

**DV 110 + 20 kV RTP ŽELEZNIKI – RTP BOHINJ:
Izvedbeni načrt sanacije usada pod SM32**

investitor

**Elektro Gorenjska d.d.**Ul. Mirka Vadnova 3a
4000 Kranj

št. projekta

vrsta projekta

št. načrta

kraj in datum

3011725

IzN

3011725

Ljubljana, avgust 2021



NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	DV 110 + 20 kV RTP ŽELEZNIKI – RTP BOHINJ
kratek opis gradnje	Sanacija usada pod SM32

vrste gradnje	Rekonstrukcija
---------------	----------------

DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	IzN (izvedbeni načrt)
številka projekta	3011725
strokovno področje načrta	2 načrti s področja gradbeništva
naziv načrta	Izvedbeni načrt sanacije usada pod SM32

številka načrta	3011725
-----------------	---------

datum izdelave	avgust 2021
----------------	-------------

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe

Saša Galuf, univ.dipl.inž.grad.

identifikacijska številka

G-2878

podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)

IRGO Consulting d.o.o.

sedež družbe

Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana

vodja projekta

Saša Galuf, univ.dipl.inž.grad.

identifikacijska številka

G-2878

podpis vodje projekta

odgovorna oseba projektanta

dr. Vlado Vukadin, univ.dipl.inž.geol.

podpis odgovorne osebe projektanta



Kazalo vsebine

I. TEHNIČNI OPISI IN IZRAČUNI	5
1. Uvod	5
2. Terenski ogled (povzetek)	5
3. Geološko-geomehanske razmere na območju SM32	6
4. Geodetski monitoring območja pod SM32	6
5. Sanacijski ukrepi območja pod SM32	7
5.1. Obseg sanacije	7
5.2. Splošno	7
5.3. Ureditev površinskega odvodnjevanja ter dreniranja telesa usadov	7
5.4. Protierozijska zaščita splazelega materiala pod SM32.	8
5.5. Končna ureditev	10
6. Zaključek	10
II. POPIS DEL	11



Kazalo risb

Oznaka	Opis
G.101	Pregledna situacija
G.102	Gradbena situacija sanacije SM32
G.103	Zakoličbena situacija sanacije SM32
G.201	Prečni prerez drenažnega rebra
G.202	Prečni prerez odvodnjevalnega jarka
G.203	Prerez protierozijske zaščite usada
G.301	Detajli protierozijske mreže

I. TEHNIČNI OPISI IN IZRAČUNI

1. UVOD

Daljnovid 110kV med Železniki in Bohinjem je bil dokončan v juniju 2015. Trasa daljnovoda poteka po hribovitem, težko dostopnem terenu z velikimi višinskimi razlikami in strmimi pobočji in po nadmorski višini med 460m in 1290m nmv. Daljnovid se prične pri RTP Železniki in poteka mimo Prtovča, severno od naselja Zgornja Sorica do Soriške planine ter v nadaljevanju mimo Nemškega Rovta do spusta v Bohinjsko Bistrico, kjer je locirana RTP Bohinj.

Spomladi 2021 je bil na območju stebra SM32 zabeležen usad. Najprej je bil opravljen terenski ogled stanja na terenu, nato pa se je pristopilo k izvedbi načrta sanacije. V tem dokumentu je podan načrt sanacije območja pod SM32.

2. TERENSKI OGLED (POVZETEK)

Povzetek je narejen po *Poročilu o terenskem ogledu usada pod SM32*, št. dokumenta 3011478, IRGO Consulting d.o.o., maj 2021.

