

član Skupine **Telekom Slovenije**

Načrt:

Številčna oznaka načrta:

načrt telekomunikacij

6.1

Investitor:

**OBČINA RADENCI, RADGONSKA CESTA 5,
9252 RADENCI**

Objekt:

**ODPRTO ŠIROKOPASOVNO OMREŽJE
ELEKTRONSKIH KOMUNIKACIJ V OBČINI
RADENCI**

Vrsta projektne dokumentacije:

PID

Za gradnjo:

Nova gradnja

Projektant:

Naziv projektanta:

**GVO d.o.o.
Cigaletova 10, 1000 Ljubljana
Enota projektive, geodezije, razvoja in
ekonomike**

Ime in podpis odgovorne osebe projektanta:

Podpis:

Borut Radi, univ. dipl. oec.

Odgovorni projektant

Ime odg. projektanta
Identifikacijska številka:

Janko Pušnik, dipl. inž. el.
E-1257

Osebni žig in podpis

Odgovorni vodja projekta

Ime odg. vodje projekta:
Identifikacijska številka:

Janko Pušnik, dipl. inž. el.
E-1257

Osebni žig in podpis

Številka projekta:

P0049022/13

Številka načrta:

P0049022/13

Kraj in datum izdelave načrta:

Celje, januar 2013

član Skupine **Telekom Slovenije**

SODELAVCI:

Ime
Identifikacijska številka

Denis Rizvanović, dipl. inž. energ.

Osebni žig in podpis

6.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA ŠT. P0049022/13

6.1. NASLOVNA STRAN	0
6.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA ŠT. P0049022/13	2
6.3. TEHNIČNO POROČILO	3
6.3.2. POVZETEK TEHNIČNEGA POROČILA	3
1. Uvod	3
2. Omejitev območja gradnje	3
3. Tehnologija izgradnje omrežja	3
4. Vgrajena oprema in materiali	3
5. Tehniške zahteve	3
6.3.3. TEHNIČNA REŠITEV	4
1. Idejna zasnova TK omrežja	4
1.1. Podatki o priključkih	4
1.2. Trase optičnega omrežja	4
2. Izvedba dograditve TK izvodov	5
2.1. Izvedba dograditve TK kablanskega omrežja FL Kapela	5
2.2. Izvedba dograditve TK kablanskega omrežja FL Janžev Vrh	5
3. Izbor kablov z optičnimi vodniki	5
6.3.4. KONSTRUKTIVNI ELEMENTI TK OMREŽJA	6
1. Konstruktivni elementi TK omrežja – optično omrežje	6
1.1. Karakteristike kabla	6
1.2. Konstrukcija kabla	6
1.3. Tehnične zahteve za inštalacijske kable	6
1.4. Slabljenje optičnih vlaken	6
1.5. Ocena tujih vplivov na optični kabel	7
1.6. Mikrocevi MC	7
1.7. Optični delilnik	7
1.8. Izbira in izdelava optičnih spojk	8
2. Kabelsko montažna dela	8
2.1. Uvlačenje ali vpihovanje kabla v cevi	8
2.2. Zaščita kabla v kabelskih jaških	9
2.3. Tesnjenje optičnega kabla in cevi kabelske kanalizacije	9
2.4. Kabelske omare za zaključevanje optičnih kablov	9
3. Ozemljitev in električna zaščita	9
6.3.5. GRADBENA DELA	10
1. Trasiranje	10
2. Zemeljska dela	10
3. Izgradnja kabelske kanalizacije z PE in mikro cevmi	11
3.1. Izvedba kabelskih jaškov	11
3.2. Izvedba prečkanj cestišč	11
6.3.6. KVALITATIVNI PREVZEM IZGRAJENIH TK OMREŽIJ	12
1. Splošno	12
2. Električne meritve – optično omrežje	12
2.1. Splošno	12
2.2. Meritve pred polaganjem	12
2.3. Končne meritve	13
6.3.7. IZDELAVA IZVRŠILNO TEHNIŠKE DOKUMENTACIJE	14
6.4. RISBE	15

6.3. TEHNIČNO POROČILO

6.3.2. POVZETEK TEHNIČNEGA POROČILA

1. Uvod

Dokumentacija je izdelana na nivoju PID in obravnava izgradnjo novega odprtega širokopasovnega omrežja na območju občine Radenci, na področjih KS Kapela, naselja Boračeva in Janžev Vrh.

Glede na zahteve smo se odločili za izgradnjo širokopasovnega TK omrežja s kabli z optičnimi vodniki in to v zemeljski obliki.

Predvideli smo izgradnjo takšnega širokopasovnega omrežja, ki pokriva vse potencialne TK priključke na področju obdelovane občine, ki so bili uvrščeni v nekomercialne priključke.

