413, '0068-11026982-501-025 ID 54135, '0068-11026982-501-0026 ID 54136, '0068-11026982-501-0027 ID 54130, '0068-11026982-501-0028 ID 54137, '0068-11026982-501-029 ID 54138
INVESTITOR:	MNVP – DIREKCIJA RS ZA VODE
Projekt izdelal:	**Infra d.o.o.**

PROGRAM ŠT.1:

Porečje Save od sotočja z Blanščico do sotočja z Brestanico

HE Krško

Pijavško polje in Rožno

Projektant:
Matjaž Šauta u.d.i.vki

Vodja tehničnega sektorja:
Anton Vetrih inž.grad

Leskovec pri Krškem, julij 2025

Vsebina

TEHNIČNO POROČILO 3
1. UVOD 3
2. VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB 4
3. NARAVOVARSTVENI POGOJI ZA IZVEDBO DEL 5
4. NAČRTOVANE UREDITVE 6
5. IZVEDBA SKALOMETA 16
6. GEOTEKSTIL ZA FILTRE 17

TEHNIČNO POROČILO

1. UVOD

3. in 4. avgusta 2023 je Slovenijo zajelo padavinsko obdobje z obnavljajočimi se nevihtami, močnimi nalivi in plohami. V noči s 3. na 4. avgusta so padavine izjemnih intenzitet zajele porečja na širšem območju Kamniško-Savinjskih Alp, Karavank, Škofjeloškega, Cerkljanskega ter Polhograjskega hribovja. V 6 do 12 urah je na z julijskimi padavinami predhodno namočena porečja padlo med 150 in 200 mm dežja. Obilno deževje se je 4. in 5. avgusta nadaljevalo z nalivi nižjih intenzitet, ki so se razširili nad celotno državo.

Vrhova poplavnih valov Save in Savinje sta na sotočju praktično sovpadala. V soboto, 5. avgusta, dopoldne je Sava v srednjem toku že upadala, v spodnjem toku pa je poplavljala in dosegla vrh pri skoraj 3400 m3/s. Pri tem je zajezila reko Krko, ki je s svojimi pritoki še naraščala. Na sotočju Save in Savinje sta bila vrhova njunih poplavnih valov zamaknjena približno pet ur. Po prehodu preko verige hidroelektrarn na spodnji Savi in po sotočju z visoko Krko je Sava na Čatežu dosegla največji pretok pri 3399 m3/s v soboto, 5. avgusta, zjutraj. Na odseku proti slovensko-hrvaški meji je reka Sava obsežno poplavila, zlasti izpostavljene vasi na levem bregu. Reka Sava je največji pretok v Jesenicah na Dolenjskem, neposredno ob državni meji, dosegla pri 3319 m3/s v soboto dopoldne. Visokovodne razmere ob reki Savi so vztrajale do ponedeljka, 7. avgusta, zgodaj zjutraj.
(Vir: ARSO, Poročilo o poplavah, Izjemne poplave v Sloveniji med 4. in 8. avgustom 2023, avgust 2023)

Ob prehodu poplavnega vala Save vzdolž pretočne akumulacije HE Krško je prišlo do poškodb brežine na desnem bregu lokalno po dolžini Pijavškega polja in dolvodno nad gostilno pečnik, na levem bregu pa je nastala večja dolžina usadov na lokaciji Rožno. Na Pijavškem polju in Rožnem so brežine urejene sonaravno, brez kamnite obloge.

Predmet tega projekta za izvedbo so:
- *Poškodbe nastale na levem in desnem bregu pretočne akumulacije HE Krško, torej na Pijavškem polju in Rožnem od P-126 do P115,*

2. VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB

Izhodišča (povzeto po OPS21, ARSO):
Segrevanje podnebnega sistema in s tem povezane podnebne spremembe so fizikalno izmerjeno dejstvo. Nedavne spremembe podnebja obsežno vplivajo na človeške in naravne sisteme. Poleg gospodarstva so spremembam močno podvrženi naravni ekosistemi, vodni viri in varnost prebivalstva ter človeško zdravje. Večina vplivov sprememb, ki se bodo nadaljevale še več desetletij, je po predikcijah negativnih. Njihove razsežnosti v drugi polovici 21. stoletja so odvisne od učinkovitosti globalnih ukrepov za blažitev podnebnih sprememb. Globalne strateške ukrepe pa je potrebno v naslednji fazi implementirati direktno na lokalno raven upoštevajoč osnovno načelo »razmišljaj globalno-deluj lokalno«.
V programu Sklada za podnebne spremembe 2020-2023 je tako med drugim predvidena tudi realizacija direktnih ukrepov za prilagajanje podnebnim spremembam v smislu izvajanja ukrepov ohranjanja biotske raznovrstnosti; sofinanciranje programov odprave posledic naravnih nesreč in nadaljevanje ukrepov izgradnje in obnova večnamenskih akumulacij. Ti ukrepi so tako tudi gradbeno tehnični ukrepi, ki zagotavljajo večjo odpornost vodne infrastrukture glede na pričakovane učinke podnebnih sprememb.