Dne 4.5.2021 je bil organiziran terenski ogled območja pod SM32. Ugotovljeno je bilo, da se je na pobočju pod stebrom SM32 sprožil usad. Ocenjena širina usada znaša 20-30m, dolžina pa 30-40m. Prišlo je do zdrsa materiala za dolžino več metrov, točkovno pa je vidna hribinska podlaga. Gornji odlomni rob usada sega vse do SM32, tako da je spodnji temelj že delno razgaljen, na zunanji strani za približno 1m nižje od prvotnega nivoja zasipa temelja. Usad je usmerjen po padnici terena proti jugu, poševno glede na traso daljnovoda. Brežina nad stebrom je močno razmočena, iz nje na več mestih pronica voda, ki nato zastaja na platoju ob stebri, kjer ponikne nazaj v teren. Tudi ta brežina je nestabilna, prihaja do njenega propadanja in točkovnega krušenja na plato ob stebri. Na terenskem ogledu je bil ugotovljen še en usad in sicer v zgornji brežini približno 40m nad SM32. Odlomi rob zgornjega usada v širini 20-30m se je formiral tik pod kolovozno potjo, ki vodi naprej do SM33 in SM34. Odlomni rob se je posedel za cca 0,5m. Tudi tu je brežina nad usadom močno razmočena, voda površinsko odteka po kolovozu ter nato vzdolž levega roba zgornjega usada navzdol proti SM32. Zgornji usad ravno tako poteka po padnici terena, usmerjen je proti jugu desno od SM32.

Na osnovi terenskega ogleda ter podatkov iz časa gradnje daljnovoda so bili zato sprejeti naslednji sklepi:

- Glede na ocenjeno debelino krovnega sloja preperine (1,0 – 1,5m) ter ob upoštevanju ugodnega vpada plasti glinovca (plasti vpadajo v pobočje), je pri spodnjem usadu najverjetneje prišlo do zdrsa preperine nad hribinsko osnovo.
- Vzrok za pojav obeh usadov je podzemna voda, ki pronica skozi preperino ter zamaka telo usada. Dodatne nestabilnosti je lahko povzročil tudi material, pridobljen ob izkopu za plato stebra daljnovoda, ki je bil verjetno odrinjen po brežini navzdol ter kot tak v odložen rahlem stanju. Neugodna je tudi znatna odstranitev vegetacijskega pokrova na območju usadov.

- Temelji stebra segajo v hribinsko podlago, zato verjetno globalna stabilnost stebra trenutno ni ogrožena. Steber hkrati deluje kot moznik v telesu usada, zato se je odlomni rob spodnjega usada formiral tik pod stebrom.
- Ker se je teren pod spodnjim temeljem (stojišče 1) posedel, vkopanost tega temelja ni več zadostna in lahko pri izraziti ekscentrični obremenitvi stebra pride do izrivanja tega temelja.
- Zgornji in spodnji usad sta del iste problematike in sta medsebojno povezana, zato je potrebno predvideti sanacijske ukrepe, ki bodo zajeli širše območje nad in pod SM32 ter celovito pristopili k rešitvi problema.

3. GEOLOŠKO-GEOMEHANSKE RAZMERE NA OBMOČJU SM32

V času terenskega ogleda ni bilo opravljenih dodatnih preiskav, zato GG razmere na območju SM32 povzemamo iz dokumentacije, pridobljene med načrtovanjem in gradnjo objekta. Obravnavano območje gradijo psevdosiljski skrilavi glinovci/meljevci, v bližnji okolici pa še dolomitni skladi z vložki roženca. Na stiku obeh, različno prepustnih geoloških formacij so zato prisotni številni izviri, krovni sloj pa je tako pogosto zasičen z vodo. Sondažni razkop na lokaciji SM32 je pokazal, da se hribinska osnova nahaja relativno plitvo, to je 1,0 do 1,5m pod površjem. Krovni sloj preperine predstavlja peščen melj s posameznimi kosi grušča.

Geomehanski nadzor gradnje je zabeležil, da vsa štiri stojišča SM 32 segajo v matično osnovo (tektoniziran skrilav glinavec. Plasti glinavca vpadajo v pobočje, kar je ugodno. Ker so bili pri izkopu zabeleženi manjši dotoki vode, se je pod stojišči uredilo dreniranje s pustim betonom. Po končani izvedbi AB temeljev so se le-ti komprimirano zasuli nazaj z izkopanim materialom, do predpisane kote 20-40cm pod vrhom AB temelja.