2. Omejitev območja gradnje

Območje gradnje je bilo omejeno na območje občine Radenci, pravzaprav na tiste kraje, kjer smo predvidevali, da bodo vlaganja v omrežje tako velika, da lahko vse priključke, ki so del tega omrežja, imenujemo nekomercialne (bele lise).

3. Tehnologija izgradnje omrežja

Na podlagi načrta razvoja odprtega širokopasovnega omrežja elektronskih komunikacij obdelovane občine in konfiguracije terena, smo se odločili za izgradnjo omrežja s kabli z optičnimi vodniki v zemeljski izvedbi.

Pri tem je bil uporabljen standardni material za izgradnjo takšnih omrežij in standardni postopki izvedbe montažnih in drugih del (meritve, dokumentacija, itd). Bila so uporabljena optična vlakna tipa G 652.d, ki omogočajo praktično (za sedanjí čas) neomejeno pasovno širino.

Upoštevali smo takšno izvedbo arhitekture omrežja in sicer tipa P2P- point to point, zvezdna pasovna topologija. Omrežje ponuja končnemu uporabniku možnost uporabe širokopasovnih storitev, do omrežja pa imajo vsi operaterji – ponudniki storitev možnost dostopa pod enakimi pogoji. Omrežje je zasnovano kot odprto širokopasovno omrežje, ki je razdeljeno na pasivni del in aktivni del. Aktivni del omrežja je podrobneje opisan v mapi načrta številka 6.2.

4. Vgrajena oprema in materiali

Predvideli smo vgradnjo standardnih materialov in opreme, ki so imela ustrezna dovoljenja.

5. Tehniške zahteve

Rešitev je bilo potrebno izdelati v skladu z ustreznimi predpisi. Upoštevali smo zakonodajo Republike Slovenije glede gradnje omrežij elektronskih komunikacij in ustrezna tehnična priporočila in predpise ter druge zahteve za gradnjo tovrstnih omrežij v republiki Sloveniji.

6.3.3. TEHNIČNA REŠITEV

1. Idejna zasnova TK omrežja

Predvideli smo izgradnjo novega optičnega dostopovnega TK omrežja. To je, kot smo že omenili, omogočalo »realne« širokopasovne storitve.

Konfiguracija omrežja je P2P- point to point, kar pomeni, da ima vsak TK priključek direktno povezavo do optičnega delilnika v ustrezni FL.

Omrežje je konfigurirano tako, da je popolnoma »odprto« in neodvisno od storitev, do omrežja pa imajo vsi operaterji – ponudniki storitev možnost dostopa pod enakimi pogoji.

Na ustreznih lokacijah smo pripravili lokacije, do katerih imajo TK priključki direktno povezavo.

Za projektirano omrežje smo izbrali optične kable in vlakna s kapaciteto od 1x2 pa do 8x12 mnogovlakenskimi optičnimi vlakni.

Izbrali smo vlakna z reduciranim »vodnim vrhom« (»All Wave«, G.652d (d)).

Kabel je izdelan v skladu s pogoji podanimi v Navodilu o zagotavljanju kvalitete TK kablov in kabelskega materiala.

1.1. Podatki o priključkih

V omenjeni tehnični dokumentaciji smo obdelali omrežje, ki povezuje gospodinjstva in poslovne uporabnike v naseljih Boračeva, Janžev Vrh in naseljih, ki spadajo v krajevno skupnost Kapela.

1.2. Trase optičnega omrežja

Omrežje je zgrajeno tako, da trase optičnih kablov, v čim večji meri, potekajo po zemljiščih v lasti občine oziroma zemljiščih vsakokratnega uporabnika TK priključka.

Trasa optičnega omrežja je zgrajena z snopi cevmi premera Ø 16 mm in Ø 7 mm. V glavni trasi med spojkami je zgrajena s sistemom s snopi minicevi 16/12 mm, ki so položene v izkopen jarek. Do posameznih naročnikov so v zemlji položene mikrocevke premera 7/4 mm.

Trasa TK kabelske kanalizacije se navezuje do objekta, kjer je postavljen novi optični delilnik. Predvideli smo potek trase v robu cestišča (v bankini), oz. po zemljišču in se zaključi v predvidenih TK kabelskih jaških. Kjer trasa prečka vodotoke je bilo potrebno na mostu pritrditi kovinsko zaščitno korito.

V vseh kabelskih jaških je rezerva cevi za bodoče potrebe po novih priključkih.

Prečkanja asfaltiranih cest se je izvedlo s podbijanjem z vodeno raketo. Na obeh straneh cestišča se je izkopala gradbena jama in izvedlo podbijanje. Podbijanje cestišča se je izvedlo minimalno 1m od vrha asfaltne površine. V predvideni podboj se je uveljela zaščitna PVC ali PEHD cev. Na delih, kjer ni bilo možno izvesti podbijanja cestišča, se je izvedel prekop cestišča. Prav tako smo predvideli zaščito (mehanska zaščita – obbetoniranje cevi v višino 10 cm nad temenom cevi). Po končanih delih se je izvedlo ponovno asfaltiranje prečkanj cestišč.