Projekta HE Krško, ki ga obravnava trenutni program sanacijskih del, je velik infrastrukturni projekt, ki zaradi svoje razsežnosti zajemat tudi veliko stopnjo varnosti. Hidroelektrarna Krško ima za varnostno višino izvedbe kamnite obloge določeno pol metra.
V hidravličnih profilih se zaradi vpliva na NEK rišejo tudi vplivi 1000 in celo 10000 letnih voda, ki jih je struga Save, še posebno pretočna akumulacija HE Brežice s svojimi retenzijskimi površinami še vedno sposobna prevesti.
Z obzirom na navedeno si upamo trditi, da so pretočne akumulacije na spodnji Savi projektirane z dovolj veliko varnostjo, da so odporne na podnebne spremembe in zato v programih le povzemamo projekte, ker potrebe po dodatni varnosti in morebitnih večjih debelinah kamnite obloge ni.

3. NARAVOVARSTVENI POGOJI ZA IZVEDBO DEL

Ukrepi se izvajajo na območju DPN za HE Krško, za katerega je bila sprejeta PVO. Ukrepi zajemajo sanacijo vodne infrastrukture, za katero je izdelana PVO. Ker ne gre za nove posege v prostor, niso potrebna upravna dovoljenja.

Projekt obnove pretočne akumulacije HE Krško obnavlja izvedene projekte za izgradnjo, ki so predhodno že pridobili projektne pogoje in mnenja za izvedbo ter tudi uporabno dovoljenje.

Ob izvedbi pa se bodo upoštevale naslednje smernice ZRSVN:

Čiščenje obrežne zarasti in vodne vegetacije

- Z lesnato obrežno zarastjo naj se upravlja na način, da se ohranja sklenjen pas obrežne lesne zarasti in panje dreves. Obrežno zarast se lahko redči, odstranjuje podrta in viseča drevesa ter gosto grmovno zarast v strugi, ki ovirajo pretočnost, golosekov (popolne odstranitve) lesnate obrežne vegetacije pa naj se ne izvaja.
- Na odsekih, kjer je bila lesna obrežna zarast odstranjena, naj se predvidi ukrepe za njeno ponovno vzpostavitev (zasaditev ali prepustitev v zaraščanje) v širini vsaj 5 m od vrha brežine struge. Prednostno naj se obnova izvede na odsekih z močno bočno erozijo, kjer predlagamo metodo obnove obrežne zarasti z zabijanjem živih vrbovih pilotov v več vrstah vzdolž brežine.

Vodne zgradbe in obrežna zavarovanja

- Za zasebna kmetijska zemljišča, ki so ogrožena zaradi rečne bočne erozije, naj se prouči možnost odkupa ali zamenjave z drugimi zemljišči, ki so že v lasti Republike Slovenije.
- Na rečnih odsekih, kjer ni obstoječih obrežnih zavarovanj ali drugih vodnih zgradb, se lahko nove tovrstne vodne zgradbe vzpostavlja izključno za zavarovanje infrastrukture in objektov v neposredni bližini. Sicer naj se na neutrjenih odsekih ohranja procese naravne rečne dinamike.
- Na odsekih, kjer so že izvedena obrežna zavarovanja in druge vodne zgradbe, se lahko obnavlja tiste, ki so nujno potrebne za varovanje objektov ali infrastrukture v neposredni bližini. Sicer naj se na utrjenih odsekih v omejenem obsegu ponovno dopusti bočno erozijske procese, za prizadeta oziroma neposredno ogrožena zemljišča naj se prouči možnost pridobitve v last Republike Slovenije.
- Novi obrežni objekti oz. obnova obrežnih zavarovanj naj se prednostno izvaja s sonaravnimi tehnikami (npr. vrbovi popleti, sidranje dreves, piloti, ipd.). Za izvajanje zavarovanj naj se uporabljajo lokalno značilni materiali. Brežine naj se zasadi s sklenjenim pasom lesne vegetacije, ki dolgoročno prevzame nalogo stabilizacije brežine. Dna struge naj se ne utrjuje.
- Umeščanje novih ali obnova vodnih zgradb in obrežnih zavarovanj naj se izvede na način, ki ohranja nivo struge in znana drstišča rib.
- Pri izvajanju del naj se izvaja ukrepe za preprečitev širjenja tujerodnih vrst (odstranjevanje tujerodnih vrst, sprotno zasajevanje avtohtone krajevno značilne vegetacije, uporaba zastirke, z območij, kjer so prisotne tujerodne vrste, se ne odvaža materiala, čiščenje delovnih strojev

