

POVZETEK TEHNIČNEGA POROČILA

1. UVOD

Osnova za izdelavo projekta za izvedbo (PZI) je obstoječi idejni projekt(IDP) odprtega širokopasovnega omrežja št. K1021, ELMIS- MILAN ŠERC s.p., OREHOVCI, februar 2011.

Druga obstoječa dokumentacija je:

- INVESTICIJSKI PROGRAM Odprto širokopasovno omrežje elektronskih komunikacij v občini Radenci- PROFUTURUS d.o.o., ČRTOMIROVA UL.. 11, 2000 MARIBOR, februar 2011
- DOKUMENTACIJA IDENTIFIKACIJE INVESTICIJSKEGA PROJEKTA Odprto širokopasovno omrežje elektronskih komunikacij v občini Radenci- PROFUTURUS d.o.o., ČRTOMIROVA UL. 11, 2000 MARIBOR, februar 2011

V dokumentu identifikacije investicijskega projekta so bile analizirane variante realizacije operacije- izbrana je bila izvedba omrežja z optičnimi vlakni v zemeljski izvedbi; topologija izvedbe je točka-točka (P2P). Načrt je izdelan skladno z navodili iz dokumentacije investicijskega projekta.

Pri projektiranju je upoštevan Načrt razvoja odprtega širokopasovnega omrežja elektronskih komunikacij ter Smernice za načrtovanje odprtih širokopasovnih omrežij z dopolnitvami razvoja stanja tehnike na področju omrežij optično vlakno do doma.

Mikrocevi v primarnem in sekundarnem delu omrežja so načrtovane tako, da je v drugi fazi možno izvesti priklop vseh zainteresiranih uporabnikov odprtega širokopasovnega omrežja v posameznih v tem načrtu obdelanih naseljih.

Izvedba omrežja je predvidena z mikrocevmi, v katere se kabli vpihujejo.

2. PODATKI O ŠTEVILU IN LOKACIJAH PRIKLJUČKOV, KI NIMAJO OMOGOČENEGA ŠIROKOPASOVNEGA DOSTOPA

Naselje	Število vseh gospodinjstev	Število gospodinjstev z omogočenim dostopom	Število gospodinjstev z neomogočenim dostopom (bele lise)	% gospodinjstev na belih lisah	Št. gospodinjstev, kjer je izražen komercialni interes
KS RADENCI					
BORAČEVA	168	77	91	54,2%	
HRASTJE-MOTA	150	73	77	51,3%	
JANŽEV VRH	101	69	32	31,7%	
MELANJSKI VRH	11	11	0	0,0%	
RADENCI	871	523	348	40,0%	
RIHTAROVCI	37	21	16	43,2%	
ŠRATOVCI	72	57	15	20,8%	
TURJANCI	43	25	18	41,9%	
SKUPAJ	1453	856	597	41%	0
KS KAPELA					
HRAŠENSKI VRH	45	10	35	77,8%	
KAPELSKI VRH	103	47	56	54,4%	
KOBILŠČAK	21	11	10	47,6%	
KOCJAN	19	7	12	63,2%	
MURSKI VRH	55	22	33	60,0%	
MURŠČAK	72	29	43	59,7%	
OKOSLAVCI	91	70	21	23,1%	
PARIČJAK	89	44	45	50,6%	
RAČKI VRH	29	10	19	65,5%	
RADENSKI VRH	67	30	37	55,2%	
SPODNJI KOCJAN	31	5	26	83,9%	
TURJANSKI VRH	29	9	20	69,0%	
ZGORNJI KOCJAN	16	10	6	37,5%	
ŽRNOVA	7	0	7	100,0%	
SKUPAJ	674	304	370	54,9%	0
Vse KS SKUPAJ	2127	1160	967	45,5%	0

V okviru tega projekta želi investitor Občina Radenci omogočiti dostop do interneta preko širokopasovnega omrežja gospodinjstvom, ki so opredeljena kot bele lise v naseljih Boračeva, Janžev Vrh in naseljih, ki spadajo v krajevno skupnost Kapela. To je izhodišče za pripravo projekta za izvedbo izgradnje širokopasovnega omrežja.

Drugo izhodišče projekta so možne povezave z obstoječimi hrbteničnimi omrežji, ki se nahajajo na tem področju preko optičnih kablov.

1. možnost navezave na omrežje Telekoma v objektu pošte v Radencih
2. možnost navezave na omrežje kabelskega komunikacijskega sistema Radenci na lokaciji obstoječe kabelske kanalizacije kabelskega komunikacijskega sistema Radenci v Šratovcih ob železniški progi.

Na področju Radencev obstaja kabelska kanalizacija Telekoma in deloma kabelskega komunikacijskega sistema Radenci. Na področju Boračeve in Janževega Vrha obstajata omrežji kabelskih komunikacijskih sistemov Kabelska televizija Radenci (Boračeva) in Telemach (Janžev Vrh), ki deloma pokrivata področje obdelave. Prav tako na obeh področjih obstaja telekomunikacijsko omrežje Telekom.