4. GEODETSKI MONITORING OBMOČJA POD SM32

Skladno z ugotovitvami terenskega ogleda se je vzpostavil geodetski monitoring območja pod SM32. Štiri kontrolne točke so se stabilizirale v temelje stebra, dve točki pa sta se nalepili na konstrukcijo stebra. S pomočjo teh točk se je lahko natančno opazovalo morebitne premike, zasuke ter diferenčne posedke temeljev ter stebra SM32. Dodatnih 6 merskih točk se je postavilo na 6 navojnih palic, ki so se zabile v telo usadov. Ničelna meritev je bila opravljena 9.6.2021, prva kontrolna meritev pa je bila izvedena 28.7.2021. Izmerjen pomik je bil povsod manjši od 2mm, kar je še znotraj natančnosti merilne opreme.

Ker je bila prva meritev opravljena v sušnem obdobju, na njeni osnovi še ni mogoče sprejeti dokončnih zaključkov, vseeno pa potrjuje domneve, da gre za površinski zdrs krovne zemljine ter da globalna stabilnost SM32 ni ogrožena.



5. SANACIJSKI UKREPI OBMOČJA POD SM32

5.1. Obseg sanacije

Glede na zgoraj omenjene predpostavke o plitvem drsenju površinskega sloja bo sanacija predvidoma obsegala 2 sklopa:

- Ureditev površinskega odvodnjavanja ter dreniranja telesa usadov.
- Protierozijska zaščita splazelega materiala pod SM32.

V nadaljevanju so posamezni sanacijski ukrepi podrobneje opisani.

5.2. Splošno

Steber daljnovoda SM32 se nahaja približno 500m zahodno od vasi Prtovč, do katere vodi asfaltirana lokalna cesta. Pred pripravo ponudbe mora izvajalec preveriti morebitne omejitve količine tovornega prometa po tej lokalni cesti ter skozi vas Prtovč. Dostop od vasi do SM32 vodi po zelo strmem kolovozu skozi gozd. Labilna brežina se nahaja neposredno ob kolovozu, zato posebnih dostopnih poti ne bo potrebno izdelovati.

Sanirano območje prečka 110kV električni daljnovod. Ker bodo izkopi za drenaže mestoma potekali pod daljnovodom, mora izvajalec del uporabiti ustrezno gradbeno mehanizacijo ter paziti, da se med izkopi in premiki mehanizacije ne približa daljnovodnim žicam na manj kot 3m (doseg roke bagra!). Ravno tako mora pri izkopu drenažnih jarkov paziti, da ne bi odkopal temeljev stebra in s tem ogrozil njegovo stabilnost.

Vzporedno s potjo na zgornjem robu usada je v tla položen SN kabel. Pred pričetkom del je potrebno potek kabla označiti/zakoličiti. Izvajalec mora med izvedbo del paziti, da ne pride do poškodb kabla.

Na območju ob stebru SM32 se nahaja tudi elektrificirana ograja za živino (električni pastir). Pred pričetkom gradnje bo zato potrebno lesene količke z žicami od ograje začasno odstraniti ter jih po končanju del namestiti nazaj.

Med terenskim ogledom je bilo ugotovljeno, da je teren nad SM32 precej razmočen, zato naj se izkopna dela tempirajo na sušno obdobje, dolžine kampad pa omejijo na dolžine segmentov drenažnih cevi, da se preprečijo morebitni premiki vkopne brežine. Izkopanega jarka za posamezno kampado drenaže ni dovoljeno pustiti odprtega več kot en dan (npr. čez vikend ali praznike). V nasprotnem primeru bo potrebno za zaščito jarkov za drenaže predvideti uporabo podpornih ukrepov (npr. pomični opaži).

5.3. Ureditev površinskega odvodnjavanja ter dreniranja telesa usadov

V razmočeni brežini nad SM32 je za zajem podzemne vode predviden drenažni sistem v obliki črke Y. Drenaža bo zajela vodo, ki priteka s poti nad brežino in nato pronica po stiku s podlago. Segala bo v hribinsko podlago, ki se predvidoma nahaja na globini 1,0-2,0m (ocena). Ker imamo podatke o globini hribinske podlage samo na lokaciji stebra, ne pa tudi v brežini nad SM32, bo zato pri izkopu drenažnih jarkov moral biti prisoten stalni geomehanski nadzor, ki bo presodil o globini podlage. Krovni sloj humusa naj se deponira ob strani, saj se bo kasneje uporabil za končno ureditev zasipa drenažnih reber ter protierozijskih mrež.

