



OPTIČNI KABELSKI SISTEM (OKS)

IZVLEČEK IZ

Dokument: TIP 10 – OPGW-OKS/2021

Ljubljana, maj 2021

VSEBINA

1	Optični kabelski sistem (OKS).....	4
1.1	Optične kabelske spojke	4
1.1.1	Optična OPGW spojka	4
1.1.2	Optična zemeljska spojka	6
1.2	Zemeljski uvodni optični kabli.....	7
1.3	Optične in geometrijske karakteristike uvodnih optičnih kablov	8
1.4	Kabelski prehodi.....	9
1.5	Kabelske cevi in zaščita	9
1.5.1	Na drogu ali portalu.....	9
1.5.2	Izven stikališča	9
1.5.3	V stikališču	10
1.5.4	V stavbi	10
1.6	Kabelski jaški.....	10
1.6.1	Kabelski jaški ob drogu ali portalu.....	10
1.6.2	Odcepni jaški na trasi.....	11
1.7	Optični delilnik	11
1.8	Označevanje kablov, spojk in delilnikov	11
1.8.1	Označevanje kablov	11
1.8.2	Označevanje spojk.....	12
1.8.3	Označevanje delilnikov	13
1.9	Spajanje vlaken	13
2	Meritve in preizkušanja optičnih vlaken.....	14
2.1	Tovarniške meritve OPGW.....	14
2.2	Tovarniške meritve pri prevzemu OPGW	14
2.3	Meritve po transportu OPGW	14
2.4	Meritve pred polaganjem ZOK	15
2.5	Kontrolne meritve po delnem polaganju posameznih dolžin OPGW.....	15
2.6	Končne meritve in preizkušanja celotne optične trase	15
2.7	Poročila o meritvah za optiko in tehnična dokumentacija.....	16
2.8	Tehnična evidenca in izvedbena dokumentacija.....	17
3	Tabele ustreznostiTabela 6: Zahteve za optične spojke.	19

KAZALO SLIK

Slika 11: Shema optičnega kabelskega sistema.	4
--	---

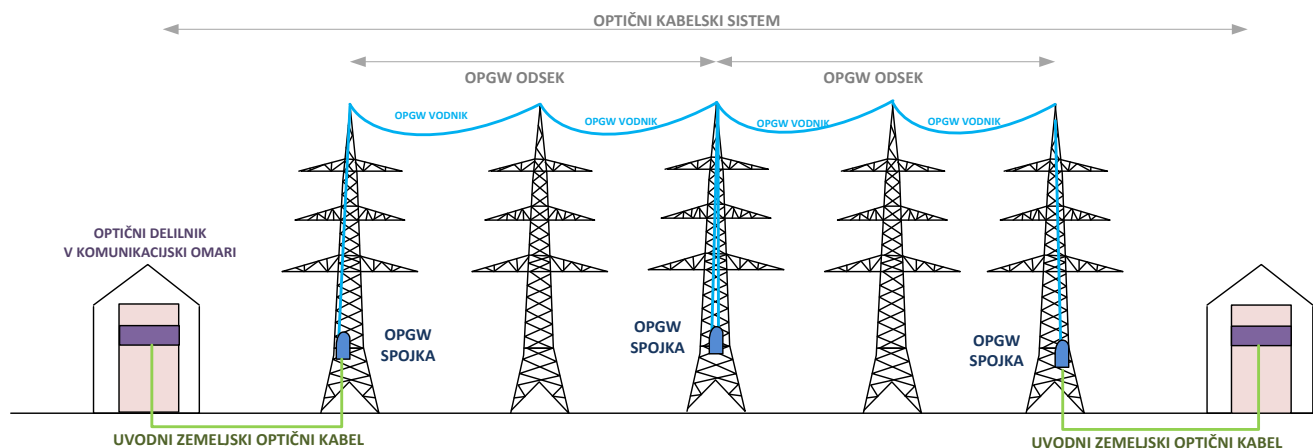
Slika 12: OPGW spojka.....	5
Slika 13: Primer poteka OPGW in pritrditev spojke na pasnik stebra.....	6
Slika 14: Primer poteka OPGW do spojke na 400 kV portalu z oporo spodnjega loka OPGW.....	6
Slika 15: Optična spojka za spajanje zemeljskih optičnih kablov.	7
Slika 16: Potek uvodnega zemeljskega optičnega kabla.	7
Slika 17: Primer preseka zemeljskega optičnega kabla.	9
Slika 18: LC/UPC optični konektor.	11
Slika 19: Optični delilnik-primer.	11
Slika 20: Oznaka za označevanje kablov.	12
Slika 21: Oznaka »POZOR LASER«.....	12
Slika 22: Piktogram »POZOR LASER«.....	13

KAZALO TABEL

3 Tabele ustreznosti	
Tabela 6: Zahteve za optične spojke.....	19
Tabela 7: Zahteve za zemeljske optične kable.....	20
Tabela 8: Zahteve za vgrajena optična vlakna.	21
Tabela 9: Zahteve za optični delilnik.	22
Tabela 10: Zahteve za cevi za zaščito zemeljskega optičnega kabla.	23

1 Optični kabelski sistem (OKS)

Optični kabelski sistem zajema celotno traso optičnega kabla od optičnega delilnika v enem objektu do optičnega delilnika v drugem objektu. Sestavljajo ga optični delilniki, uvodni zemeljski optični kabli, cevna kanalizacija, jaški, spojke ter OPGW odseki. Optični kabelski sistem deluje, če so vsa vlakna na posameznih odsekih med seboj povezana tako, da meritve slabljenja vlaken na celotnem delu iz enega objekta proti drugemu objektu izkazujejo pričakovane vrednosti (glej točko 2.6 tega dokumenta).



