1. TEHNIČNO POROČILO

1.0 Uvod

Obravnavan premostitveni objekt (GO0026) se nahaja na cesti R1-203/1003 Bovec-Žaga v km 4,050. Gre za most preko hudourniške struge v bližini Bovca, ki bi naj bil po podatkih iz razpoložljive dokumentacije predan v uporabo l. 1936.

Osnovo za izdelavo PZI ureditve TK vodov predstavljata projektna naloga na podlagi katere so bili pridobljeni projektni pogoji mnenje dajalca Telekom Slovenije, d.d..

Zaradi predvidene rekonstrukcije obstoječega premostitvenega objekta bo potrebno obstoječe TK linije zaščititi in prestaviti.

Upoštevana je bila naslednja dokumentacija:

- Projektni pogoji št.: 148169-NG-6250-LZ izdani dne 22.8.2025.
- Digitalne podloge (DWG, PDF poteka TK vodov upravljavcev Telekom Slovenije, d.d.).

Ta načrt obravnava zaščito in ureditev podzemnih TK vodov podjetja Telekom Slovenije.

1.1 Tehnični pogoji

Priključek morata biti izvedena v skladu z ustreznimi predpisi podjetja Telekom Slovenije in drugo regulativo, ki ureja to materijo.

1.2 TK vodi podjetja Telekom Slovenije

1.2.1 Obstoječe stanje

Na območju obdelave poteka optičen kabel tip KMO309 TOSMd03 6x4 CMAN.

Kabel poteka v cevni kabelski kanalizaciji PEHD 2xΦ50 mm.

Poteke kablov prikazujeta risbi G.301 list 1 in G.302 list 2.

1.2.2 Tehnična rešitev

1.2.2.1 Splošno

Zaščito TK omrežja se izdela v skladu s soglasjem Telekom Slovenije, ki je lastnik in upravljalec omrežja.

Po analizi obstoječega in predvidenega stanja objekta ter zahtevah upravljalca TK omrežja je ugotovljeno, da bo bližnje kabelsko TK omrežje potrebno prestaviti.

1.2.2.2 Ureditev TK vodov

Zaradi rekonstrukcije premostitvenega objekta GO0026 bo potrebno izgraditi novo kabelsko kanalizacijo in vanjo uvleči nove telekomunikacijske kable. Prav tako bo potrebno zgraditi začasno prevezavo.

Pri optičnih kablih ni dovoljeno izdelati dodatni optičnih spojk zato se prevezave izvedejo tako, da se po izgradnji nove kabelske kanalizacije obstoječi optični kabli izvlečejo in se uvlečejo v novo kabelsko kanalizacijo ter spojijo v obstoječih optičnih spojkah.

Prekinitve oziroma prevezave morajo biti izvedene tako, da so posamezne prekinitve čim krajše zato je vse prevezave potrebno uskladiti s Telekom Slovenije.

Faza gradnje je načrtovana tako, da se najprej izvaja rekonstrukcija premostitvenega objakta na desni strani vozišča (smer Bovec).

Predviden je sledeč način izvedbe:
- Izvede se kabelska jaška KJ 1 in KJ 5.
- Nato se med jaškoma položi cev PEHD Φ50 mm (zahodna stran mostu in križanje ceste). Cev se pritrdi na mostno konstrukcijo in vkoplje pod cestišče. Pod cestiščem se cev obbetonira.
- Nato se v jaških izvedejo začasni optični spojki SP1 in SP2. S tem je izvedena začasna prevezava.
- Ob rekonstrukciji vzhodne strani se izvede nova kabelska kanalizacija. Izvede se kabelski jašek KJ 2 in kabelska kanalizacija PEHD 2xΦ50 mm med KJ1 -> KJ 2 –> KJ3 in med KJ 4 –> KJ 5. Pod cestiščem se med KJ 1 in KJ 2 vgradita cevi DWP Φ125 mm. Vse cevi pod cestiščem se obbetonirajo.
- Po končani kabelski kanalizaciji se v kabelsko kanalizacijo med SP19 in SP20 uvleče nov optičen kabel TOSM03d 6x4 CMAN in se v spojkah preveže. Lokaciji obstoječih optičnih spojk SP19 in SP20 sta vidni na risbi G.301 list 1.
- Nato se odstrani začasne optične spojke, obstoječ kabel in začasna prevezava.

Vse prevezave so prikazane na situacijskih risbah G.301 list 1 in G.302 list 2.

Ob rekonstrukciji je potrebno v bližini kabla izkope izvajati ročno, da se kabla ne poškoduje.