po končanih delih).

Načini ravnanja s prodnim materialom in naplavinami

- Prodnega materiala in naplavin naj se zaradi ohranjanja habitatnih struktur (npr. drstišč) in hidromorfoloških procesov ne odstranjuje iz struge. Izjemoma je odvzem mogoč, ko je bistveno zmanjšana pretočnost struge in so posledično neposredno ali posredno ogroženi objekti ali infrastruktura.

Zveznost vodotoka

- Dela naj se izvaja na način, da se v času izvedbe del ohranja prehodnost vodotoka za vodne organizme.
- Novih prečnih objektov naj se ne vzpostavlja.
- Obstoječe prečne objekte naj se, v kolikor je možno, sanira na način, da se jih odstrani ali uredi kot hrapave drče, ki omogočajo nemoteno gor- in dolvodno prehodnost vodnim organizmom.

Čas izvajanja del

- Posegi v strugi vodotoka naj se izvajajo izven obdobja drsti prisotnih vrst rib in gnezdenja prisotnih vrst ptic (načeloma se lahko dela izvajajo med 15. avgustom in 1. marcem).
- Čiščenje obrežne zarasti naj se izvaja v času od 1. avgusta do 1. marca (Zakon o divjadi in lovstvu).

4. NAČRTOVANE UREDITVE

Iz programa so izločene naslednje

V tem elaboratu obravnavamo poškodbe nastale na levem in desnem bregu pretočne akumulacije HE Krško, v največjem delu na Pijavškem polju in Rožnem od P-126 do P115.

Sanacije bodo izvedene ob dogovoru z geomehanikom na terenu, na kakšen način bi bilo najbolje utrditi brežino v dani situaciji. Uporabljeni materiali bodo kamen, geotekstil, borovi piloti in gramoz.

Ker so na tem območju Pijavškega polja načrtovane sonaravne ureditve bodo zaščitni ukrepi po izvedbi pokriti s humusno zemljino in zatravljeni.

0068-11026982-501-019 v dolžini 60m

Na Pijavškem polju in Rožnem je predvidena sanacija usadov v dolžini z mešanico kamna in zemljine v razmerju 1:2 ter zatravitev.