3.OPTIČNO OMREŽJE - OPTIČNO VLAKNO DO DOMA

3.1 PODROČJE KS KAPELA

KS KAPELA				
HRAŠENSKI VRH	45	10	35	77,8%
KAPELSKI VRH	103	47	56	54,4%
KOBILŠČAK	21	11	10	47,6%
KOCJAN	19	7	12	63,2%
MURSKI VRH	55	22	33	60,0%
MURŠČAK	72	29	43	59,7%
OKOSLAVCI	91	70	21	23,1%
PARIČJAK	89	44	45	50,6%
RAČKI VRH	29	10	19	65,5%
RADENSKI VRH	67	30	37	55,2%
SPODNJI KOCJAN	31	5	26	83,9%
TURJANSKI VRH	29	9	20	69,0%
ZGORNJI KOCJAN	16	10	6	37,5%
ŽRNOVA	7	0	7	100,0%
SKUPAJ	674	304	370	54,9%

V načrtu je predvidena izvedba funkcijske lokacije v kontejnerju ob objektu Osnovne šole Kapela, iz katere je predvideno napajanje stanovanjskih in poslovnih objektov po optičnih kabljih v naseljih KS Kapela. Do funkcijske lokacije v OŠ Kapela bo izvedena povezava z optičnim kablom preko funkcijske lokacije Janžev Vrh na hrbtenično omrežje Telekoma, na hrbtenično omrežje KKS Radenci preko novopredvidene kabelske kanalizacije v naselju

Šratovci. Trasa se zaključuje v bližini transformatorske postaje Šratovci, kjer je možna navezava tudi na hrbtenično omrežje Stelkoma.

3.2 PODROČJE NASELJA BORAČEVA IN NASELJA JANŽEV VRH V KS RADENCI

KS RADENCI					
BORAČEVA	168	77	91	54,2%	
JANŽEV VRH	101	69	32	31,7%	
SKUPAJ	269	146	123	46%	0

V načrtu je predvidena izvedba funkcijske lokacije v kontejnerju pred objektom gasilskega doma Janžev Vrh, iz katere je predvideno napajanje stanovanjskih in poslovnih objektov po optičnih kablilih. Do funkcijske lokacije v gasilskem domu Janžev Vrh bo izvedena povezava z optičnim kablom iz objekta pošte v Radencih z možnostjo povezave na hrbtenično omrežje Telekoma, povezave na Kabelsko televizijo Radenci preko novopredvidene kabelske kanalizacije.

3.2.1 OPIS TRAS

Priključitev odprtega širokopasovnega omrežja na hrbtenično omrežje Telekoma je predvideno v ločenem kabelskem jašku na zahodni strani objekta pošte Radenci. Od tam poteka kabelska kanalizacija do Radgonske ceste in ob Radgonski cesti do križišča z Boračevsko cesto, kjer je predvideno prečkanje Radgonske ceste in prečkanje železniške proge. Trasa poteka ob gozdni poti v naselje Boračeva in ob cesti v Boračevi. Prečka Boračevski potok in se razveja po Boračevi med spojkami S5B-JV in S7B-JV. Odcep je predviden do spojke S7B1-JV. Med spojkami je predvidena povezava z mikrocevmi 14/10 mm, v katere se lahko vpihne 24 - 96 vlakenski mikrokabel. Trasa poteka od spojke SB5-JV proti severozahodu po makadamski poti do spojke SB4-JV, ob občinski cesti preko spojk S3B-JV, S2B-JV, S1B-JV, S1A-JV na lokaciji gasilski dom Janžev vrh. Iz funkcijske lokacije Janžev vrh potekajo trase v treh smereh s cevmi 14/10 mm do posameznih spojk. V smeri proti Boračevi, v smeri proti vrtcu, in v smeri proti Kapeli. V spojki S1D-JV se trasa proti Kapeli razveja v smer proti Melenjskemu vrhu in Kobilščaku. Iz funkcijske lokacije Kapela je predviden razvod v treh smereh in trase potekajo po področju naselij krajevne skupnosti Kapela. V smeri paričjaka se trasa približuje južnemu delu naselja Radenci, v drugi smeri pokriva naselja Zzgornji Kocjen, Turjanski vrh, Rački vrh, Hrašenski vrh, Murski vrh, kjer se približa naselju Hrastje Mota, preko naselja Murščak pa se približa meji z občino Sveti Jurij. Trasa preko Kapelskega vrha se končuje v naselju Okoslavci.

3.3 KONCEPT IZVEDBE POVEZAVE Z OPTIČNIMI VLAKNI DO POSAMEZNEGA PRIKLJUČKA (OPTIČNO VLAKNO DO DOMA)

Kot osnova za izvedbo omrežja je predvidena postavitve dveh lokalnih central (funkcijskih lokacij) in sicer v krajevni skupnosti Kapela v kontejnerju ob objektu Osnovne šole Kapela in v kontejnerju ob gasilskem domu Janžev Vrh. Pri gradnji predmetnega širokopasovnega omrežja je predvidna izvedba optičnega razvodnega omrežja do vsakega gospodinjstva z 1 parom vlaken, do poslovnega objekta pa s štirimi vlakni. Zaradi optične povezave funkcijske lokacije s širokopasovnim hrbteničnim omrežjem mora biti ta izvedena s kablom, ki vsebuje

vsaj 48 vlaken (funkcijska lokacija ni hkrati tudi točka vstopa v širokopasovno hrbtenično omrežje)

V tej varianti je predvidena izvedba razvodnega omrežja iz dveh lokalnih central (funkcijskih lokacij). Nobena od funkcijskih lokacij ni hkrati tudi točka vstopa v širokopasovno hrbtenično omrežje.