Celoten poseg je obvezno potrebno uskladiti z lastnikom TK omrežja Telekom Slovenije.

1.3 Izbor kablov z optičnimi vodniki

V predmetnem omrežju predvidimo uporabo kabla z optičnim vodnikom tipa in kapacitete kot je določeno po projektu.

1.3.1 Karakteristike kabla

V tem poglavju so določene splošne tehnične karakteristike optičnih kablov. Kabli in uporabljena vlakna morajo ustrezati zadnjemu uradnemu dokumentu ITU - T Rec., G.652d priporočilom in ustreznim evropskim TC standardom. Vsa vlakna v kablu morajo biti enake izvedbe in istega dobavitelja. V dobavljenih kabelskih dolžinah ne sme biti nobenega spoja. Zahteva se, da se kabelski odseki dolžine 2000 m lahko vgradijo brez dodatnih spojev.

1.3.2 Slabljenje optičnih vlaken

Enorodovna vlakna 9/125/250µm so namenjena za prenos na valovni dolžini 1300 nm in 1550 nm. Slabljenje na 1300 nm mora biti ≤ 0,35 dB/km, kromatska disperzija za področje valovnih dolžin 1285 nm -1330 nm je ≤ 3,5 ps/nm.km. Slabljenje na 1550 nm mora biti ≤ 0,25 dB/km, kromatska disperzija pa ≤ 19 ps/nm.km. Cut - off valovna dolžina 1250±70 nm.Vse karakteristike odgovarjajo predpisom CCITT G.652 in tehničnim pogojem.

1.3.3 Ocena tujih vplivov na optični kabel

Konstrukcija optičnega kabla je popolnoma dielektrična (nekovinska), zato so induktivni vplivi in vplivi atmosferskih praznitev izločeni. Prav tako tudi ni vplivov blodečih tokov.

1.4 KONSTRUKTIVNI ELEMENTI TK OMREŽJA

1.4.1 Konstruktivni elementi TK omrežja- bakreno omrežje

1.4.1.1 Uvlačenje in polaganje kablov

Preden se kabel uvleče v cev, je treba povleči pomožno vrv, preveriti stanje cevi, jo očistiti, povleči vlečno vrv ter jo spojiti s kabelsko nogavico oziroma vlečno kljuko.

Kjer je možna nevarnost, da se plašč kabla poškoduje (ostri robovi), se postavijo drsne naprave, ki zmanjšujejo trenje ter preprečujejo zvijanje kabla v preoster kot.

Ko je uvlačenje kabla končano, je prostor med kablom in cevjo potrebno zamašiti s primerno oblikovanimi čepi, ki preprečujejo vdiranje vode in umazanije v cev.

Maksimalne vlečne dolžine kabla se določijo s pomočjo naslednje formule:

$$l = \frac{A \times \sigma_{max}}{\max \mu \times G}$$

kjer je:

µ ..... koeficient trenja
A ..... povprečni presek vlečnega elementa (plašča, jedra, zaščite) v mm
σ max .....maksimalna dovoljena specifična vlečna obremenitev v N/mm
G ..... teža kabla v N/km

Povprečni prerez se določi
- za vodnike:

$$A_{vod} = \text{št. vodnikov} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{130-D}{}$$

$$\frac{4}{100}$$

- za ravne plašče

$$A_{pl} = (D+S).\pi .S$$

pri čemer je:
d..... premer vodnika v mm
D..... premer jedra kabla v mm
S..... minimalna debelina plašča v mm

Za plastično kabelsko kanalizacijo, ki je predmet tega projekta, vzamemo koeficient trenja 0,4. Kabli, ki se bodo vlekli v kanalizacijo, so tipa TK 59 GM, katerih dovoljene specifične vlečne obremenitve so:

σ max za baker.....……50 N/mm2
σ max za polietilen ali PVC.....…5 N/mm2

Pri večžilnih kablih se zaradi varnosti vlečne obremenitve vzamejo glede na baker. Če se kabli vlečejo z vlečno nogavico, je potrebno vzeti pri izračunu samo plašče, na katerega se navleče nogavica. V vseh kabelskih jaških je potrebno označiti novo položene kable.

1.4.1.2 Spojke

V TK omrežju uporabimo tipske spojke za kable s termoplastično izolacijo.

1.4.2 Konstruktivni elementi TK omrežja - optično omrežje

1.4.2.1 Karakteristike kabla

Kabli in uporabljena vlakna morajo ustrezati zadnjemu uradnemu dokumentu ITU - T Rec., G.652 priporočilom in ustreznim evropskim TC standardom.