Da se zagotovi odvajanje vode med gradnjo, naj se dela izvajajo od spodaj navzgor. Za odvod vode naj se v spodnjem delu uporabi uporabi PEHD cev $\varnothing 200\text{mm}$, ki ne bo perforirana, v zgornjem delu pa drenažno cev tipa Stidren DD 220° $\varnothing 200\text{mm}$. Cev naj poteka po stiku s podlago. PEHD cev se zasuje nazaj z izkopanim materialom, medtem ko se drenažno cev zasuje do višine 0,50m z drenažnim nasipom, prekrije z ločilnim geosintetikom in nato zasuje z izkopanim materialom. Izpust cevi se obloži s kamnom v betonu, ki predstavlja zaščito cevi ter estetski zaključek.

Izkop za drenažne krake se izvaja po kampadah dolžine 6m, da se omeji lokalna nestabilnost izkopnih brežin. Izkop globine 1,5-2,5m naj sega cca 30cm v hribinsko podlago (prepereli del se odstrani). Pri izkopu naj bo prisoten geomehanik, ki bo presodil o ustreznosti kvalitete tal. Dno jarka naj bo široko 60cm, brežine pa se izvedejo v strmem naklonu do 60°.

Na dno se položi plast podložnega betona C8/10 debeline 10-15cm in oblikuje v muldo. Stene in dno jarka se pokrijejo z ločilnim geosintetikom (netkani geotekstil 150gr/m², efektivna odprtina por $0,06\text{mm} < O_{90} < 0,12\text{mm}$, natezna trdnost 10kN/m²). Na dno se položi drenažna cev tipa Stidren DD 220° $\varnothing 200\text{mm}$, pri tem pa naj se pazi na ustrezno orientacijo cevi. Cev se zasuje z drenažnim nasipom (granulacija 16-32mm, brez finih frakcij – pran) do globine 0,50m pod koto terena. Na tej globini se drenažni zasip prekrije z ločilnim geosintetikom, do kote terena pa se potem zasuje z glinenim materialom iz izkopa. Po izdelavi drenažnega rebra se brežino humusira in zatravi, da se čim bolj neopazno vklopi nazaj v okolje.

Na stikih so predvideni trije AB jaški $\varnothing 800$ globine 2,0 oz. 3,0m, ki se zaprejo z betonskim pokrovom. Posamezne višinske kote revizijskih jaškov (kota dna in pokrova, kota vtoka in iztoka) niso fiksne, temveč se lahko za $\pm 50\text{cm}$ prilagodijo razmeram na terenu (nivo terena, globina podlage).

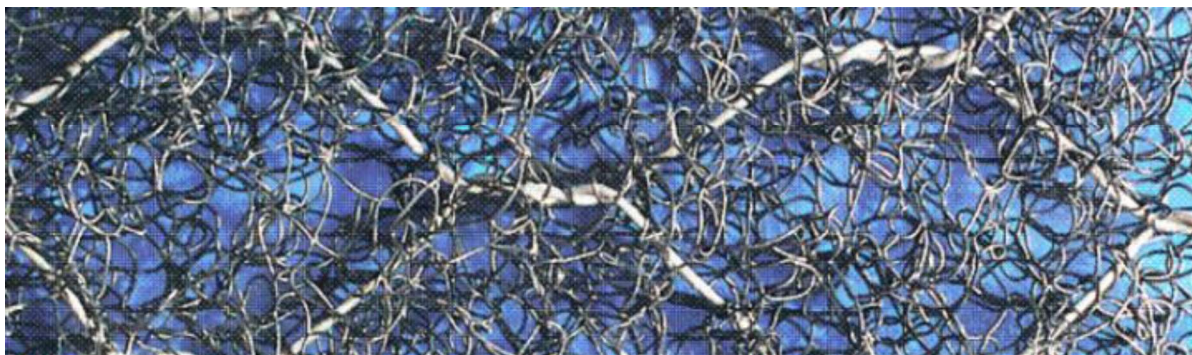
Izpust drenaže je predviden v grapi, ki se nahaja približno 40m JZ od SM32. Lokacija izpusta se lahko prilagodi na terenu, da se zagotovi primerno mesto za izpust. Izpust drenaže se obloži s kamnom v betonu, ki predstavlja zaščito cevi ter estetski zaključek. Ravno tako se s kamnom v betonu obloži še teren pod izpustom (približno 1×1m površine), da se odtok vode razprši.