Slika 1: Shema optičnega kabelskega sistema.

1.1 Optične kabelske spojke

1.1.1 Optična OPGW spojka

OPGW spojke je treba predvideti:

- kjer so predvideni odcepi za prihodnje elektroenergetske objekte (razdelilne transformatorske postaje, hidroelektrarne ipd.),
- kjer so v bližini obstoječi energetske objekti (transformatorske postaje, daljnovodi distribucijskih podjetij, hidroelektrarne ipd.),
- kjer je v bližini avtocesta ali železnica ali objekti za obrambo ali varovanje,
- kjer so v bližini večji porabniki električne energije,
- kjer je v bližini komunikacijska infrastruktura komunikacijskih operaterjev (Telekom, A1 ipd.),
- kjer so v bližini večja naselja.

V kolikor potreb po namestitvi spojk, ki so navedena v prejšnjem odstavku, ni, lego spojke in s tem povezano dolžino odseka OPGW med dvema spojkama določi projektant. Določi jo tako, da predvidi največjo možno razdaljo OPGW odseka, ki je manjša ali enaka od zahtevane največje dolžine OPGW na bobnu iz tabele **Error!**

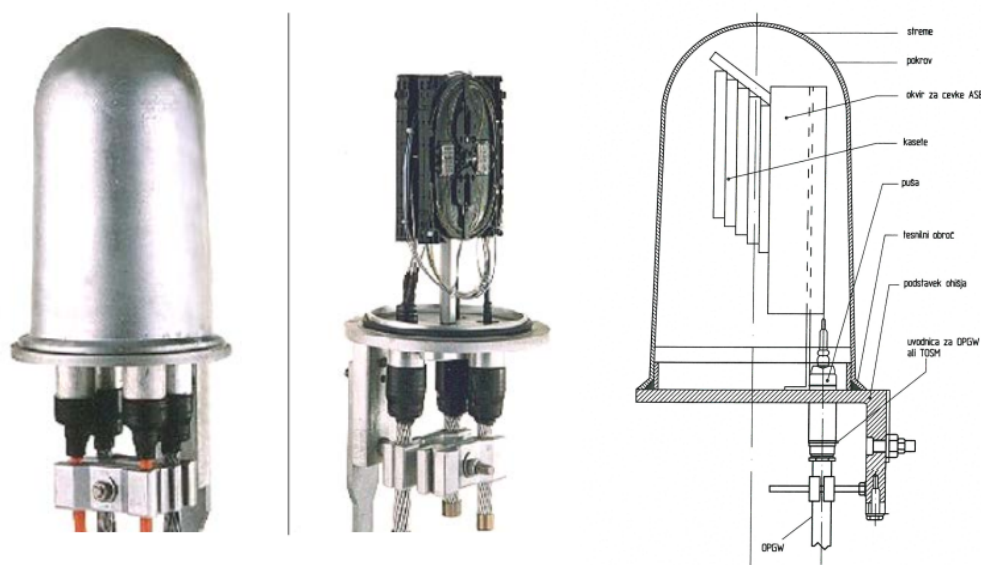
Reference source not found.. Pri tem se upošteva pravilo, da je spojko možno namestiti le na zateznem stebru DV.

Spajanje posameznih dolžin OPGW ter OPGW na uvodni kabel je izvedeno v kovinskih kabelskih spojkah skladno z zahtevami iz tabele **Error! Reference source not found..** Optične kabelske spojke morajo biti pritrjene na DV-stebrih praviloma na vogal v višini od 6 m do 15 m nad terenom, v portalu pa v višini 2 m do 3 m nad terenom. Kabelske spojke na DV-stebrih naj bodo privijačene na ozemljene kovinske konstrukcije s posebnimi pritrdilci/nosilci za pritrditev brez vrtanja oz. skladno s projektno dokumentacijo.

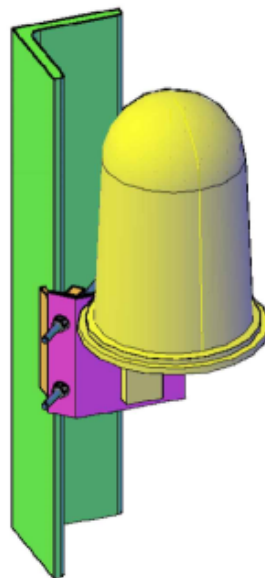
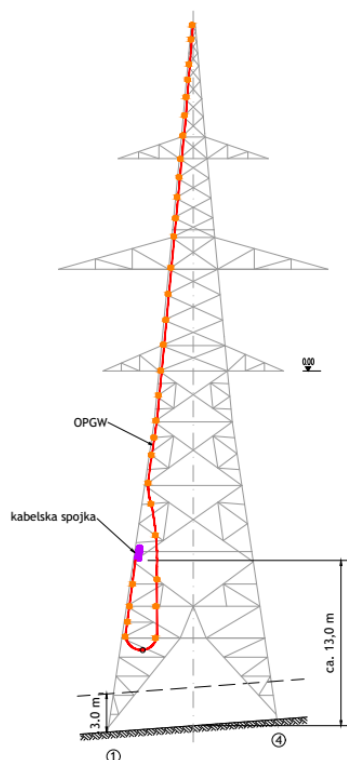
Kabelska konca OPGW se napelje od konice napenjalnega stebra do spojke po notranji bočni strani stebra vzporedno, njuno pritrditev in razmik pa omogočajo kabelski pritrdilci in distančniki. V spojko se ju uvede v loku od spodaj. Lok mora biti vsaj 3 m nad terenom in mora biti vsaj na enem mestu pritrjen. Na portalih je lok predvidoma nižje, do 1 m nad terenom.