Pri izgradnji širokopasovnega omrežja smo predvideli vgradnjo plastičnih (ROTO) kabelskih jaškov, v kolikor je bilo potrebno zgraditi kabelski jašek iz betona, pa je pokrit s tipskim pokrovom iz nodularne litine.

Izvedba kabelskega jaška je praviloma:

- iz plastike dimenzije Ø 0,8 m
- iz betona dimenzije 1,2x1,2x1,2 m

Pri izvedbi in vgrajevanju kabelskih jaškov je bilo potrebno upoštevati, da se je v kabelskih jaških predvidela ustrezna rezerva kabla in radij krivljenja optičnih kablov.

Kabelski jaški morajo biti pokriti s tipskim pokrovom iz nodulirane litine.

Mini in mikro cevi je bilo potrebno po polaganju zatesniti z ustreznimi čepi.

2. Izvedba dograditve TK izvodov

2.1. Izvedba dograditve TK kabelskega omrežja FL Kapela

V naselju Kapela se je predvidel kontejner za novo funkcijsko lokacijo aktivne opreme. Do funkcijske lokacije pri OŠ Kapela je bila izvedena povezava z optičnim kablom tipa TOSM 03 in kapacitete 24 vlaken preko funkcijske lokacije Janžev Vrh.

Razvodno optično omrežje se je izvedlo z naslednjimi optičnimi kablji tipa in kapacitete:

- Osem kablov tipa TOSM 03 in kapacitete 96 vlaken.

Optični kablji so se upihnili v zgrajeno TK kabelsko kanalizacijo vse do novo postavljenih TK kabelskih jaškov.

Od tod dalje smo projektirali optične kable, katerih kapaciteta je bila izbrana glede na število priključkov. Potek trase optičnih kablov je razviden iz situacijskih načrtov, kapacitete kablov iz shematskih načrtov.

2.2. Izvedba dograditve TK kabelskega omrežja FL Janžev Vrh

V naselju Janžev Vrh se je predvidel kontejner za novo funkcijsko lokacijo aktivne opreme. Povezava med hrbteničnim omrežjem Telekoma Slovenije in funkcijske lokacije Janžev Vrh se je povezala z optičnim kablom tipa TOSM 03 in kapacitete 48 vlaken.

Razvodno optično omrežje se je izvedlo z naslednjimi optičnimi kablji tipa in kapacitete:

- Pet kablov tipa TOSM 03 in kapacitete 96 vlaken.

Optični kablji so se upihnili v zgrajeno TK kabelsko kanalizacijo vse do novo postavljenih TK kabelskih jaškov.

Od tod dalje smo projektirali optične kable, katerih kapaciteta je bila izbrana glede na število priključkov. Potek trase optičnih kablov je razviden iz situacijskih načrtov, kapacitete kablov iz shematskih načrtov.

3. Izbor kablov z optičnimi vodniki

V predmetnem omrežju smo predvideli uporabo kabla z optičnim vodnikom tipa TOSM 03, optične mikrokable in optična mikrovlakna. To so kablji brez kovinskih elementov standardnih lastnosti. Vlakna so SM izvedbe izdelana po priporočilu G 652.

6.3.4. KONSTRUKTIVNI ELEMENTI TK OMREŽJA

1. Konstruktivni elementi TK omrežja – optično omrežje

1.1. 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.652 priporočilom in ustreznim evropskim TC standardom.

Vsa vlakna v kablju 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.

1.2. Konstrukcija kabla

Optični mikro kabli imajo vgrajena enorodovna optična vlakna, ki se združujejo v snope, ki so zaščiteni z cevko, katera je lahko v mehki oz. trdi izvedbi. Kabli vsebujejo sredstvo, katerega funkcija je preprečevanje udara vode oz. vlage vzdolž kabla. Vsa vlakna vgrajena v kablju so istega izvora.

Ojačitveni element je iz nekovinskih elementov. Vsi elementi kabla so izbrani tako, da so med seboj združljivi.

V kablju vgrajeni materiali zagotavljajo, da imajo kabli izdelani po tej specifikaciji preko cele življenjske dobe s to specifikacijo zahtevane lastnosti.

Popravila vlaken z varjenjem ali drugimi postopki niso bila dovoljena.

Primarna zaščita vlakna je lahko odstranljiva s kemičnimi ali mehanskimi sredstvi.

Največji premer optičnega mikro kabala je lahko $6 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$.