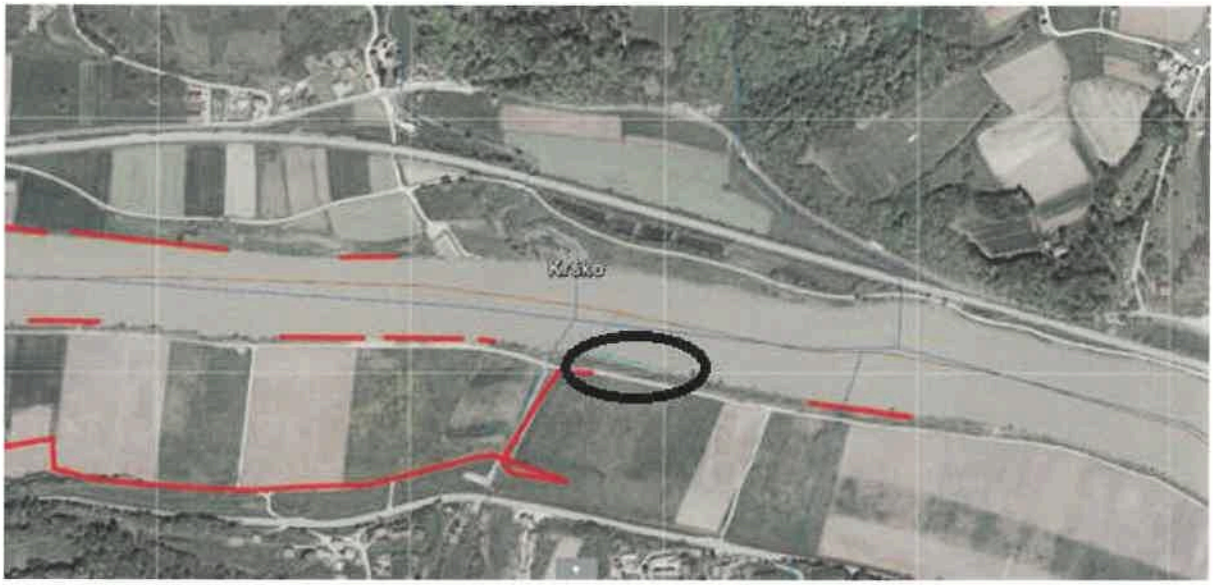


'0068-11026982-501-0021 ID 54131 v dolžini 150 m



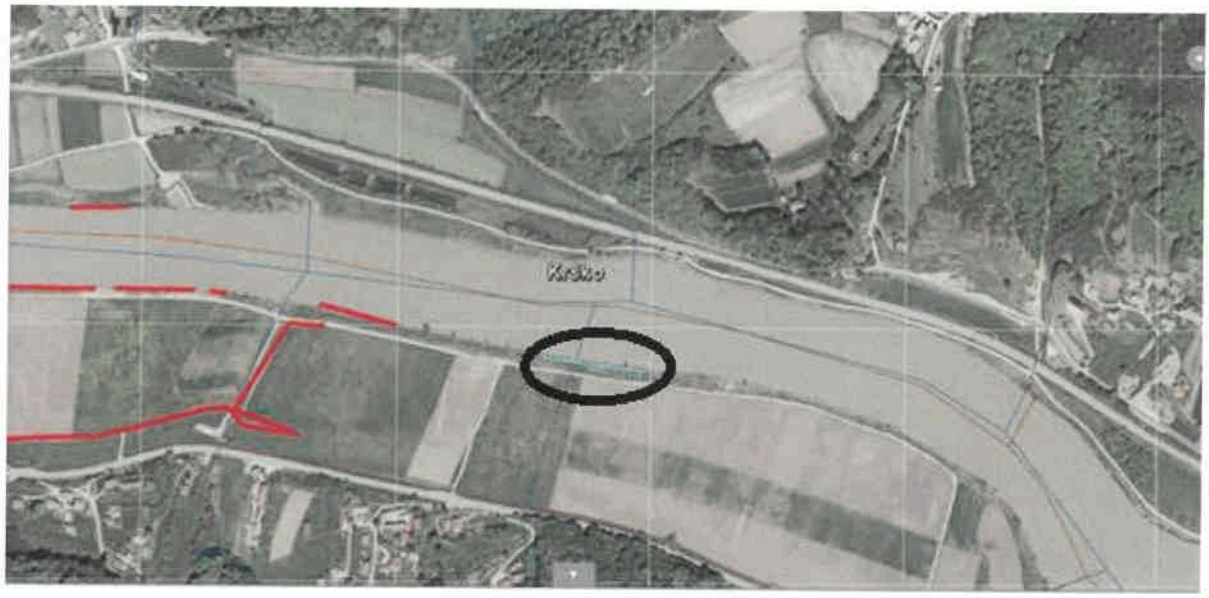


'0068-11026982-501-0022 ID 54132 v dolžini 35m





'0068-11026982-501-0023 ID 54133 v dolžini 70m





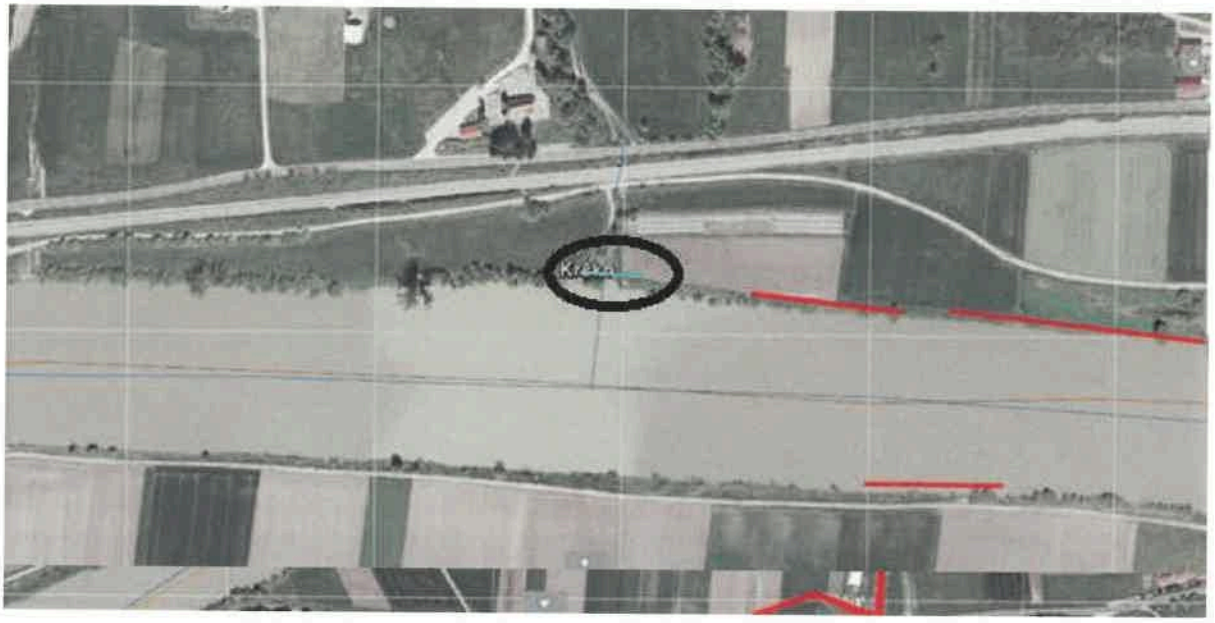