Spajanje vlaken in izdelava spojke se izvaja na tleh ob mestu spojke. Spojka in izvedba pritrditve spojke in optičnega kabla morata omogočati večkratno in enostavno demontažo, odpiranje in ponovno montažo zaradi popravil ali uvajanja odcepnih kablov in prespajanja vlaken.

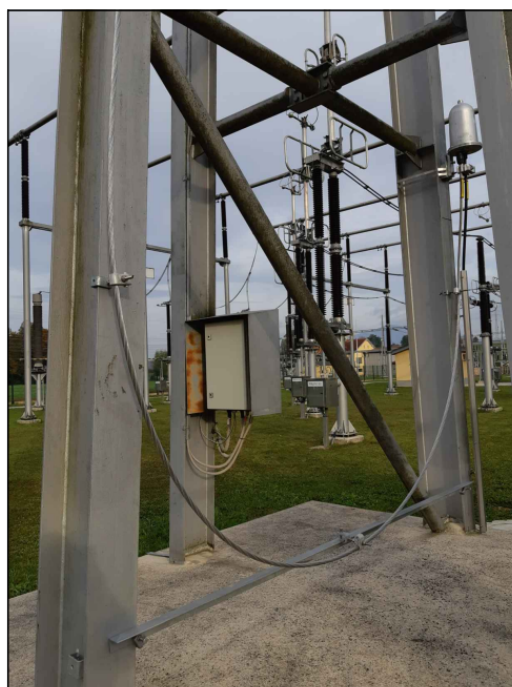
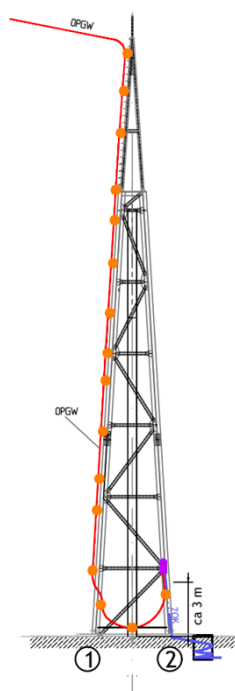
Vsi elementi okrog spojke morajo biti trdno pripeti na steber ali drugo nosilno konstrukcijo v primernih presledkih s korozijsko zaščitnimi elementi, ki pa ne smejo biti agresivni za zaščito nosilnih konstrukcij.



Slika 2: OPGW spojka.



Slika 3: Primer poteka OPGW in pritrditev spojke na pasnik stebra.



Slika 4: Primer poteka OPGW do spojke na 400 kV portalu z oporo spodnjega loka OPGW.

1.1.2 Optična zemeljska spojka

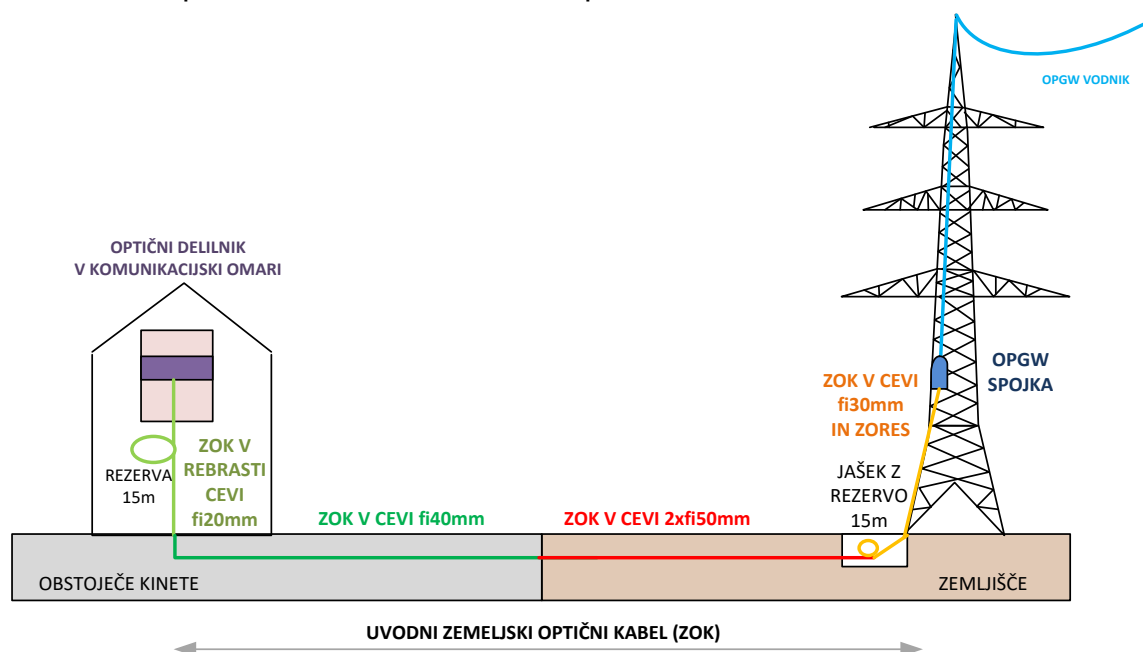
Plastična spojka mora biti skladna z zahtevami iz tabele 6 tega dokumenta.