Način izvedbe omrežja FTTH

Sama gradnja v glavni trasi je predvidena s sistemom s snopi mikrocevi 14/10 mm (oz. 16/12mm), ki se polagajo v izkopen jarek, v glavni trasi med spojkami.

Izvedba s snopi mikrocevi se je pojavila v zadnjih letih kot alternativa starejšemu sistemu izvedbe polaganja kablov v kabelsko kanalizacijo s cevmi večjega premera v zemljo. V tem sistemu je izdelana tudi ta dokumentacija projekta za izvedbo.

Pri tem sistemu so se uveljavili sistemi cevi za dostopovne trase s snopi cevi 16/12 mm (24 - 144 vlaken v posamezno cev), 14/10 mm (24 - 96 vlaken), 12/8mm (24 - 72 vlaken), 10/6 mm (2 - 24 vlaken), 7/4 mm (2-12 vlaken).

Prednosti pred standardno gradnjo so

- nižji stroški logistike
- transport
- rokovanje na gradbišču
- manjši stroški polaganja
- enostavnejša tehnika povezav in odcepov
- manjše spojke ali jaški
- manjši polmeri upogibanja cevi in kablov

Razvodne točke se izvedejo s spojkami v jaških iz betonskih cevi premera 100 cm in ustreznimi litoželeznimi pokrovi. Spojke se lahko izvedejo tudi v prostostoječih omarah. Povezave do posameznih naročnikov se izvedejo iz spojk z mikrocevmi, v katere se vpihne dvovlakenski mikrokabel.

Do posameznih naročnikov se predvidijo optični kabli iz delilnih spojk v jaških s po dvema vlaknoma v mikrocevkah premera 7/4 mm, v katere se vpihne naročniški optični kabel (2 vlakni do 12 vlaken). Naročniški optični kabel lahko predstavljajo tudi vpihovalna vlakna z 2, 4, 8, 12 vlakni.

V načrtu so predvidene povezave do posameznih objektov. V centralah (funkcijskih lokacijah) je predvidena izvedba optičnih vlaken z zaključitvijo na optičnih delilnikih. V okviru projekta je predvidena postavitev aktivne opreme, v skladu s tehnologijo prenosa podatkov in sicer z možnostjo zagotavljanja prenosa z različnimi tehnologijami - prenosom interneta, telefonije, televizijskih in radijskih programov v okviru IP in kombinacija IP tehnologije ter prenosa TV in radijskih signalov preko optičnih oddajnikov s prenosom frekvenčnega pasu kabelske televizije.

Sam potek tras je prikazan v priloženih situacijskih načrtih omrežja.

V omrežju se predvidijo betonski jaški s pokrovi, postavljeni v zelenice ali bankine. Možna je tudi uporaba plastičnih jaškov (kot Roto).

Za transversalni razvod ob cestah se predlaga položitev snopov cevi 16/12mm oziroma 14/10 mm v katere se lahko vpihne do 144 vl. (oz. 96 vl.) mikrokabel. Prav tako se enaka kabelska kanalizacija predvidi za sekundarni razvod do delov zaselkov oziroma do posameznih optičnih spojk v kabelskih jaških fi 100 cm, iz katerih so povezani posamezni objekti – naročniki. V načrtu je predvidena izvedba z aktivno opremo v posameznem optičnem vozlišču, ki zajema opremo za ojačenje analognih optičnih televizijskih signalov z EDFA ojačevalniki in optičnimi delilniki in aktivno razdelilno opremo za potrebe interneta z delilniki in spajanjem optičnih kablov v omrežju. Do vsakega priključka sta iz optičnega vozlišča predvideni po dve vlakni, za poslovne uporabnike pa štiri vlakna.

Uporaba mikrocevk mora biti usklajena z uporabo ustreznih mini in mikrokablov.

3.3.1 Distribucija televizijskih in radijskih signalov

V optičnem vozlišču predvidimo opremo optičnih oddajnikov EDFA z 4x17 dBm. Izhode oddajnikov delimo delimo tako, da v posamezno vlakno dovedemo največ 16dBm signala. V vozlišču izvedemo nadaljnje delitve s pasivnimi optičnimi delilniki. Izvedbo delitev signala predvidimo tako, da z vhodnim nivojem v vlakno, delitvami in upoštevanjem slabljenja vlaken in delilnikov zagotovimo pri najbolj oddaljenem naročniku na vlaknu za sprejem televizijskih in radijskih signalov vhodni nivo za optični sprejemnik v višini -5dBm (-8 dBm).

3.3.2 Internetni dostop

Za internetni dostop predvidimo povezavo s posameznim optičnim vlaknom direktno od optičnega vozlišča do posameznega naročnika. V optičnem vozlišču zaključimo po dve vlakni od vsakega naročnika na delilnikih, montiranih v omari 42HE, delilniki opremljeni za vsakega naročnika z enim SC/UPC in enim SC/APC konektojem.

Z enojnimi priključnimi vrvicami predvidimo povezavo do aktivne opreme v vozlišču. Pri naročniku, ki bo uporabljal internet, se priključi medijski konverter za Ethernet, v optičnem vozlišču pa se doda za naročnika medijski konverter-duplex optični sprejemno oddajni modul (funkcija SFP). Naročniki bodo opremljeni s CPE enotami, preko katerih jim bo omogočen sprejem televizijskih signalov, interneta in telefonije.