Nad razmočeno brežino poteka kolovozna pot, ki vodi do SM33 in naprej proti SM34. V času ogleda se je po tej poti po kolesnicah pretakala voda in nato prelivala preko roba ter zamakala brežino pod njo. Da se učinkovito odvede to vodo stran od brežine, se na desnem (zgornjem) robu poti izvede jarek širine 50cm in globine 20cm, ki se spelje v dolžini 60m vse od SM33 pa do roba posekanega območja, mimo lovske opazovalnice. Da se zaradi izkopa vzdolžnega jarka ne bi zmanjšala širina kolovozne poti, se po potrebi posname desna vkopna brežina nad potjo ter se obloži s kosi kamenja. Na zaključku jarka na stabilnejšem terenu (dolomitna podlaga) se prečno na cesto izvede nekoliko plitvejši jarek, da lahko voda odteče po terenu navzdol, izven območja nestabilnega terena.

5.4. Protierozijska zaščita splazelega materiala pod SM32.

Na pobočju pod stebrom SM32 se je sprožil usad širine 20-30m in dolžine 30-40m. Prišlo je do zdrsa materiala za dolžino več metrov, točkovno pa je vidna hribinska podlaga. Gornji odlomni rob usada sega vse do SM32, tako da je spodnji temelj že delno razgaljen, na zunanji strani za približno 1m nižje od prvotnega nivoja zasipa temelja. Ker gre za površinski zdrs materiala, je predvidena izvedba protierozijske zaščite brežine, ki bo preprečevala nadaljnjo odnašanje krovnega materiala ter morebitno preperevanje hribinske podlage.

V ta namen se uporabi polimerno 3D mrežo, ojačano z dvojno zavito heksagonalno jekleno mrežo. Polimerna protierozijska mreža mora biti iz UV odpornega materiala, jeklena mreža pa mora biti zaščitena proti koroziji (galvanizirana in/ali prevlečena s polimerno oblogo). Mreža je na vrhu pritrjena s samouvrtanimi injekcijskimi sidri dolžine 4m.



Slika 1: polimerna 3D mreža, ojačano z dvojno zavito heksagonalno jekleno mrežo.

Pred pričetkom del se nagrbančeni teren poravna. V primeru, da se pri tem naleti na lokalne izvire vode, se uredi plitev jarek in se ga spelje bočno poti grapi na zahodu. Ozemljitveni trak FeZn, ki je zaradi zdrsa zemljine nategnjen, se po navodilih Investitorja položi na tla in zasuje z zemljino.

Na vrhu brežine se pripravijo role s protierozijskimi mrežami. Dolžina posameznih rol protierozijskih mrež je predvidoma 25m, širina rol naj bo okoli 2m. Širina prekrivanja naj bo minimalno dve okni oz. 15-20cm. Vz dolž zgornje linije mrež se vgradijo samouvrtana injekcijska sidra R32-250, dolžine 4m, v vrtini Ø71mm. Horizontalni razmik sider v zgornji liniji naj bo enak širini geomrež, vendar ne večji od 2m. V polju protierozijskih mrež se sidra vgradijo v cik-cak razporedu, horizontalni razmik naj bo enak kot v zgornji liniji, vertikalni razmik pa naj ne bo večji od 4m, edino spodnji dve vrsti sta razmaknjeni za 6m. Pri vrtanju sider v zgornji liniji je potrebno paziti na betonske temelje stebra daljnovoda in tam pozicije in smeri sider po potrebi prilagoditi. Po končani vgradnji sider se protierozijske mreže odvijajo po brežini navzdol, tako da se sidra nahajajo približno na sredini pasu mreže, glave sider naj gledajo cca 20cm izven mreže. Na vrhu se skozi okna jeklene mreže spelje jeklenica Ø12mm, ki se zatakne za zgornjo linijo sider, tako da se teža protierozijske mreže enakomerneje razporedi po širini. Na sidra se položijo jeklene plošče 200×200mm in zategnejo z matico.