'0068-11026982-501-025 ID 54135 v dolžini 105m





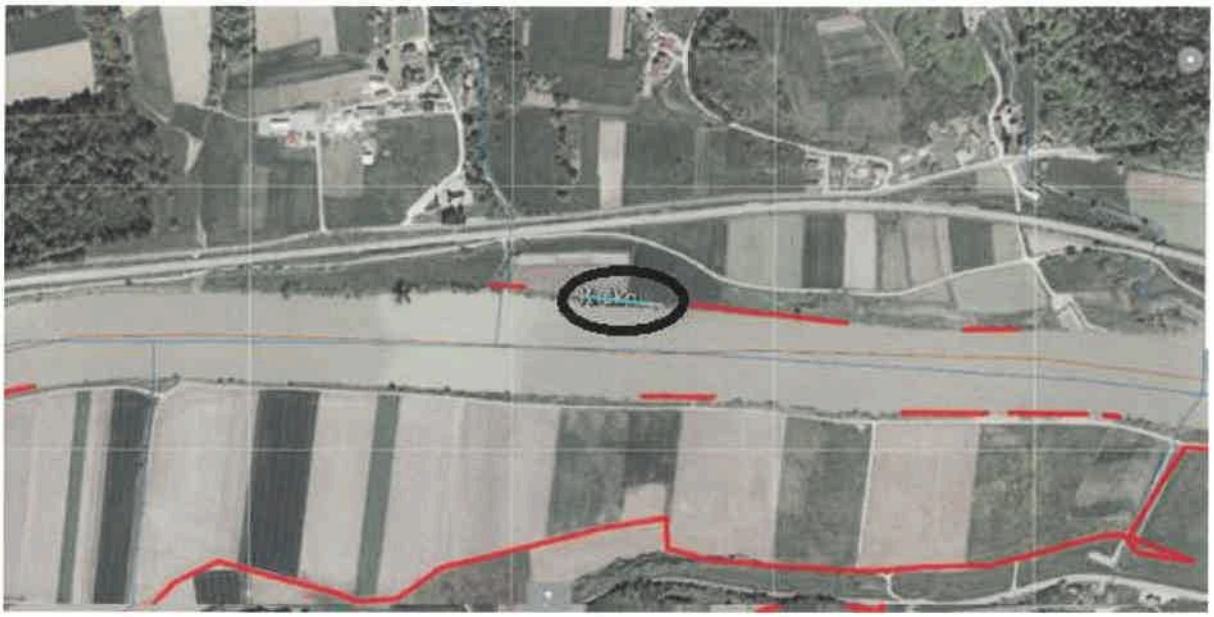
'0068-11026982-501-0026 ID 54136 v dolžini 10m

Na Rožnem bodo usadi sanirani nazaj na projektirano stanje z naravnimi materiali, kot sta kamen in zemljina, ter borovi piloti.