Slika 5: Optična spojka za spajanje zemeljskih optičnih kablov.

1.2 Zemeljski uvodni optični kabli

Zemeljski uvodni optični kabel povezuje spojko OPGW in prostor s komunikacijskimi napravami. Trasa poteka uvodnega zemeljskega kabla je večinoma razdeljena na štiri dele, in sicer na prehod iz spojke do jaška ob drogu/portalu, traso od jaška do najbližje kinete, traso po kineti do stavbe ter traso po stavbi.



Slika 6: Potek uvodnega zemeljskega optičnega kabla.

Zemeljski uvodni optični kabel je položen v PE cev in poteka od optične spojke ob nogi portala ter skozi temelj in zemljo do kinete in komunikacijske omare. Uporabljen PE cev mora biti odporna na UV sevanje. Na izpostavljenih mestih se zemeljski kabel ščiti tudi mehansko in to s kovinskim kanalom. Spajanje se praviloma izvaja na tleh, zato morajo dolžine in položitev kablov ter način montaže spojke in kablov to omogočati.

Rezervna dolžina uvodnega zemeljskega kabla je nameščena v jašku za kabelsko rezervo pod stebrom oz. portalom in znaša najmanj 15 m.

Uvodni optični kabel mora biti vpihovan ali uvlečen v kabelsko cev PE, zakopano in vloženo v kabelske kanale, kjer le-ti so. Ne sme se polagati direktno v zemljo. Uvodnim kablom je treba na krivinah in v jaških zagotoviti zaščitno podporo tako, da ne more priti do upogiba kabla pod najmanjši dopustni polmer krivljenja.

Na trasi se mora upoštevati:

- dovoljeni radij krivljenja pri polaganju $\geq 20 \times D$ (D je zunanji premer kabla),
- največja dovoljena vlečna sila pri uvleki optičnega kabla mora biti ≤ 1500 N,
- krivni premer položenega kabla mora biti $\geq 15 \times D$.

V notranjosti zgradb morajo biti uporabljene samougasne PVC rebraste cevi, ki se položijo po kabelskih kinetah in koritih.

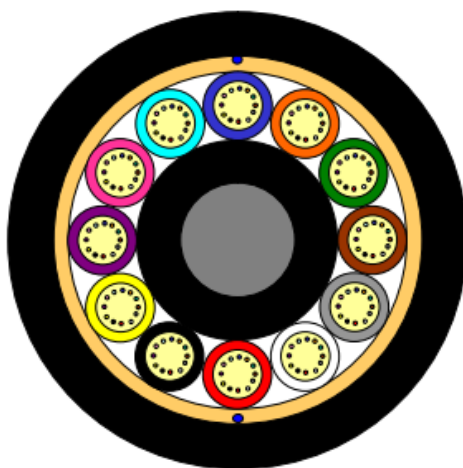
Rezervni del uvodnega zemeljskega optičnega kabla v stavbi mora biti najmanj 15 m in mora biti nameščen blizu mesta spajanja, zvit v svitku pod dvojnim podom in to na takem mestu, da ni moteč pri polaganju ostalih optičnih kablov. V primeru, da v zgradbi ni dvojnega poda, se rezervni del položi in pritrdi na primernem mestu, kjer bo zaščiten pred fizičnimi poškodbami (npr. kabelski prostor).

V primeru trase, daljše od 1000 m in poteka čez več jaškov, je v jašku treba namestiti dodatno rezervo kabla na vsakih 500 m do 1000 m (odvisno od konfiguracije terena). Rezerva naj bo najmanj 15 m in mora biti pritrjena na steno jaška v svitku.

Kjerkoli se stari optični kabli nadomeščajo z novimi optičnimi kabli, je treba pred polaganjem ali ob njem zagotoviti tudi za izvlek (demontažo) starih optičnih kablov in ustrezno skladiščenje v skladu s predpisanimi standardi - ISO (okoljevarstvenim 14001). V kolikor optičnega kabla ni mogoče izvleči, ga je treba označiti kot nedelujočega.

1.3 Optične in geometrijske karakteristike uvodnih optičnih kablov

Položeni zemeljski uvodni optični kabli morajo izpolnjevati zahteve iz tabele 7 in tabele 8 tega dokumenta.



Slika 7: Primer preseka zemeljskega optičnega kabla.

1.4 Kabelski prehodi

Kabelske uvode v stavbo ter prehode med prostori v zgradbi je treba zatesniti proti prehajanju vode, plinov in širjenju požara skladno z navodili upravljalca stavbe (kabelske uvednice, protipožarne vrečke, protipožarni premaz idr.).

1.5 Kabelske cevi in zaščita

Prehod med posameznimi kabelskimi cevmi različnega preseka mora biti izveden s termoskrčnimi cevmi.