Slika 2: sidranje protierozijske mreže.

Preklope posameznih mrež se dodatno sidra še z manjšimi paličnimi sidri Ø12mm (lahko se uporabijo armaturne palice s kljuko ali navojne palice s ploščico in matico). Sidra naj bodo dolžine minimalno 1m, postavljena v rastru, manjšem od 2m. Po potrebi se raster manjših sider zgosti na mestih neravnin, tako da bodo mreže povsod tesno nalegale na tla. Sidra naj se vgrajujejo s povrtavanjem vrtine manjšega premera in nato nabijanjem sidra v vrtino. Na delih, kjer protierozijske mreže ne bi prekrile usada, se ta lokalno prekrije z manjšimi kosi mrež ter v rastru 2×2m posidrajo s paličnimi sidri Ø12mm. Po končani namestitvi protierozijske mreže se ta prekrije s tankim slojem humusa debeline 5-10cm in zatravi.

5.5. Končna ureditev

Po končanju del se viški izkopanih materialov odpeljejo na deponijo. Morebitne poškodbe na dovoznih poteh, ki bi nastale kot posledica prevoza gradbene mehanizacije, se popravijo oz. povrnejo v prvotno stanje. Elektrificirana ograja se namesti nazaj po navodilih lastnika zemljišča. Pripravi se geodetski posnetek izvedenega stanja.

6. ZAKLJUČEK

Spomladi 2021 je bil na območju stebra SM32 zabeležen usad. Na terenskem ogledu je bilo ugotovljeno, da ocenjena širina usada znaša 20-30m, dolžina pa 30-40m. Prišlo je do zdrsa materiala za dolžino več metrov, točkovno pa je vidna hribinska podlaga. Gornji odlomni rob usada sega vse do SM32, tako da je spodnji temelj že delno razgaljen, na zunanji strani za približno 1m nižje od prvotnega nivoja zasipa temelja. Tudi nestabilna brežina nad stebrom je močno razmočena, iz nje na več mestih pronica voda, ki nato zastaja na platoju ob stebri, kjer ponikne nazaj v teren. Vzpostavljen je bil geodetski monitoring pomikov stebra daljnovoda ter 6 točk v telesu plazju.

Na osnovi terenskega ogleda ter geodetskega monitoringa je bilo ugotovljeno da je vzrok za pojav obeh usadov podzemna voda, ki pronica skozi preperino ter zamaka telo usada. Geodetski monitoring ni pokazal premikov stebra, zato njegova globalna stabilnost trenutno ni ogrožena. Ker pa je plazenje plazenje terena pod SM32 razgalilo hribinsko podlago, bo to povzročilo njeno preperevanje in dolgoročno ogrozilo stabilnost SM32.

Glede na zgoraj omenjene predpostavke o plitvem drsenju površinskega sloja bo sanacija predvidoma obsegala 2 sklopa:

- Ureditev površinskega odvodnjavanja ter dreniranja telesa usadov. V brežini nad SM32 se vzpostavi se drenažni sistem, ki bo odvajal vodo iz brežine.
- Protierozijska zaščita splazelega materiala pod SM32. Splazela brežina pod SM32 se poravna prekrije s protierozijskimi mrežami ter stabilizira s samouvrtanimi sidri.

Pri izvedbi izkopov mora biti vključen geomehanski nadzor, ki bo glede na dejansko sestavo tal v dnu izkopov preveril predvideno globino izkopov za drenaže.

Saša Galuf, univ.dipl.inž.grad.