'0068-11026982-501-0027 ID 54130 v dolžini 103m





'0068-11026982-501-0028 ID 54137 v dolžini 209m





'0068-11026982-501-029 ID 54138 v dolžini 72m





5. IZVEDBA SKALOMETA

- Kamen za skalomet mora imeti izjavo o lastnostih, v kateri je navedeno, da je primeren za hidrotehnične objekte, biti mora trden, nerazpokan in vremensko obstojen. Uporablja se lomljen, oglat, ostrorobi neobdelan kamen, pri katerem najmanjša dimenzija posameznega kamna ne sme biti manjša kot 1/2 največje (kamen ne sme biti ploščat ali podolgovat). Uporabi kamna z gladko površino ali zaobljenega kamna se je potrebno izogibati, oz. ga je možno uporabljati pri naklonih manjših od 1:3. Prostorninska masa kamna ne sme biti manjša od 2,5 t/m3.

- Zaščita s kamnom se izvede tako, da je kamen zložen v projektiranem profilu. Debelina obloge se meri pravokotno na podlago. Vsak kamen mora imeti zanesljivo ležišče in biti zaklinjen tako, da ne more priti do rušenja pobočja zaradi nestabilnosti posameznih kamnov ali drugih razlogov. Peta zaščitenega pobočja mora biti trdno vgrajena in izvedena na tak način, da ne more priti do porušitve pobočij.

- Razkladanje s transportnega sredstva mora biti izvedeno tako, da ne pride do segregacije materiala. Kipanje po pobočju ali v korito ni dovoljeno, ali uporaba drugih metod, pri katerih lahko pride do segregacije materiala.

- Skalomet se vgrajuje v celotni debelini specificirani v projektu, t.j. v eni plasti v eni operaciji s čim manj naknadnega premikanja kamnov, da se ne poškodujeta netkani geotekstil in podlaga. Vgrajevanje v plasteh ni dovoljeno. Razgrinjanju materiala z dozerji ter uporaba metod vgrajevanja, pri katerih se kamen med ali po vgradnji lahko drobi, se je potrebno izogibati.

- Projektno določena debelina skalometne obloge se pri izvedbi pod vodno gladino poveča za 50%.

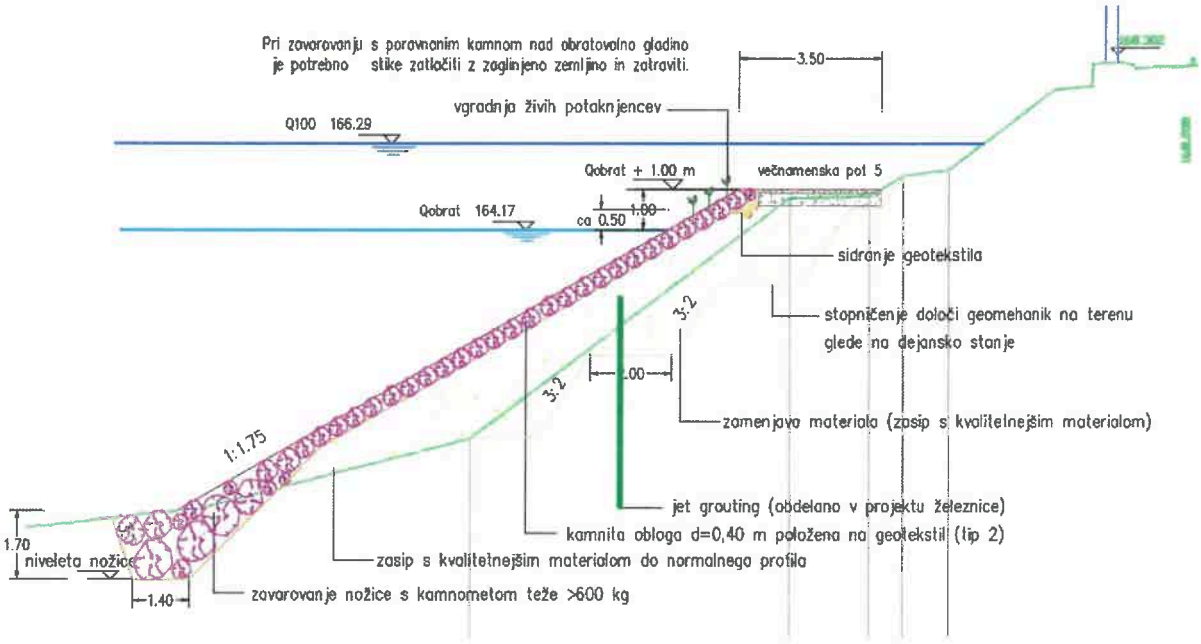
- Skalomet se lahko vgrajuje ročno ali strojno.