1.3. Tehnične zahteve za inštalacijske kable

Optični inštalacijski kabli:

- Predvideni so za montažo oz. uvlačenje v obstoječe zasedene cevi, primerni so tudi za montažo v NIK kanale.
- Optični inštalacijski kabli morajo biti samougasni in brez halogenov.
- Optična vlakna morajo biti enorodovna in morajo ustrezati priporočilu ITU-T G.652.
- Maksimalna dovoljena sila vlečenja je lahko največ: 350 N
- Maksimalna dovoljena trajna obremenitev največ: 120 N
- Kabel mora zdržati silo pritiska 200 N/cm
- Minimalni krivinski radij: 25mm

V projektni nalogi optični inštalacijski kabli niso stroškovno zajeti, oz. niso predmet projekta.

1.4. Slabljenje optičnih vlaken

Enorodovna vlakna 9/125/250 μm so namenjena za prenos na valovni dolžini 1310 nm in 1550 nm.

Slabljenje na 1310 nm mora biti $\leq 0,35 \text{ dB/km}$, kromatska disperzija za področje valovnih dolžin 1285 nm -1330 nm je $\leq 3,5 \text{ ps/nm.km}$. Slabljenje na 1550 nm mora biti $\leq 0,25 \text{ dB/km}$, kromatska disperzija pa $\leq 9 \text{ ps/nm.km}$. Cut - off valovna dolžina $1250 \pm 70 \text{ nm}$.

Vse karakteristike odgovarjajo predpisom ITU-T G.652 in tehničnim pogojem.

član Skupine Telekom Slovenije

Slabljenje optičnega kabla izračunamo s pomočjo naslednje enačbe:

$$A_n = (\alpha_k + \alpha_r)l_n + \alpha_s N_s + \alpha_c N_c$$

Pomen oznak v enačbi je naslednji:

A_n - slabljenje celotne relacije n v dB

α_k - slabljenje vlakna v dB/km (II okno: 0,35dB/km, III okno: 0,25dB/km)

α_r - rezervno slabljenje vlakna v dB/km (privzeto 0,05 dB/km)

l_n - dolžina relacije n v km

α_s - slabljenje varjenega spoja v dB (povprečno 0,1dB)

N_s - število varjenih spojev

α_c - slabljenje konektorja v dB (povprečno 0,5dB)

N_c - število konektorjev

1.5 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.

1.6. Mini in mikrocevi (MC)

Mini in mikro cevi so izdelane iz polietilena ali podobnega materiala ter lastnosti in dimenzij opredeljenih v nadaljevanju teh tehničnih navodil.

Pribor je ves material, ki se uporablja za spajanje, tesnjenje in označevanje teh cevi.

Dimenzijska oznaka x/y pomeni:

x: premer cevke v mm

y: debelina stene v mm

Primer: 16/2,0 – gre za mini cevi katera ima zunanji premer 16,0 mm in debelino stene 2,0 mm. Notranji premer je 14,0 mm.

Cevi morajo imeti čisto in gladko zunanjo površino, v steni ne sme biti praznin, pigmentnih skupkov in nehomogenih vključkov, kateri ne smejo biti večji kot 0,02 mm²

Notranja stran cevi mora biti izdelana tako, da je možno čim lažje vpihovanje kablov. Notranja stran je lahko ožlebljena, lahko je prevlečena s silikonsko plastjo, lahko pa je tudi ožlebljena in prevlečena s silikonsko plastjo, vendar globina brazd oz. silikonska plast ne sme vplivati na predpisano debelino stene oz. na mehanske lastnosti cevi.

1.7. Optični delilnik

Optični kabli se zaključijo na optičnih delilnikih v funkcijskih lokacijah.

Na dostopovnih delilnikih se zaključujejo navzdolnje povezave (download) proti naročnikom, na optičnih delilnikih.

Uporabijo se delilniki, ki imajo konektorske module. Spojni moduli se nahajajo v delilnikih, v zvarnih kasetah.

Optični delilnik se vgrajuje v optično zvezo med optični kabel in linijski optični terminal. Omogoča priključitev merilne opreme za meritev optične poti, terminalne opreme, prav tako omogoča tudi ranžiranje optičnih zaključnih in priključnih kablov.

Kabel TOSM03d se položi v zaščitni cevi do samega delilnika oziroma do kaset, ki so locirane v kombiniranem razdelilno-zvarnem vstavku. Pred zaključitvijo je potrebno izvesti povezavo med spojnim delom in novim vstavkom delilnika z zaključnimi optičnimi vrvicami.

član Skupine Telekom Slovenije

Povezava z optičnimi terminali, merilnimi instrumenti ali ranžiranje pa izvajamo z enožilnimi priključnimi kablji, ki imajo konektorje na obeh straneh.

Delilnik vsebuje okvir s poljem optičnih konektorskih spojev (LC/APC in LC/UPC), kasete za zware optičnih vlaken ter prostor za manipulativne dolžine vlaken.

V predmetni dokumentaciji vgradimo nove OD.