Vsa vlakna v kablu morajo biti enake izvedbe in istega dobavitelja. Po spajanju morajo parametri kablov odgovarjati zahtevam za sisteme prenosa v skladu s priporočilom ITU - T G.958.

V dobavljenih kabelskih dolžinah ne sme biti nobenega spoja.

1.4.2.2 Konstrukcija kabla in označevanje

Kabel naj sestavlja nekovinski centralni razbremenilni element okoli katerega so opletene plastične cevke v katerih se nahajajo optična vlakna. Sistem zaščite optičnih vlaken je »loose tube«.

Cevke morajo biti označene tako, da je prva cevka rdeče barve, smerna zelene, ostale pa naravne barve. Primarna zaščita vlaken v cevki mora biti prav tako barvno označena po predpisani barvni lestvici. Cevke morajo biti napolnjene s tixsotropičnim polnilom. Jedro kabla mora biti napolnjeno s petrolejem.

Ojačitveni element so aramidna vlakna in/ali steklena vlakna opletena okoli jedra kabla. V jedru se nahaja še označba metraže kabla in identifikacijski trak.

Zunanji plašč je iz polietilena debeline min. 2 mm z označbo metraže na plašču in proizvajalca.

Maksimalna vlečna sila je med 1500 in 2000 N, minimalni polmer zvijanja pa 300 mm.

1.4.2.3 Izbira in izdelava optičnih spojk

Na obdelovani relaciji uporabimo optične kabelske spojke tip Hellerman HSK. Spojko vstavimo v kabelski jašek.

1.4.2.4 Uvlačenje kabla v PE cevi

Zaradi zmanjšanja trenja je potrebno kabel med uvlačenjem mazati z ustreznimi mazivi.
Kabel se uvleče s predvleko zaradi krajših razdalj.

1.4.2.5 Zaščita kabla v kabelskih jaških

V kabelskem jašku proste cevi zapremo z ustreznimi čepi, cev z optičnim kablom pa zatesnimo (čep ali termoskrčna spojka).

Na optični kabel je v vseh jaških potrebno pritrditi opozorila »Pozor laser« in oznake kabla z relacijo.

1.4.2.6 Spajanje optičnega kabla

Spojke se montirajo v kabelske jaške. Na obdelovani relaciji uporabimo optične kabelske spojke (npr. Hellerman). Spojko namestimo v kabelski jašek. Rezerve kablov postavimo na steno jaška. V spojki se pusti rezervna dolžina vlakna, ki mora omogočiti vsaj 10 obnovitvenih spojev. Optična vlakna je potrebno v spojkah spojiti s postopkom varjenja.

1.4.3 Električni vplivi

Pri polaganju TK kablov v bližini elektroenergetskih kablov in naprav je potrebno izvesti določene odmike TK in energetskega voda ter zaščitne ukrepe pri približevanjih in križanjih.

Kabli, ki imajo zunanji plašč polietilenski in je spojni material iz termoplastičnih mas že imajo določeno zaščito zato dodatnih električnih vplivov na takšna križanja ni pričakovati.

Pri navedenih in morebitnih drugih križanjih ter približevanjih je potrebno upoštevati projektne pogoje prizadetih upravljalcev in veljavne tehnične normative.

1.4.4 Približevanje in križanje z EE vodi

Potrebno je upoštevati:

- vzporedni poteki v istem jarku niso dovoljeni,
- horizontalna oddaljenost med EE kabli napetosti do 10kV je najmanj 0,5m,
- horizontalna oddaljenost med EE kabli napetosti nad 10kV je najmanj 1m,
- križanja se praviloma izvajajo pod kotom 90^0. Kot križanj ne sme biti manjši od 45^0,
- vertikalna oddaljenost med križajočima se kabloma mora biti za napetosti do 250V, 30cm, za napetosti nad 250V pa 50cm,

- od jamborov daljnovodov morajo biti TK kabli oddaljeni najmanj 10 m za nazivne napetosti do 110 kV, 15 m za nazivne napetosti do 220 kV in 25 m za nazivne napetosti do 380 kV,
- v naseljenih krajih je dovoljeno polaganje TK kabla na razdelji 1 m od jambora daljnovoda do 35 kV nazivne napetosti.

1.4.5 Približevanje in križanje s plinovodnimi inštalacijami

Plinovod	Delovni pritisk	TK objekt/kabel (m)	TK objekt, k. delilec (m)
Visok pritisk	> 16 at	1,5	4
Visok pritisk	< 16 at	0,6	4
Srednji pritisk	0.5 - 1 at	0,4	2
Nizek pritisk	< 0.5 at	0,4	1

Pri križanjih je minimalna razdalja med plinovodom in TK kablom 0.4 m.