Za ponudnike storitev, ki uporabljajo tehnologijo prenosa TV in radijskih programov v obliki IP, se EDFA oddajniki izklopijo.

3.3.3 Mikrocevi za uvlačenje optičnih kablov

Za dostopovne trase predvidimo snope cevi 16/12 mm (24 - 144 vlaken v posamezno cev), 14/10 mm (24-96 vlaken), 12/8mm (24 - 72 vlaken), 10/6 mm (2 - 24 vlaken), 7/4 mm (2 - 12 vlaken). Cevi se spajajo s spojkami, ki zagotavljajo tesnost pri razmerah vpihovanja optičnih mikrokablov.

Do posameznih naročnikov se predvidijo optični kabli iz delilnih spojk v jaških s po dvema vlaknoma v mikrocevkah premera 7/4 mm, v katere se vpihne naročniški optični kabel (2 do 12 vlaken).

Kapaciteta mikrocevi v posameznih trasah je predvidena za pokrivanje potreb na osnovi upravičenih naročnikov, ki nimajo dostopa do interneta in za pokrivanje vseh potreb v drugi fazi (100 % pokritje) z rezervo.

Iz funkcijskih lokacij v posamezni smeri predvidimo po sedem cevi 14/10 mm, v katere lahko vpihnemo mikrokable s 24 do 96 vlakni. V prvi fazi za pokrivanje upravičenih naročnikov zadošča zasedenost dveh do štirih cevk, v rezervi za drugo fazo ostane tri do pet cevk v

glavni trasi.

Označevanje mikrocevi

Mikrocevice morajo biti vzdolžno označene z barvo oziroma oznakami, odvisno od dobavitelja.

Omrežje je načrtovano s pomočjo programske opreme AND (Advanced Network Design).

3.3.4 Optični kabli

Pri izdelavi optične trase naj bodo uporabljeni kabli z naslednjimi lastnostmi:

- vlakna naj bodo montirana ohlapno v cevkah kabla,
- kabel mora biti električno neprevoden,
- konstrukcija kabla mora zagotoviti zadostno zaščito pred vdorom vode v kabel (glede na zahteve terena),
- konstrukcija kabla mora zagotoviti zadostno zaščito pred glodavci (npr. z uporabo steklenih vlaken),
- konstrukcija in materiali kabla (plašč in nosilni deli) morajo zagotoviti stabilnost kabla pri vlečenju in/ali vpihavanju (glede na način izvedbe kabliranja) ter odpornost kabla proti pretrganju zaščite pri točkovni obremenitvi (oster rob cevi ali kanala). Kabel mora biti primerno odporen na udarce,
- Po zaključku del mora biti v vseh ceveh vložena predvleka oz. vrvica, ki omogoča preprosto vložitev predvleke za uvlek dodatnih kablov, razen v primeru praznih cevi, ki so namenjene za vpihovanje optičnih kablov.

Na optičnih trasah bodo izvedene povezave z enorodovnimi vlakni (singlemode fiber). Vlakna morajo ustrezati specifikacijam priporočilom ITU-T ter standardom IEC 60793 in EN 188000. **Na optičnih trasah, kjer se polagajo novi kabli, mora biti uporabljen enak tip optičnih vlaken istega proizvajalca.**

Optična vlakna morajo zagotavljati naslednje lastnosti:

- največje specifično optično slabljenje (1310nm/1550nm) $<0.40/<0.25$ dB/km,
- tipično specifično optično slabljenje (1310nm/1550nm): $<0.36/<0.22$ dB/km,
- barvna disperzija (1310nm/1550nm): $<3.5/<18$ ps/nm.km, polarizacijska rodovr: j~ disperzija (PMD Link Design Value, po IEC 607943:2001) < 0.2 ps/km in
- **uporabijo se lahko tudi optična vlakna višjih kakovosti, kar mora ponudnik obrazložiti z ustrežno dokumentacijo**

Optična vlakna, ki se uporabijo za posamezne končne uporabnike, naj bodo na vsaki končni točki in v funkcijski lokaciji zaključena v optičnem delilniku. Presežna vlakna naj bodo zaščitena v kasetah. Vlakna za končne uporabnike bodo na lokaciji končnega uporabnika zaključena v komunikacijskih nadometnih omaricah.

Zahtevane so naslednje lastnosti zaključkov vlaken:

- kabli morajo biti zaključeni z varjenjem zaključnih kablov (pigtail) na optična vlakna,
- zaključni kabli naj bodo zaključeni z FC, SC ali LC konektorji s PC brušenjem, z optičnim povratnim slabljenjem vsaj 45dB ali več,

- na konektorskem spoju (eachtoeach) naj bo maksimalno slabljenje manjše od 0,4dB,
- vlakna naj bodo v optičnem delilniku pri končnih uporabnikih zaključena z zgoraj navedenimi konektorji. Optični delilnik naj ima prostor za zaključitev 12 oziroma 24 vlaken, nameščenih pa mora biti vsaj 12 spojniki,

V funkcijskih lokacijah naj bodo vlakna zaključena v optičnih delilnikih z zgoraj navedenimi konektorji. Optični delilniki s spojniki naj imajo vsaj 48 spojniki. Zaželeno je namestitev delilnikov s 96 spojniki.