1.8. Izbira in izdelava optičnih spojk

Optične spojke razdelimo v dve skupini:

- Spojke za spajanje mnogo vlakenskih kablov (ravne spojke, spojke za izvedbo odcepov mnogo vlakenskih oz. končne kableske spojke).
- Distribucijske spojke – to je zadnja spojka pred naročniki. Praviloma ima močnejši dovodni kabel in več majhnih kablov do posameznih naročnikov.

Končne kableske spojke predstavljajo prehod iz dostopovnih kablov na IFC kable.

Optične spojke morajo biti funkcionalne saj gre pri FTTH omrežjih (P2P) za veliko količino vlaken. Omogočati morajo enostavno manipuliranje z vlakni tudi kasneje, ko se pojavijo novi naročniki oz. je potrebno narediti preusmeritve vlaken v spojkah. Glede na potrebe je potrebno izbrati primerna podnožja za posamezno vrsto optične spojke (število vhodov).

Spojke se montirajo v kableske jaške.

Na obdelovani relaciji uporabimo tipske optične kableske spojke. Spojko namestimo v kabelski jašek. Rezerve kablov dolžine največ 8 m ustrezno namestimo v kabelski jašek, da zagotovimo minimalni radij krivljenja kabla.

V spojki se pusti rezervna dolžina vlakna, ki mora omogočiti vsaj 10 obnovitvenih spojev. Optična vlakna je potrebno v spojkah spojiti s postopkom varjenja.

2. Kabelsko montažna dela

2.1. Uvlačenje ali vpihovanje kabla v cevi

Kabelsko montažna dela lahko izvede le za ta dela usposobljen izvajalec, ki razpolaga z ustrezno opremo in kvalificirano delovno silo. Posebno opozarjam na previdno ravnanje z optičnim kablom, ki ga ne smemo obremeniti s prevelikimi vzdolžnimi ali prečnimi silami ter zvijati in upogibati s premeri krivljenja manjšimi kot so dovoljeni. Enako velja tudi za vlakna v spojkah.

Dela pri vlečenju kabla je potrebno izvajati v skladu z navodili PTT Vestnika 4/89.

Kabel lahko uvlečemo z vpihovanjem na principu zračne blazine ali pa s strojem za vlečenje kabla. V obeh primerih moramo paziti, da vlečna sila na kabel ne preseže vrednosti 1500 N. Če kabel vlačimo z vlečnimi stroji, morajo ti biti opremljeni z dinamometrom in blokado v primeru prevelike vlečne sile. Prav tako morajo biti opremljeni z instrumentom, ki beleži velikost vlečne sile med vlečenjem in to tudi dokumentira v obliki ustreznega grafa. Graf je potrebno predložiti investitorju ob prevzemu.

Zaradi zmanjšanja trenja je potrebno kabel med vlečenjem mazati z glicerinskimi mazivi ali plastičnimi kroglicami.

Če kabel vlečemo z vlečnimi stroji, pred vleko uvlečemo v cev z vpihovanjem.

Nadaljnji postopki so odvisni od tehnologije vlečenja kabla.

Projektant predlaga vlačenje s pomočjo vpihovanja na principu zračne blazine za katerega meni, da je v danem primeru najbolj ekonomično. Kabel vpihujemo po sistemu levo, desno. V eni smeri ga vpihujemo tako dolgo, dokler gre. Predvidoma je to cca. 1000 m. Iz metrskih oznak na plašču kabla lahko ugotovimo kakšno dolžino smo upihnili. Ostali del kabla previjemo na figaro in izvedemo vpihovanje še v drugi smeri. Vpihujemo tako dolgo, dokler gre. Na enak način kot prej ugotovimo, kje je kabel ostal v cevi in tam cev odkopljemo ter pripravimo ali za nadaljnje vpihovanje ali pa za pripravo spojke. Nato vpihovalni stroj preselimo na to mesto ter kabel ponovno upihnemo na enak način. Če imamo na razpolago več vpihovalnih naprav, lahko na tem mestu namestimo novo napravo in kabel vpihujemo naprej. Pri tem delujeta obe vpihovalni napravi istočasno. Če dveh strojev ni na razpolago, postopamo po spodaj opisanem postopku.

član Skupine Telekom Slovenije

Predvidevamo, da bi na tak način lahko "v enem" vpihnili dolžino cca. 1000 m kabla.

Vse prekinitevce cevi nato prespojimo z ustreznimi spoji.

Pri prepotegovanju kabla je potrebno posebno paziti, da kabla preveč ne obremenjujemo in zvijamo.

2.2. Zaščita kabla v kabelskih jaških

Optični kabel poteka v kabelskih jaških kot tudi v ceveh. Zato cevi v jaških praviloma ne prekinjamo razen, če je v jašku spojka. V kolikor se v jašku prekinejo cevi in se montirajo optične spojke, oziroma pusti rezerva kabelske dolžine za predvidene eventualne spojke, se optični kabel namesti ob strani pod stropom kabelskega jaška. Cev s plastično vezico pritrdimo na soho ter tako umaknemo s sredine jaška. Cev označimo s plastičnimi obročki kjer vpišemo številko kabla ter opozorilo, da je to optični kabel ter z opozorilom na nevarnost pred laserskim sevanjem.