1.5.1 Na drogu ali portalu

Od OPGW spojke do jaška se kabel zaščiti z UV odporno PE cevjo skladno z zahtevami tabele 10 (stran 23). Kovinski kanal mora segati od tal do minimalno 1,5 m na portalu oz. do minimalno 4 m na drogu in mora biti ozemljen na najbližjo ozemljitveno točko.

1.5.2 Izven stikališča

Za vsak optični kabel se položijo cevi, ki so skladne z zahtevami tabele 10. Cevi se položijo na globino ≥ 1 m, na kmetijskih zemljiščih pa $\geq 1,2$ m. V primeru približevanja ali križanja drugih infrastrukturnih objektov je dela treba izvajati ročno.

Pri prehodih cest, železnic ali druge gospodarske infrastrukture se skladno s priporočili ZEK-om položi dvakratna količina cevi. Kjer je dodatna obremenitev terena (prečkanje železnice, ceste idr.), je treba predvideti dodatno zaščito s PVC cevjo ≥ 100 mm in jih po potrebi dodatno zaliti z betonom.

Cevi morajo biti zaščitene 10 cm pod in 10 cm nad temenom s peskom (granulat 4–8 mm).

140
141 Opozorilni trak je treba namestiti 30 cm pod površjem oz. 40 cm nad zgornjim robom
142 cevi. Opozorilni trak je rumene barve z napisom »Pozor optični kabel ELES« ali
143 »Telekomunikacijski kabel ELES«. Cevi morajo biti spojene s cevnimi spojkami. Konce
144 neuporabljenih cevi je treba zatesniti s čepi.

145
146 Pri večjih razdaljah naj se, kjer je to mogoče, predvidijo vmesni jaški na 200–250 m
147 razdalje. V kolikor je trasa daljša od 250 m in ni vmesnih jaškov, je treba po zaključku
148 polaganja narediti tlačni preizkus cevne kanalizacije.

149
150 Cevi morajo zdržati nadtlak 8 barov pri 20 °C.

151
152 Za trase, daljše od 250 m, ki so brez vmesnih jaškov in so vkopane v zemljo, naj se
153 predvidi vpihavanje optičnega kabla.

154 **1.5.3 V stikališču**

155 Za cevi, ki se vkopljejo v stikališču, veljajo priporočila iz prejšnje točke, z izjemo
156 globine, ki je 0,5 m ter da ni potrebna zaščita s peskom.

157
158 Kjer se za polaganje uporabljajo obstoječe kabelske kinete ali obstoječa cevna
159 kanalizacija, je treba uporabiti enojno cev manjšega preseka, ki je skladna z zahtevami
160 tabele 10 tega dokumenta.

161 **1.5.4 V stavbi**

162 V stavbi morajo biti kabli položeni v cevi skladno z zahtevami tabele o ustreznosti cevi
163 za zaščito optičnega kabla (tabela 10).

164 **1.6 Kabelski jaški**

165 Materiali za jaške in pokrove morajo ustrezati zadnjim veljavnim standardom. Pokrovi
166 morajo biti v skladu s SIST EN 124-1 ali SIST EN 124-2 betonske cevi pa s STS-09.

167 **1.6.1 Kabelski jaški ob drogu ali portalu**

168 Kabelski jaški ob drogu ali portalu so namenjeni za rezervne dolžine optičnega kabla.
169

170 Predvidi se betonska cev $\phi 80$ cm globine 100 cm s polnim betonskim ali litoželeznim
171 pokrovom, ki je v nivoju zemlje.

172
173 Lega jaška je najbližja točka tistemu delu noge portala ali stebra, kjer je predvidena
174 namestitev OPGW spojke.

175

176 Uvod cevi v jašek mora biti pod nivojem zemlje. Cevi se v jašek uvedejo pod kotom.
177 Dolžina uvedenih cevi v jašku mora biti > 20 cm.

178 1.6.2 Odcepni jaški na trasi

179 Uporabljajo se za daljše trase ter na mestih predvidenega ali možnega odcepa trase.

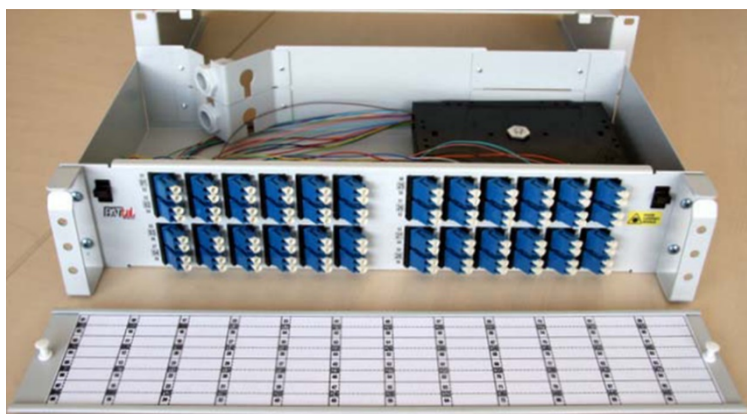
180
181 Predvidi naj se jašek s premerom ≥ 80 cm ali $1,2 \times 1,2$ m in z litoželeznim pokrovom
182 brez oznake.