V primerih, ko je plinovod zaščiten s sistemi katodne zaščite, je potrebno prečkanja in daljše vzporedne poteke izvesti v skladu z pogoji upravljalca plinovoda.

1.4.6 Približevanje in križanje od ostalih podzemnih naprav in inštalacij

Minimalna medsebojna razdalja približevanja med TK kabli in cevmi vodovoda ali kanalizacije (fekalne ali meteorne) mora biti najmanj:

Vrsta objekta	Horizontalna oddaljenost (m)	Vertikalna oddaljenost (m)
Vodovodne cevi	0,6	0,5
Meteorna in fekalna kanalizacija	0,5	0,5
Kabelski jaški in cevi	0,5	0,15
Zgradba v naselju	0,5	/

Če predpisanih oddaljenosti ni možno doseči, so lahko te tudi krajše, vendar v soglasju z upravljalcem komunalne naprave ter ob uporabi dodatnih zaščitnih ukrepov.

1.5 Atmosferski vplivi

Območje projektiranja se nahaja bolj ali manj v okolju, ki je izpostavljeno vplivom atmosferskih praznitev. Po podatkih, ki jih razberemo iz izokeravnične karte Slovenije, v kateri je podano povprečno število nevihtnih dni v letih 1955 do 1975 vidimo, da ima celotno področje Slovenije relativno visok izokeravnični nivo. Za obravnavano območje vidimo, da je v povprečju med 40 in 50 nevihtnih dni letno.

Za zaščito TK omrežja je potrebno izvesti naslednje ukrepe:

- v vseh spojkah zemeljskega kabla je potrebno povezati armature oziroma plašč ali kovinsko folijo sosednjih kabelskih dolžin med seboj ter na plašč, izvesti ozemljitev kabelskih razvodišč in delilnikov,
- izvesti montažo prenapetostnih odvodnikov v reglete ter v vsa razvodišča in sicer 230V 5A/5kA na podzemnih kablih ter 230V, 10A/10kA na samonosilnih kablih.
- Navedeni ukrepi so predvideni v projektiranem TK omrežju in se smatrajo kot zadovoljiva zaščita.

1.5.1 Meritve – optično omrežje

Splošno
Z meritvami je potrebno preveriti ali je optični kabel narejen, položen in spojen na način, ki zagotavlja kvalitetno delovanje v vsej življenjski dobi. Zato je potrebno izvesti naslednje meritve:

- meritve pred polaganjem
- končne meritve

Meritve pred polaganjem
Cilj meritev pred polaganjem je ugotoviti neprekinjenost vlaken v kablu, ter preveriti, da med transportom ni prišlo do poškodbe kabla.

Pri meritvah pred polaganjem je potrebno preveriti:

- neprekinjenost vlaken in
- uniformen potek karakteristike slabljenja optičnega vlakna

Vse meritve se izvedejo z optičnim reflektometrom na številu vlaken podanem v naslednji tabeli:

Število vlaken v kablu	Število merjenih vlaken	% merjenih vlaken
≤ 6x12	- vsa	100
≥ 8x12 …6x12x12	- eno vlakno na cevko - v vsaki cevki vlakno druge barve	8,3

Preveritev neprekinjenosti vlaken
Na bobnu se zaporedno spoji več optičnih vlaken (odvisno od dolžine kabla na bobnu in dometa optičnega reflektometra). Z obeh straneh se izvede meritev slabljenja optičnih vlaken pri valovni dolžini 1550 nm. Cilj meritve je ugotoviti ali je katero izmed optičnih vlaken v kablu prekinjeno.

Preveritev uniformnega poteka karakteristike slabljenja vlakna
Meritev se na zaporedno spojenih vlaknih iz prejšnje točke izvede pri valovni dolžini 1550 nm v eni smeri. Na karakteristiki slabljenja se odčitajo karakteristične točke - lokalne spremembe slabljenja. Med spoji ne sme biti lokalne spremembe slabljenja večje od 0,2 dB. Lokalna sprememba slabljenja v splošnem kaže na prisotnost nezaželenih mikro krivin in s tem na napako na kablu.

Rezultati meritev pred polaganjem (diagrami OTDR) se shranijo na elektronski medij.

Končne meritve

Po končanem spajanju kabla se izvedejo končne meritve. Cilj teh je preveriti kvaliteto spajanja, pravilnost spajanja (vezava) in izmeriti slabljenje na celotni trasi.

Končne meritve se izvedejo z optičnim reflektometrom (diagram slabljenja) ter s stabiliziranim optičnim izvorom in merilnikom optične moči (pravilnost vezave, slabljenje) z meritvijo v smeri FL delilnik – naročnik.