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

2.3. Tesnjenje optičnega kabla in cevi kabelske kanalizacije

Proste cevi tesnimo s tesnilnimi čepi. To tesnjenje se izvede na vhodu in izhodu iz kabelskega jaška, ne glede na to ali smo cevi prekinili ali ne. Tesnjenje med optičnim kablom in cevjo se izvede s termo skrčljivim materialom. Tesnjenje kabla v mini in mikro ceveh se izvede z pripadajočim priborom.

2.4. Kabelske omare za zaključevanje optičnih kablov

Optične kable je potrebno zaključiti novih optičnih omaricah, v katerih se namestijo kasete za optične spoje. Montaža novih omaric se izvede v bližini obstoječih omaric, če se te že nahajajo na objektu. V kasetah se izvedejo optični spoji med dovodnim optičnim kablom in inštalacijskim optičnim kablom. Omarice morajo biti dimenzionirane glede na končno kapaciteto naročnikov v objektu. Kasnejši dostop do posameznih kaset mora biti enostaven brez možnosti za prekinitev oz. poškodbo že spojenih vlaken. Na omaricah mora biti predviden prostor za montažo ključavnice.

V predmetnem omrežju so kabli zaključeni v novih TK omarah na fasadah objektov, v katere namestimo kasete za optične spoje.

3. Ozemljitev in električna zaščita

V obravnavanem primeru, zaradi dielektričnega kabla in vsega pribora ni bila potrebna ozemljitev TK omrežja.

6.3.5. GRADBENA DELA

1. Trasiranje

Trasiranje se je izvedlo na podlagi količbene situacije. Trasiranje je izvedel izvajalec del. Pri trasiranju so se upoštevali pogoji soglasodajalcev.

2. Zemeljska dela

Na podlagi zakoličbe je bil izveden izkop kabelskih jarkov. Izkope smo izvajali ročno ali strojno. Način izkopa so določale razmere na trasi. Globina rova je standardna 0,8 m, razen tam, kjer te globine zaradi naravnih ovir ni bilo mogoče doseči je globina rova 0,6 m. Na mestih, kjer trasa poteka po obdelovanih kmetijskih zemljiščih, pa 1,2 m (njiva).

Pri izvajanju zemeljskih del se je bilo potrebno ravnati po poglavju D tč. 2.3. "Navodil o izgradnji krajevnih kabelskih omrežij", ki podrobneje specifikira izvajanje, organizacijo in potek del.

Pri količenju trase in pri delih samih, je bilo potrebno upoštevati odmike od obstoječih podzemnih instalacij in objektov. Ti se dogovorijo z upravljavci posamezne instalacije ali objekta. Potrebno pa je bilo doseči sledeče minimalne odmike:

Približevanje in križanje TK kabla z električnimi instalacijami in kablji.

- **Vzporedni poteki** v istem jarku niso dovoljeni
 - **Horizontalna oddaljenost** med elektroenergetskimi kablji napetosti do 10 kV je najmanj 0.5m. Če te razdalje ni bilo možno doseči, je bilo potrebno TK vod zaščititi s PVC cevmi, elektroenergetski kabel pa položiti v železno cev.

- **Horizontalna oddaljenost** med elektroenergetskimi kablji napetosti nad 10 kV je najmanj 1m. Če te razdalje ni bilo možno doseči, je bilo potrebno TK vod zaščititi s PVC cevmi, elektroenergetski kabel pa položiti v železno cev, na spojkah pa je bilo potrebno elektroenergetski kabel ozemljiti. Ozemljilo je od TK kabla oddaljeno najmanj 2m.

- **Križanja** se praviloma izvajajo pod kotom 90°. Kot križanj ne sme biti manjši od 45° Vertikalna oddaljenost med križajočima se kabloma mora biti za napetosti do 250 V, 30 cm, za napetosti nad 250 V pa 50 cm. Če teh razdalj ni bilo mogoče doseči, smo postavili elektroenergetski kabel v zaščitno železno cev dolžine 3m, TK kabel pa v zaščitno PVC cev dolžine 3m.

- Od jamborov daljnovodov so TK kablji oddaljeni najmanj 10m za nazivne napetosti do 110kV, 15m za nazivne napetosti do 220kV in 25 m za nazivne napetosti do 380kV.

- V naseljenih krajih je bilo dovoljeno polaganje TK kabla na razdalji 1 m od jambora daljnovoda do 35kV nazivne napetosti.

Kjer ni bilo možno doseči predpisane oddaljenosti, smo se z upravljavcem elektroenergetskega omrežja ob sami izvedbi dogovorili tudi za manjše odmike, ker je optični kabel popolnoma neprevoden in zato ni medsebojnega vpliva.