183 1.7 Optični delilnik

184 Uvodni optični kabel se zaključuje v stavbi na optičnem delilniku, ki je nameščen v
185 omari optičnih delilnikov. Optični delilnik, v njega vgrajeni konektorji in zaključne
186 optične vrvice morajo izpolnjevati zahteve, navedene v tabeli ustreznosti za optične
187 delilnike (tabela 8).



188
189 Slika 8: LC/UPC optični konektor.



191
192 Slika 9: Optični delilnik-primer.

193 1.8 Označevanje kablov, spojk in delilnikov

194 1.8.1 Označevanje kablov

195 Položeni optični kabel mora biti opremljen z rumenimi UV odpornimi PVC napisnimi
196 tablicami, na katerih so vgravirani podatki o:

- 197 • tipu optičnega kabla z osnovnimi parametri (npr. TOSM 03 CMAN 9x12 652d
198 (0,22/0,34 dB),

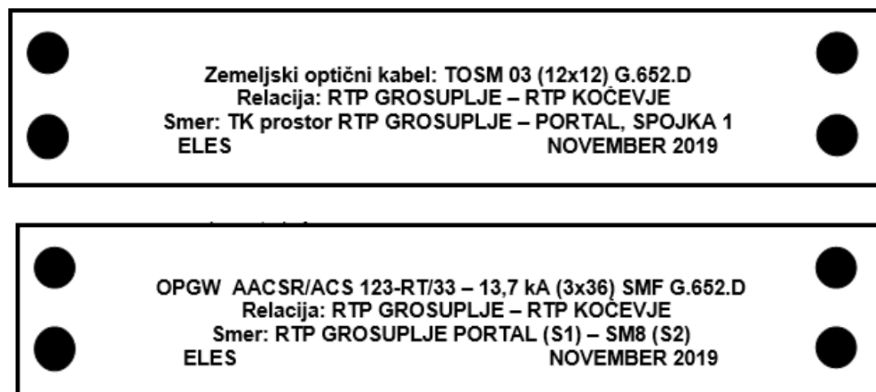
- 199 • relaciji in smeri (npr. TK prostor-S1 Beričevo-Okroglo),
- 200 • letu izdelave (npr. 2020) in
- 201 • lastniku (npr. ELES).

202

203 Napisne tablice morajo biti velikosti 40/50×80/120 mm in nameščene na:

- 204 • vstopni točki v TK prostor,
- 205 • vsaki strani požarne zapore,
- 206 • v dvojnem podu in na kabelskih policah (na največ 10 m),
- 207 • ob uvodu v omaro z optičnim delilnikom in v sam optični delilnik,
- 208 • ob uvodu v kabelsko spojko,
- 209 • na vseh mestih, kjer se zamenja smer ali se krivi,
- 210 • v pokritih kanalih na vsakih največ 100 m in na vejanju kinet,
- 211 • prehodu kabla v cev,
- 212 • prehodu skozi jašek,
- 213 • mestih, kjer je kabelska rezerva.

214



215

216

Slika 10: Oznaka za označevanje kablov.

217

218 Na spojkah, ob delilnikih in na vidnih mestih je treba dodati rdečo UV odporno PVC

219 tablico z vgraviranim opozorilom »POZOR LASER«.

220



221

222

Slika 11: Oznaka »POZOR LASER«.

223 1.8.2 Označevanje spojk

224 Kabelsko spojko je treba označiti z rumeno UV odporno plastično nalepko z

225 naslednjimi podatki:

- 226 • imenom spojke (npr. S1),
- 227 • imenom optičnega kabelskega odseka (npr. S1-S2 Beričevo-Okroglo),
- 228 • letom izdelave (npr. 2020) in

229 • imenom lastnika (npr. ELES).

230

231 Izvajalec spojke ali tisti, ki je spojko popravljaj naj na notranjo stran spojke ali
232 kasete prilepi čim manjšo nalepko z navedbami podjetja/osebe/datuma, ki je
233 spojko naredil ali popravil.

234 1.8.3 Označevanje delilnikov

235 Delilnik se označi z belo plastificirano nalepko z naslednjo vsebino:

- 236 • imenom delilnika (npr. PANEL A),
- 237 • imenom optičnega kabelskega odseka (npr. 1-24 konektor RTP Beričevo, 25-
238 48 konektor RTP Litija),
- 239 • letom izdelave (npr. 2016) in
- 240 • imenom lastnika (npr. ELES).

241

242 Izvajalec delilnika ali tisti, ki je delilnik popravljaj naj na notranjo stran delilnika ali
243 kasete prilepi čim manjšo nalepko z navedbami podjetja/osebe/datuma, ki je delilnik
244 naredil oz. popravil.

245

246 Delilnik je treba na čelni plošči dodatno označiti z ustreznim piktogramom za
247 »POZOR LASER«.



248

249 Slika 12: Piktogram »POZOR LASER«.

250 1.9 Spajanje vlaken

251 Optična vlakna se spajajo v spojkah in v delilniku na način varjenja s certificiranim
252 inštrumentom po vezalnih shemah, ki so vnaprej določene. Zahtevana povprečna
253 vrednost slabljenja spojev v spojkah ali na delilniku je $\leq 0,1$ dB, posameznega spoja
254 pa $\leq 0,25$ dB. Zvari morajo biti zaščiteni. Višek vlaken mora biti urejen in pritrjen v
255 kasetah, ki so sestavni del spojk ali delilnikov. V kolikor je vrednost slabljenja spoja
256 večja od zahtevane, se vlakno prekine in spajanje ponovi. Če se po dodatnih spajanjih
257 ne doseže zadovoljiv rezultat, se preide na spajanje ostalih vlaken. V primeru, da je
258 ostala vlakna mogoče zadovoljivo spojiti, se ponovno poskuša spojiti »problematično«
259 vlakno, vendar največ 6-krat. Če tudi v tem primeru ni mogoče ustrezno spojiti vlakna,
260 je treba v merilnem protokolu to posebej označiti.