Načrtovano kabelsko omrežje se projektira za digitalne sisteme srednjih prenosnih hitrosti. Za prenosni medij se izbere optični kabel in to brez kovinskih elementov za izločitev vseh možnih zunanjih vplivov.

Kapaciteta kabla je odvisna od trase in mesta uporabe kabla variira pa od 2 do 144 vlaken. Za primarno omrežje - povezave med spojkami predvidimo mini kable s 24-96 (144) vlakni, oznake, kot npr. A-DQ(ZN)2Y 8x12E9/125, G657A.

Za vpihovanje do posameznih naročnikov iz lokacij spojk so predvidene mikrocevke 7/4 mm, v katere se vpihujejo mikrokabli, kot so mikrokabel 2vl A-D(ZN)2Y, SM 9/125, G657A, ZP2,0 mm, oziroma mikrokabel 4vl A-D(ZN)2Y, SM 9/125, G657A, ZP2,0 mm, ali mikrokabel 12vl A-D(ZN)2Y, SM 9/125, G657A, ZP2,3 mm po DIN VDE.

Karakteristike optičnega 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 in G657A priporočilom in ustreznim evropskim TC standardom.

Vsa vlakna v kablu morajo biti enake izvedbe in enega 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. Zahteva se, da se kabelski odseki dolžine 2000 m lahko vgradijo brez dodatnih spojev.

Rušilna trdnost optičnega kabla

Kabel mora zdržati predpisano rušilno obremenitev med montažo, skladiščenjem, prevozom in uporabo.

Maksimalna dopustna rušilna obremenitev je določena s testom IEC 794 -1- E3.

Odpornost optičnega kabla na udarce

Proizvajalec mora navesti maksimalno odpornost kabla na udarce in metodo testiranja.

Upogibna trdnost

Proizvajalec mora navesti minimalni dopustni krivinski polmer kabla med montažo in po vgraditvi. Poleg tega je treba navesti tudi minimalni dopustni krivinski polmer vlaken. Ta polmer mora biti takšen, da se vlakna, ki so optimizirana na 1300 nm, lahko uporabljajo tudi na območju valovne dolžine 1550 nm.

Torzijska trdnost optičnega kabla

Proizvajalec mora navesti torzijsko trdnost in metodo testiranja.

Karakteristike optičnih vlaken

Enorodovna vlakna 9/125/250 μ m, namenjena za prenos na valovni dolžini 1300nm in 1550nm

Slabljenje na 1300nm mora biti $\leq 0,38$ dB/km, kromatska disperzija za področje valovnih dolžin 1285nm-1330nm je $\leq 3,5$ p s/nm. km. Slabljenje na 1550nm mora biti $\leq 0,25$ dB/km, kromatska disperzija pa ≤ 9 ps/nm. km. Cut-offvalovna dolžina 1250 \pm 70nm.

Vse karakteristike odговarjajo predpisom ITU-T G.652 oziroma G657.

Označevanje vlaken in vlakenskih skupin

Naslednje barve vlaken se uporabljajo za identificiranje skupine vlaken v cevkah:

Vlakno	Barva
1	rdeča
2	zelena
3	modra
4	rumena
5	naravna
6	siva
7	rjava
8	vijolična
9	turkizna
10	črna
11	oranžna
12	rožnata

Začetna cevka je rdeča, smerna cevka pa je zelena. Vse ostale kabelske cevke so naravne barve.

Barve svetlobnih vodnikov morajo biti v skladu z IEC 304. Barva mora omogočati, da lahko skozi primarno prevleko prodre dovolj svetlobe, da se lahko izvaja lokalno vnašanje svetlobe in detekcije.

Pogoji okolja za optične kable

Kabel mora vzdržati pogoje okolja, ki so običajni v montažnem okolju, za katerega je

namenjen, ne da bi bila sprememba slabljenja večja od: $\pm 0,1$ dB/km.

Temperatura med montažo je -10 do +50 stopinj Celzija. Temperatura v delovnem okolju kabla za montažo v kanal je od -20 do +40 stopinj Celzija.

Vlažnost montažnega in delovnega okolja kabla ne sme vplivati na kabelske karakteristike.

Kabelski bobni za optične kable

Dobavna dolžina

Dobavna dolžina kablov je 2100 ± 100 m.

Pakiranje kablov

Kabel mora biti navit na bobne, ki so zaščiteni pred mehanskimi in termičnimi poškodbami. Navitje mora biti izvedeno tako, da omogoča dostop k notranjemu koncu kabla v dolžini okrog 3 m. Konci kabla morajo biti zaključeni tako, da se prepreči dostop vlage ali vode v kabel. Dobavljeni kabli morajo biti naviti na boben v isti smeri. Smer navitja mora biti označena na bobnih.

Oznaka bobnov

Na vsakem kabelskem bobnu mora biti ploščica z naslednjimi informacijami:

- ime proizvajalca
- tip kabla
- dolžina kabla
- teža
- številka bobna

Poleg tega mora vodotesno zaščiteni kuverta, pritrjena na vsak kabelski boben, vsebovati naslednje informacije:

- identifikacijsko oznako dobave, vključno s številko pogodbe in številko fakture,
- glavne prenosne in mehanske karakteristike kabla (iz Poročila o tovarniški kontroli).

Ocena tujih vplivov na optični kabel

Konstrukcija optičnega kabla je popolnoma nemetalna, zato so induktivni vplivi ter vplivi atmosferskih praznitev praktično izločeni. Zaradi konstrukcije tudi ni blodečih tokov.