Meritev slabljenja spoja se izvede pri spajanju vlakna najprej s pomočjo spajalnika vlaken, nato pa se vrednost izmeri še s pomočjo OTDR (meritev v smeri delilnik FL - naročnik).

Srednja vrednost slabljenja spoja na celotni trasi izmerjena pri valovni dolžini 1,550 µm ne sme biti večja od 0,2 dB, s tem da največja vrednost slabljenja spoja ne sme biti večja od 0,5 dB.

V kolikor je vrednost slabljenja spoja večja od 0,5 dB, se vlakno prekine in spajanje ponovi. Če se po dodatnih dveh spajanjih ne doseže zadovoljiv rezultat, se preide na spajanje ostalih vlaken. V primeru, da je ostala vlakna mogoče zadovoljivo spojiti, se ponovno poskuša spojiti »problematično« vlakno, vendar največ do 6 krat. Če tudi v tem primeru ni mogoče zadovoljivo spojiti vlakna, se mora to v merilnem protokolu posebej označiti.

Slabljenje celotne trase od FL do naročnika in pravilnost vezave se izmeri s pomočjo stabiliziranega optičnega izvora in merilnika moči. V FL se na ustrezni konektor priključi stabiliziran optični izvor. Pri naročniku se vključi merilnik optične moči. Iz razlike med oddanim in sprejemnim nivojem optične moči se ugotovi slabljenje in vnese v merilni protokol. Če meritve ni mogoče izvesti, se preveri pravilnost vezave kablov v vseh spojnih elementih.

Sama pravilnost vezave se lahko preveri tudi s pomočjo izvora vidne svetlobe (635nm). Ta se priključi na konektor v FL, na spojni kaseti (vlakno - pred spajanjem na instalacijo) oz. pri naročniku (konektor) pa se preveri prisotnost svetlobe. V primeru odsotnosti svetlobe se preveri pravilnost vezave v vseh spojnih elementih.

Po končanih optičnih meritvah je potrebno pripraviti merilni protokol, ki mora vsebovati za vsako vlakno (relacijo) naslednje podatke:

1. Lokacija konektorja na delilniku v FL (vsi podatki)
2. Lokacija konektorja pri naročniku ali vlakna v kaseti na objektu (vsi podatki)
3. Dolžina vlakna
4. Število spojev na vlaknu
5. Slabljenje povezave (vlakna), ki se izmeri s pomočjo OTDR v smeri FL delilnik – naročnik.
6. Slabljenje povezave (vlakna), ki se v primeru zaključitve vlakna na konektorju (naročniku) in vključitvi naročnika izmeri s stabiliziranim optičnim izvorom (MM) in merilnikom optične moči v smeri FL delilnik – naročnik.
7. Diagram slabljenja vlakna izmerjen z OTDR v smeri FL delilnik - naročnik

Protokol s podatki pod točkami 1-6 mora biti izdelan (in predan) v elektronski in »papirni« obliki v tabeli št. 1, podatki pod točko 7 in rezultati meritev pred polaganjem se izdelajo (in predajo) samo na računalniškem mediju.

Z izjavo izvajalec (merilec) potrdi, da so rezultati vseh meritev izvedenih po tem navodilu v skladu s predpisanimi.

1.6 Električne meritve ozemljitev

Po izdelavi ozemljil je potrebno v suhem vremenu izmeriti ponikalno upornost samega ozemljila. Velikost upornosti mora biti manjša od predpisane (30Ω). V kolikor vrednost ne odgovarja, je potrebno vkopati dodatno količino ozemljitvenega traku.

1.7 KVALITATIVNI PREVZEM ZGRAJENIH TK OMREŽIJ

Po končanih delih je potrebno, pred predajo v obratovanje, izvesti tehnični pregled. Tega izvede ustrezna komisija imenovana s strani lastnika omrežja in investitorja prestavitev.

Po končanem pregledu komisija zapisniško poda svoje ugotovitve ter na njihovi podlagi predlaga, da se zgrajeno TK omrežje preda ali ne preda v obratovanje.

1.8 IZDELAVA IZVRŠILNO TEHNIČNE DOKUMENTACIJE (ITD)

Izvajalec po končanih delih predloži investitorju izvršilno tehniško dokumentacijo. Ta mora biti izdelana v skladu s upravljalčevimi predpisi.

Novo traso je potrebno geodetsko posneti in posnetek predati upravljalcu omrežja v obliki, ki jo ta zahteva.

Obstoječo ITD je potrebno ustrezno popraviti.