2 Meritve in preizkušanja optičnih vlaken

V času dobave in gradnje OPGW in uvodnih kablov je treba izvesti naslednje meritve v vrstnem redu, kot so tu navedene:

- tovarniške kosovne meritve OPGW,
- tovarniške prevzemne meritve OPGW,
- meritve po transportu OPGW,
- meritve pred polaganjem ZOK (če dobavitelj ZOK kabla ni isti kot izvajalec OKS),
- kontrolne meritve po delnem polaganju posameznih dolžin OPGW in
- končne meritve optične trase.

2.1 Tovarniške meritve OPGW

Tovarniške meritve slabljenj optičnih vlaken na posameznem bobnu OPGW izvede proizvajalec z OTDR (angl. Optical Time Domain Reflectometer) za 1310, 1550, 1383 in 1625 nm ter jih preda ob prevzemu.

Rezultati morajo ustrezati zahtevam iz tabele 8, stran 20.

2.2 Tovarniške meritve pri prevzemu OPGW

Tovarniške meritve pri prevzemu izvede proizvajalec na od 3 do 15 % naključno izbranih vlaknih OPGW in jih preda ob prevzemu. Zahteve so podrobneje opisane v poglavju **Error! Reference source not found. Error! Reference source not found..**

Proizvajalec mora izdelati merilno poročilo, ki mu priloži originalne posnetke OTDR meritev.

Rezultati ne smejo bistveno odstopati od tovarniških meritev in morajo ustrezati zahtevam iz tabele 8, stran 20.

2.3 Meritve po transportu OPGW

Meritve po transportu OPGW se izvedejo in predajo družbi ELES ter izvajalcu elektromontažnih del razvlačenja OPGW. S tem se preveri, da se OPGW na transportu ni poškodoval. Izvede jih izvajalec elektromontažnih del ali izvajalec OKS.

Meritev se lahko izvede na zaporedno spojenih vlaknih ene bobenske dolžine OPGW.

Izvedejo se meritve slabljena vlaken z OTDR pri 1310 nm in 1550 nm iz obeh smeri. Rezultati ne smejo bistveno odstopati od tovarniških meritev in morajo ustrezati zahtevam iz tabele 8, stran 20.

298 Izvajalec mora izdelati poročilo o meritvah, ki mu priloži originalne posnetke OTDR
299 meritev.

300 **2.4 Meritve pred polaganjem ZOK**

301 Te meritve se izvedejo po dobavi ZOK in pred polaganjem, če je dobavitelj kabla drug
302 kot izvajalec. S tem se preveri, da se kabel pri transportu ni poškodoval. Izvede jih
303 izvajalec OKS. V kolikor je izvajalec tudi dobavitelj kabla, te meritve niso potrebne.

304

305 Meritev se lahko izvede na zaporedno spojenih vlaknih enega ZOK bobna.

306

307 Izvedejo se meritve slabljena vlaken z OTDR pri 1310 nm in 1550 nm. Rezultati ne
308 smejo preseči zahtevanih vrednosti iz tabele 8, stran 20.

309

310 Izvajalec mora izdelati poročilo o meritvah, ki mu priloži originalne posnetke OTDR
311 meritev.

312 **2.5 Kontrolne meritve po delnem polaganju posameznih dolžin** 313 **OPGW**

314 Po delnem polaganju posameznih dolžin OPGW je treba opraviti meritve slabljena
315 vlaken z OTDR pri 1310 nm in 1550 nm. Te omogočajo sprotno kontrolo doseganja
316 želenega slabljenja na spoju in preverjanje, ali je prišlo do poškodb pri montaži
317 posameznega bobna OPGW. Izvaja jih izvajalec OKS. Pogoji za izvedbo je, da se
318 posamezni bobni OPGW nameščajo zaporedno, od enega objekta proti drugemu.
319 Merilnega poročila ni treba izdelati, če so izmerjene vrednosti v zahtevanih mejah.
320 Izvajalec je dolžan nemudoma obvestiti družbo ELES, če pri polaganju posameznega
321 bobna OPGW izmeri bistvena odstopanja od zahtevanih vrednosti. V takih primerih je
322 treba izdelati merilno poročilo.

323 **2.6 Končne meritve in preizkušanja celotne optične trase**

324 Meritve po polaganju celotne optične trase izvede izvajalec OKS in jih preda družbi
325 ELES po zaključku vseh del polaganja OPGW in OKS. Izvajajo se od konektorja v
326 enem objektu, preko uvodnih kablov in OPGW odsekov do konektorja na delilniku na
327 drugem objektu.

328

329 Treba je preveriti pravilno zaporednost vlaken:

- 330 • z indikatorjem vidne svetlobe (za manjše razdalje) ali
- 331 • z meritvijo optične moči ali
- 332 • z OTDR s pomočjo zankanja vlaken.