Približevanje in križanje TK kabla s plinovodnimi instalacijami

- Približevanje TK kabla plinovodu

Plinovod	Delovni pritisk	TK objekt TK kabel	TK objekt k. delilec
Visok pritisk	> 16 at	1.5m	4m
Visok pritisk	< 16 at	0.6m	4m
Srednji pritisk	0.5-1at	0.4m	2m
Nizek pritisk	<0.5at	0.4m	1m

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

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

V spodnji tabeli so podani minimalni odmiki od ostalih podzemnih naprav in inštalacij.

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 bilo možno doseči, so bile lahko te tudi krajše, vendar v soglasju z upravljavcem komunalne naprave ter ob uporabi dodatnih zaščitnih ukrepov.

3. Izgradnja kabelske kanalizacije z mini in mikro cevmi

Projektirana kanalizacija je bila izgrajena po "Navodilih za graditev kabelske kanalizacije s plastičnimi cevmi" iz leta 2000 (glej Ur. gl. TS – tehnična priloga s dne 27.10.2000).

Trasa med jaški je lahko premočrtna ali pa z določenim ovinkom. Velikosti jarka so odvisne od kraja vgraditve, števila cevi in načina polaganja cevi, mora pa omogočati zadosten prostor potreben za položitev in spojitev cevi.

Praviloma mora biti jarek tako globok, da najmanjša razdalja od površine zemlje do temena cevi v gornji vrsti znaša:

- za cevi, položene v pločniku 60 cm
- za cevi, položene v vozišču 80 cm

Jarek se je kopal v obliki pravokotnika. Jarek se je lahko kopal strojno ali ročno. V posebnih primerih, kadar ni bilo mogoče kopanje odprtega jarka (podvozi ali vozišča prometnejših poti, na katerih se promet ne sme motiti), se je kanalizacija izvedla s podbijanjem.

Na dno izkopanega jarka so se položile cevi kabelske kanalizacije in zasule z izkopanim zdrobljenim materialom ali peskom (granulacija do 8mm), debeline okrog 10 cm. Nato se je jarek zasul z izkopanim materialom, ki je nastal pri izkopu z diskom oziroma verigo (zdrobljeni material). Pri klasičnem izkopu se je izvedel zasip z izkopanim materialom le v kolikor ta ni vseboval večjih delcev, ki bi lahko poškodovali cev. Jarek se je zasul po slojih, zgornjih 25 cm sloja se je dobro utrdil.

3.1. Izvedba kabelskih jaškov

Dimenzija gradbene jame za kabelski jašek je odvisna od dimenzije, razsežnosti, načina gradnje jaška in od vrste zemljišča. V čim večji meri se je uporabila vgradnja plastičnih roto jaškov iz plastike dimenzije Ø 0,8 m. V kolikor je bilo potrebno zgraditi kabelski jašek iz betona, je le ta dimenzije:

- iz betona dimenzije 1,2x1,2x1,2 m

Pri izvedbi in vgrajevanju kabelskih jaškov je bilo potrebno upoštevati, da se je v kabelskih jaških pustila ustrezna rezerva kabla in radij krivljenja optičnih kablov.

Betonski kabelski jaški so pokriti s tipskim pokrovom iz nodulirane litine.

Kabelske jaške smo načrtovali in gradili v skladu z tipskim načrtom, ki je priložen k predmetni projektni dokumentaciji.

Na kabelske jaške je bilo potrebno, na za to predvideno odprtino, namestiti lahek oziroma težek pokrov iz nodulirane litine, ki je izdelan po navodilih Ur. gl. TS 2/02 (tehnična priloga 2/02). Katero vrsto pokrova smo uporabili je odvisno od lokacije jaška oziroma od obtežbe, ki jo bo moral tak jašek prenesti (pešci, kolesarji, avtomobili ali težek tovorni promet, ipd.).

3.2. Izvedba prečkanj cestišč

Cevi smo vgradili pod cestno telo s pomočjo podvrtanja ali prekopa cestišča.

6.3.6. KVALITATIVNI PREVZEM IZGRAJENIH TK OMREŽIJ

1. Splošno

V skladu s predpisi, moramo po končanih delih izvesti kvalitativni tehnični prevzem TK omrežja. Pri tem komisija, ki jo imenuje investitor, ugotavlja ali so dela izvedena v skladu z projektno dokumentacijo in v skladu z odgovarjajočimi predpisi.

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

Pri pregledu komisija posebej pazi na postavke iz spodaj navedenih točk.

2. Električne meritve – optično omrežje

2.1. 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

2.2. 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 valovni dolžini 1550 nm na številu vlaken podanem v naslednji tabeli:

Število vlaken v kablu	Število merjenih vlaken	% merjenih vlaken
≤ 6x12	- vsa	8,3
≥ 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

Meritve 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.