Slabljenje optične zveze

Glede na znane karakteristike optičnega kabla, ter s pomočjo shemata poteka kabla lahko izračunamo pričakovano slabljenje optične povezave med vsemi terminalnimi točkami. Uporabimo enačbo:

$$A_n = (a_n + A_m) \cdot L_n + a_{ss} \cdot N_s + a_{cs} \cdot N_c$$

To pomeni:

A_n - Skupno slabljenje n tega vlakna na celotni relaciji

a_n - koeficient slabljenja n vlakna (dB/km)

L_n - dolžina vlakna n (km)
 a_{ss} - povprečno slabljenje spoja (dB)
 N_s - število spojev
 a_{cs} - povprečno slabljenje konektorja (dB)
 N_c - število konektorjev
 A_m - rezervno slabljenje na km (dB/km)
 n - zaporedna številka vlakna

V skladu s trasnimi načrti in predlaganimi dolžina optičnih kablov lahko ugotovimo, da so vse pričakovane dolžine kablov znotraj okvirjev maksimalnih dometov tako za slabljenje kot tudi za disperzijo. Izračun posameznih vlaken je podan s pomočjo programske opreme AND v tabeli.

3.3.5 Uvlačenje telekomunikacijskega optičnega kabla v cevi

Pri polaganju optičnih kablov je potrebno upoštevati naslednje zahteve:

- Izvajalec mora upoštevati navodila proizvajalca kabla glede načina polaganja in maksimalnih dovoljenih obremenitev pri polaganju ter po končanju (zvijanje kabla, obremenitve),
- Enostavno lociranje in odprava poškodb ter popravilo brez vstavljanja dodatnih delov kabla mora biti zagotovljeno z uporabo zadostnega števila zank prostega kabla v jaških na vseh kabelskih trasah,
- Kabel mora biti v vsakem jašku označen z vodoodporno napisno ploščico z oznako trase, tipom kabla, najbližjo začetno in zaključno točko kabla ter lastnikom kabla.

Dela pri vlečenju kabla je potrebno izvajati v skladu z ustreznimi navodili in poznavanjem stroke.

Kabel lahko uvlečemo z vpihovanjem na principu zračne blazine ali pa s strojem za vlečenje kabla.

Predlagamo uvlačenje kablov s pomočjo vpihovanja na principu zračne blazine.

3.3.6 Zaščita kabla v kabelskih jaških

Optični kabel poteka skozi kabelske jaške, ali pa je prekinjen zaradi spojke. Če je v jašku spojka oziroma če se pusti rezerva kabelske dolžine, 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.

Tesnjenje optičnega kabla in PE cevi ter cevi kabelske kanalizacije

Proste PE cevi tesnimo s tesnilnimi čepi, prilagojenimi uporabljenim mikrocevkam. 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 PE cevjo izvedemo s termoskrčljivim materialom. **Izvajalec mora upoštevati navodila dobavitelja cevi kabelske kanalizacije.**

Vpliv temperaturnih sprememb na PE cevi

Pri povišanju temperature za 1°C, se dolžinski meter cevi podaljša za 0,2 mm, pri znižanju temperature, se cev skrajša v istem razmerju.

Izračun skrčka cevi:

- temperatura cevi, pred vlečenjem 25°C

- po preteku 24h se temperatura cevi izravna s temperaturo v kabelski kanalizaciji in znaša 8°C

dolžina med dvema jaškoma, $l = 100$ m skrček L PE cevi je naslednji:

$$L = 0,2 \times 100 \times (25 - 8) = 340 \text{ mm}$$

To pomeni, da po tesnenju PE cevi ne smemo odrezati tik ob steni kabelskega jaška, pustiti moramo rezervo PE cevi cca. 300 mm v vsakem kabelskem jašku. Cevi lahko odrežemo šele po 24 urah, ko dobijo cevi temperaturo okolice.

Prekinjanje PE cevi v kabelskih jaških

Projekt ne predvideva vlečenja PE cevi neprekinjeno skozi kabelske jaške. Kjer je potrebno spajanje cevi, se le-te spojijo z vodotesnimi ločljivimi spojkami.

Vpliv temperaturnih sprememb na PE cevi položenih v zemljo

Po podatkih znaša srednja vrednost temperature zemlje na globini 90 cm cca 8 °C, pozimi pa cca 0 °C. Cev se naj bi skrčila za naslednjo dolžino:

$$L = 0,2 \times 600 \times (8 - 0) = 960 \text{ mm}$$

Skrčenje cevi se v zemlji izravna in ni nevarnosti, da se bi cev izvlekla iz spojke. Tako pred spajanjem cevi velja pravilo, da se mora temperatura PE/HD cevi položenih in zasutih v zemlji pred spojitvijo izenačiti s temperaturo zemlje, čas, ki je potreben za izravnavo temperature cevi z okoljem, je minimalno 24 ur. Obvezno je potrebno poskrbeti, da se konci cevi po polaganju tesnijo s cepi. Tako preprečimo negativne posledice prisotnosti zemlje, blata ali peska v cevi.

3.3.7 KONSTRUKTIVNI ELEMENTI OPTIČNE POVEZAVE

Optični delilnik

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.