- Ni dovoljeno vgrajevanje z iztresanjem z višine večje od 0,5-1 m, ker se geotekstil ne sme poškodovati.

- Večji kamni morajo biti enakomerno razporejeni po površini in medsebojno trdno povezani z manjšimi kamni, s katerim je zapolnjen vmesni prostor tako, da je skalomet homogen. V oblogi ne smejo nastati žepi drobnega materiala, ki bi zmanjšali stabilnost in trdnost obloge, če ga voda izpere. Material mora biti razporejen enakomerno tako, da ne nastanejo večje koncentracije večjih ali manjših frakcij.

- Površina obloge se poravna tako, da kamni ne štrlijo iz obloge. Prevelike kamne je potrebno odstraniti. Po potrebi se izvede ročno ali strojno zapolnjevanje preostalih praznih prostorov med kamni ali naknadno premikanje posameznih kamnov tako, da je površina skalometa čimbolj ravna in enakomerna. Prav tako se ročno zaklinijo kamni, ki so nestabilni.

- Premiki gradbene mehanizacije po skalometu tako med izvedbo kot po izvedbi niso dovoljeni. V primeru, da se temu ni možno izogniti, je potrebno na skalometu izvesti utrjeno vozišče z nasipavanjem gramoznega materiala takšne debeline, pri kateri skalometna obloga ne bo poškodovana.



Slika: Prikaz izvedbe kamnite obloge

6. GEOTEKSTIL ZA FILTRE

Za polaganje pod skalometnimi oblogami se sme uporabljati le mehansko vezani netkani geotekstil stabiliziran proti UV žarkom. INŽENIR lahko le izjemoma dovoli tudi uporabo drugačnega material.

Število zožitev (poti) v geotekstilu, ki ga delcu zemljine na poti skozi geotekstil predstavljajo vlakna (no. of constrictions), mora biti v razponu m = 25-45, ki se ga določi z naslednjo formulo (po Giroud-u):

$$m = \{(1-n)0,5 \times t\}/d$$

kjer je n – poroznost geotekstila, t – debelina geotekstila in d – premer vlakna v geotekstilu.

Poleg tega so zahtevane še naslednje minimalne karakteristike:

- koeficient propustnosti kg · 5*10-3 m/s (EN ISO 11058) ali >10 x kz temeljne zemljine
- raztezek pri porušitvi (v obe smeri)>50% (EN ISO 10319)
- velikost odprtine O90 0,07-0,10 mm (EN ISO 12956)

- permitivnost · = kg/t** ≥ 0,5 s-1
- UV odpornost preostanek trdnosti > 80% (ENV 12224)
- poroznost > 80% (če se filter polaga na glinastih in meljastih zemljinah)

* debelina pri 2 kPa

Pri oblogah, kjer je masa največjega kamna do 50 kg (geotekstil TIP 1) je zahtevana:

- CBR prebojna odpornost ·3000 N (EN ISO 12236)
- natezna trdnost ·20 kN/m (EN ISO 10319).
- test s konusom < 13 mm (EN 918)

Pri oblogah, kjer je masa največjega 50 kg in več (geotekstil TIP 2) je zahtevana:

- CBR prebojna odpornost ·4250 N (EN ISO 12236)
- natezna trdnost · 28 kN/m (EN ISO 10319).
- test s konusom < 10 mm (EN 918)

Dovoljena odstopanja pri mehanskih karakteristikah so 10% in pri hidravličnih 20% (pri meji zaupanja 98%) od predpisane vrednosti. Vse zahtevane karakteristike geotekstila morajo biti dokazane z ustreznim certifikatom. Hidravlične lastnosti veljajo tudi za filtre pri drenažah.

Inženir lahko dovoli odstopanje od mehanskih karakteristikah, če Izvajalec na poskusnem polju dokaže, da lahko vgradi skalometno oblogo ali zasip brez poškodb.