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

2.3. 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) z meritvijo iz smeri FL delilnik.

Meritev slabljenja spoja se izvede pri spajanju vlakna najprej s pomočjo spajalnika vlaken, nato pa se vrednost izmeri še s pomočjo OTDR.

Srednja vrednost slabljenja spoja na celotni trasi izmerjena pri valovni dolžini 1550 nm 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 0,35 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 spojit, se ponovno poskuša spojit »problematično« vlakno, vendar največ do 6 krat. Če tudi v tem primeru ni mogoče zadovoljivo spojit vlakna, se mora to v merilnem protokolu posebej označiti.

Sama pravilnost vezave se preveri 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 iz smeri FL delilnik
6. Diagram slabljenja vlakna izmerjen z OTDR iz smeri FL delilnik

Protokol s podatki pod točkami 1-5 mora biti izdelan (in predan) v elektronski in »papirni« obliki v tabeli št. 1, podatki pod točko 6 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.

6.3.7. IZDELAVA IZVRŠILNO TEHNIŠKE DOKUMENTACIJE

Po končanih delih je bilo potrebno izdelati oziroma dopolniti obstoječo ITD za obravnavane TK kable.

Potrebno je bilo izdelati geodetski posnetek novega omrežja ter ga predložiti tudi v digitalni obliki.

6.4. RISBE

Zvezek 1/2

L.1 Legenda uporabljeni simbolov

FL JANŽEV VRH SMER A - K1

- T.1 Tabelarični podatki kabelskega omrežja
- SIT.0 Pregledna karta – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.1 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.2 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.3 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.4 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SH.1 Shematski načrt – Janžev Vrh K1
- V.1 Vežalni načrt – Janžev Vrh K1

FL JANŽEV VRH SMER B - K1

- T.1 Tabelarični podatki kabelskega omrežja
- SIT.0 Pregledna karta – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.1 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.2 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.3 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SIT.4 Situacijski načrt – Janžev Vrh K1; M 1:???
- SH.1 Shematski načrt – Janžev Vrh K1
- V.1 Vežalni načrt – Janžev Vrh K1

Zvezek 2/2

FL JANŽEV VRH – K2

- T.1 Tabelarični podatki kabelskega omrežja
- SIT.0 Pregledna karta – Janžev Vrh K2; M 1:???
- SIT.1 Situacijski načrt – Janžev Vrh K2; M 1:???
- SIT.2 Situacijski načrt – Janžev Vrh K2; M 1:???
- SIT.3 Situacijski načrt – Janžev Vrh K2; M 1:???
- SIT.4 Situacijski načrt – Janžev Vrh K2; M 1:???
- SH.1 Shematski načrt – Janžev Vrh K2
- V.1 Vežalni načrt – Janžev Vrh K2

PRILOGE

- P.1 Uvod optičnih kablov
- P.2 Tloris FL JANŽEV VRH

član Skupine **Telekom Slovenije**

- P.3 Tloris FL KAPELA
- P.4 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije v primeru poteka vodovoda pod kabel. kan.
- P.5 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije v primeru poteka vodovoda nad kabel. kan.
- P.6 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije fekalni kanalizaciji
- P.7 Križanje TK kabelske kanalizacije z elektro vodi
- P.8 Približevanje TK kabelske kanalizacije elektro vodu
- P.9 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije telekomunikacijskim vodom
- P.10 Plastični ROTO jašek fi 80 cm
- P.11 Betonski kabelski jašek 1,2x1,2x1,2 m
- P.12 Prerez TK kabelske kanalizacije v zelenici ali pločniku
- P.13 Prečkanje makadamske ceste
- P.14 Prečkanje asfaltne lokalne ceste
- P.15 Prečkanje struge vodotoka po mostu

član Skupine **Telekom Slovenije**

PRILOGE

- P.1 Uvod optičnih kablov
- P.2 Tloris FL JANŽEV VRH
- P.3 Tloris FL KAPELA
- P.4 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije v primeru poteka vodovoda pod kabel. kan.
- P.5 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije v primeru poteka vodovoda nad kabel. kan.
- P.6 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije fekalni kanalizaciji
- P.7 Križanje TK kabelske kanalizacije z elektro vodi
- P.8 Približevanje TK kabelske kanalizacije elektro vodu
- P.9 Križanje in približevanje TK kabelske kanalizacije telekomunikacijskim vodom
- P.10 Plastični ROTO jašek fi 80 cm
- P.11 Betonski kabelski jašek 1,2x1,2x1,2 m
- P.12 Prerez TK kabelske kanalizacije v zelenici ali pločniku
- P.13 Prečkanje makadamske ceste
- P.14 Prečkanje asfaltne lokalne ceste
- P.15 Prečkanje struge vodotoka po mostu