Izbira in izdelava optičnih spojk

Pri spajanju telekomunikacijskega optičnega kabla v zemlji se uporabi optična spojka, ki se namesti v kabelskem jašku (Ø100x100). V zaščitnem plastičnem ohišju optične spojke se pusti rezervna dolžina 2x8 m optičnega kabla.

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

3.3.8 KONTROLA IN MERITVE NA KABLIH

Optični kabel je potrebno pred dobavo preveriti pri izdelovalcu (prevzemne meritve), izvesti meritve po vlečenju, meritve po spajanju in končne meritve optične zveze. Vse omenjeno je

potrebno dokumentirati z ustreznimi protokoli.

Prezem optičnega kabla

Pri prevzemanju kabla je potrebno izvesti prevzemne meritve kabla. Obseg in način meritev je predpisan v "Tehničnih pogojih za TK kable z monomodnimi optičnimi vlakni (PTT Vestnik 13/88) ter "Navodilu o merjenjih na TK linijah z optičnimi kabli (PTT Vestnik 12/91).

Meritve po polaganju optičnega kabla

Osnovni namen teh meritev je ugotoviti stanje kabla po silah, ki so delovale nanj pri vlečenju. Zato merimo skladno z zgoraj omenjenimi navodili sledeče karakteristike kabla pri 1300 nm in 1500 nm:

- . optična dolžina (m)
- . slabljenje na enoto mere (dB/km)

Meritve izvedemo s OTDR instrumentom.

Dobljene rezultate primerjamo z rezultati tovarniških in prevzemnih meritev kabla.

Vzdolžno slabljenje optičnega vodnika se lahko razlikuje od objekta do objekta v vlogi vrste sistema prenosne razdalje. Dobljeni rezultati se primerjajo z rezultati pri prevzemu optičnega kabla. Odstopanja, ki so večja od 0,05 dB/km, so nesprejemljiva. Meritve v tem primeru ponovimo in to iz obeh koncev.

Dovoljeno odstopanje optičnih dolžin vlaken je 0.2%

Meritve spojev

Te meritve izvedemo v skladu s točko 6. II Navodila o merjenjih na TK linijah z optičnimi kabli.

Merimo slabljenje spoja v obe smeri, rezultat pa je aritmetična sredina obeh meritev.

Povprečna vrednost spoja (zvara) mora biti enaka ali manjša od 0.1 dB/km. Posamezen spoj ne sme presegati vrednosti 0.25 dB, merjeno pri 1300 nm.

Meritve pri valovni dolžini 1550 nm ne smejo presegati vrednosti dobljene pri 1300nm za več kot 0.05 dB.

Meritve dokumentiramo z OTDR diagramom in vpisom v tabele. Merimo samo spoje na novopoloženem kablu.

Končne meritve optične zveze

Za zaključena vlakna je potrebno predložiti naslednje meritve:

- dvostranski OTDR na 1310nm in 1550nm,
- meritev optične izgube na 1310nm in 1550nm,
- meritve ostalih položenih vlaken glede na namen (za G.655 vlakna).

Vlakna morajo biti ob zaključku na delilniku jasno in nedvoumno označena.

V vsaki omari mora biti na vidnem mestu plastificirana shema, iz katere mora biti jasno razvidno, kje se vsako vlakno zaključi na drugi strani (lokacija, prostor, omara, delilnik, konektor).

Ponudnik bo z izbiro materialov in opravljenimi deli zagotovil garancijo za vsa opravljena dela in vse vgrajene materiale za dobo 10 let.

Končna merjenja, ki jih izvajamo na 1300 nm in na 1550 nm, delimo na dva dela:

- . meritev kompletne razdalje z OTDR
- . meritev s pomočjo stabiliziranega izvora moči in merilnikom optične moči.

Pri merjenju optične zveze izvedemo meritve spojev posameznih regeneratorskih dolžin v obe smeri ter meritve slabljenj vlaken celotne trase. Meritev dokumentiramo z OTDR diagramom in vpisom v tabelo

Drugi del meritve izvedemo s pomočjo stabiliziranega izvora moči ter merilnikom optične moči. Merimo v obe smeri pri 1300nm v skladu s točko 7. "Navodil o merjenjih na TK linijah z optičnimi kablji".

Rezultati meritev se vpisujejo v posebne tabele, ki se v obliki merilne dokumentacije predajo investitorju.

OTDR diagrame meritev slabljenja posameznih vlaken skupaj s spoji se ob prevzemu predajo investitorju na mediju za prenos podatkov.

3.4 FUNKCIJSKE LOKACIJE

Izvedli se bosta funkcijski lokaciji Janžev Vrh na lokaciji ob gasilskem domu na Janževem vrhu v kontejnerski izvedbi. Kontejner pri funkcijski lokaciji Janžev Vrh bo lociran na južni strani objekta, na zemljišču s parc. št. 237/7 k.o. Janžev Vrh.

Ob zgradbi gasilskega doma se postavi kontejner dimenzij 4,55 x 2,43 m.

Druga funkcijska lokacija se izvede na lokaciji parc. št. 312/2 k.o. Kapelski Vrh ob Osnovni šoli Kapela.

Ob zgradbi osnovne šole se postavi kontejner dimenzij 4,55x2,43 m.

Na funkcijski lokaciji se zagotovi prostor za postavitve optičnih delilnikov, postavitve omar aktivne opreme. Zagotovi se izmenično in enosmerno napajanje, klimatizacija, antistatična tla dovod in zaključitev primarnih optičnih kablov, internega optičnega kabla ter ozemljitev naprav.

RAZDELILNIKI

V objektu so predvideni naslednji razdelilniki:
R-FL funkcijska lokacija - razdelilnik

NAPAJANJE RAZDELILNIKOV

Napajanje se bo izvedlo iz razdelilnika obstoječe priključne merilne omare v objektu gasilskega doma Janžev Vrh oziroma osnovne šole Kapela.

KLIMATIZACIJA PROSTORA

Hlajenje prostora je predvideno s klimatizerjem hladilne moči cca 4kW. Zagotavlja konstantno temperaturo prostora od 18 do 22 stopinj celzija.

OPTIČNI DELILNIK

Optični kabli so zaključeni na optičnih delilnikih v funkcijskih lokacijah.

Na dostopovnih delilnikih se zaključujejo povezave (download) proti naročnikom na optičnih delilnikih. Uporabljeni so 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.

Optični kabel se položi v zaščitni cevi do samega delilnika oziroma do kaset, ki so locirane v kombiniranem razdelilno-zvarnem vstavku.

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

Oprema v funkcijski lokaciji:

Oprema za distribucijo analognega signala:

- Po potrebi sprejemnik optičnega KKS signala, ponudnik storitev KKS se priključi na sprejemnik KKS signala. Pričakovan je optični signal, dovolj velike moči in ustrezne kvalitete, ki ga pretvorimo v RF signal.
- Po potrebi oddajnik optičnega KKS signala, RF signal iz sprejemnika je pripeljan na oddajnik KKS signala, kjer ga ustrezno prilagodimo in ojačimo, da je primeren za nadaljnjo distribucijo.
- Po potrebi optični ojačevalnik signala, (EDFA) so ojačevalniki optičnega KKS signala, s katerimi ojačimo signal na dovolj veliko optično moč, da so primerni za nadaljnjo distribucijo.
- Razcepniki (splitter) so namenjeni delitvi ojačanega optičnega signala med več uporabnikov.

Optična dostopovna stikala

- Optično dostopovno stikalo, ki ponuja različne tehnologije za optične ali bakrene priključke. Predstavlja družino več funkcionalnih, dostopovnih vozlišč, ki podpirajo triple play storitve, vključno z multicast video streaming, IGMP proxy in IGMP snooping funkcionalnostjo. Uporablja se za zaključevanje končnih uporabnikov, majhnih pisarn / domačih uradov ter mala in srednja podjetja, katerim omogoča uporabo vseh pomembnih storitev v omrežju.

- Ključne funkcionalnosti:
- Dvojni kombiniran gigabitni Ethernet z električnim RJ45 in optičnim SFP vmesnikom 24 dostopovnih vmesnikov, možnih v treh izvedbah:

Variante:

- z optičnimi SSF SM/SF priključki
- z optičnimi MM/DF priključki
- z električnimi RJ45/Cat5 priključki
- Podpora Opciji 82
- 200 notranjih preklopnih domen (switching domain)
- Privzeti prehod (default gateway) za vsako preklopno domeno
- VLAN-ID translacija
- Dvojno 48 VDC napajanje
- Daljna nadgradnja programske opreme med operacijo.
- Varnost:
 - EFN324 zagotavlja zaščiteno omrežje z omogočanjem prisilnega posredovanja (forced forwarding) do privzetega prehoda, virtualnih MAC naslovov, IP-preverjanja in možnost nastavitve različnih filtrov.
- Agregacijska stikala in usmerjevalniki:

Serijski stikal-usmerjevalniki so namenjeni za ponujanje fleksibilnih, varnih in naprednih storitev v kompaktni izvedbi. Serija je sestavljena iz kompaktnih 1HE multifunkcionalnih agregacijskih stikal z velikim izborom funkcij, ki združujejo zmogljivost z bogatimi funkcionalnostmi na obrobjih omrežja. Omogočajo visoko-zmogljive IPv4, klasične L2 ter operaterske in hrbtnične funkcionalnosti v eni sami napravi.

- Osnovne značilnosti stikal:
 - Kompaktno 1HE L3 stikalo, grajeno za napredne prenosne ethernet aplikacije
 - MEF 9 in MEF 14 certificirano
 - Podpora za operaterski hrbtnični most (Provider Backbone Bridge – IEEE 802.1ah) in Operaterski most (Provider Bridge - IEEE 802.1ad)
 - IEEE 802.1ag-2007 in MEF storitve
 - MEF standard E-LINE, E-LAN in E-TREE storitve
 - Inovativno Ethernet storitvene instance (Ethernet Service Instance – ESI) ogrodje
 - IPv4 unicast in multicast zmogljivosti
- Možen v različnih konfiguracijah (24-portni ali 48-portni) v hibridni vlakenski (Hybrid Fiber) in RJ45 izvedbi.

- Wire-speed zmogljivost v vseh konfiguracijah
- 100M/1G SFP podpora in 10G XFP podpora z naprednim optičnim nadziranjem Gre za model, kjer je upravljanje pasivnega dela (L1 – pasivno optično omrežje) in aktivnega dela (L2 – Ethernet omrežje) *omrežja* v pristojnosti upravitelja. Pri tem ponudniki storitev oziroma operaterji ponujajo storitve preko tega omrežja brez dodatnih vlaganj v infrastrukturo in aktivno opremo omrežja ter dele naročniških priključkov.