333

334 Meritve se izvedejo skladno s SIST EN 61280-4-2 in ISO/IEC 14763-3.

- Izvedejo se meritve OTDR iz obeh smeri oz. iz vseh smeri na 1310 nm in 1550 nm za SM in na 850 in 1310 za MM kable:
 - posamezne odseke,
 - na vseh spojih in
 - na celotni trasi.
- Pri teh meritvah se mora obvezno uporabiti predvlakno. Želeno je, da se uporabi tudi zavlakno (dolžina > 500 m).
- Izvedejo se meritve optične moči na celotni trasi z uporabo optičnega vira in merilnika optične moči, s čimer se lahko preveri tudi zaporedje vlaken. Upošteva se standard ISO/IEC 11801.
- Izvede se vizualna kontrola čistoče konektorjev na končnih delilnikih.

Vsi konektorji na delilniku in priključnih vrvicah se pred meritvam in po njih očistijo v skladu z ISO/IEC 14763-3.

Izvedejo se tri zaporedne meritve, katerih povprečna vrednost je tudi rezultat meritev.

Pri tem se vlakna pred polaganjem in po njem med seboj ne smejo razlikovati po dolžini za več kot 0,2 % in po slabljenju ne za več kot $\pm 0,05$ dB/km.

Rezultati meritev morajo biti nižji od ocenjene vrednosti slabljenja celotne optične trase, ki se izračuna:

$A = \alpha_n \cdot L_n + a_{ss} \cdot N_s + a_{sc} \cdot N_c$ kjer so pomeni in izbrane vrednosti:

A	- slabljenje celotne trase [dB/km]	
α_n	- koeficient slabljenja vlaken [dB/km] (skladno s tehničnimi podatki o slabljenju dobavljenega kabla, oz. zahtevami iz tabele 8, stran 20)	
L_n	- dolžina vlakna [km]	
n	- zaporedna številka vlakna	
m	- celotno število dolžin v regeneratorskem odseku	
a_{ss}	- slabljenje spojev [dB]	privzeto 0,1 dB
N_s	- število spojev	
a_{sc}	- povprečno slabljenje konektorjev [dB]	privzeto 0,25 dB
N_c	- število konektorjev	

Izračunano slabljenje odseka je merilo za kakovostni prevzem izvedene relacije, naprej pa kot osnova za določitev terminalske opreme. Dejansko izmerjene vrednosti slabljenja morajo biti manjše od teh izračunanih.

2.7 Poročila o meritvah za optiko in tehnična dokumentacija

Poročilo o meritvah mora vsebovati:

- naziv projekta oz. objekta, na katerem se izvajajo meritve,
- začetna in končna točka merjenja,

- 377 • kraj, datum in uro meritev,
- 378 • temperaturo okolice,
- 379 • ime izvajalcev meritev (ime in priimek, titula, podjetje),
- 380 • tip merjenega kabla in vlakna ter približna dolžina merjenja,
- 381 • oznaka posameznega vlakna (zaporedna št., katera cevka in barva),
- 382 • opis in shemo testnega postopka in njegove posebnosti ter standard
- 383 (priporočilo), po katerem se preizkuša,
- 384 • uporabljeno opremo in instrumente (ime instrumenta, model, serijska št., verzija
- 385 programske opreme, datum zadnje kalibracije, proizvajalec),
- 386 • nastavitve instrumenta za to posamezno meritev,
- 387 • valovna dolžina, pri kateri se meri,
- 388 • rezultati meritev skladno s poglavjem 2.6 v primerjavi s predpisano vrednostjo,
- 389 pri tem je treba navesti predpisano oz. izračunano vrednost (za končne
- 390 meritve). Pri končnih meritvah je treba v merilnem poročilu prikazati rezultate:
- 391 - slabljenja na 850nm za MM, 1310 nm in 1550 nm za SM za posamezne
- 392 odseke optičnih dolžin,
- 393 - slabljenja na 850nm za MM, 1310 nm in 1550 nm za SM na posameznih
- 394 spojih,
- 395 - slabljenje na 850nm za MM, 1310 nm in 1550 nm za SM na celotni trasi;
- 396 • navesti je treba vzroke za odstopanja od pričakovanih rezultatov,
- 397 • izjava izvajalca meritev in podpis nadzornega predstavnika družbe ELES (ki
- 398 preveri, da so meritve ustrezne),
- 399 • merilnemu poročilu morajo biti priloženi OTDR posnetki meritev. Na njem je
- 400 vidna krivulja slabljenja vzdolž regeneratorskega polja ter vsi nastavljeni
- 401 parametri merilnega instrumenta (širina impulza, refrakcijski faktor, valovna
- 402 dolžina, faktor dolžinske korekcije, faktor slabljenja/km, čas merjenja, merilni
- 403 doseg idr.).

404 **2.8 Tehnična evidenca in izvedbena dokumentacija**

405 Za vse nameščene kable je treba pridobiti dokumente, ki so skladni z veljavnim
406 Gradbenim zakonom in Pravilnikom o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije.

407
408 Treba je pridobiti vsaj Projekt izvedenih del in dokazilo o zanesljivosti objekta oz.
409 Izvršilna tehnična dokumentacijo in poročila o meritvah za enostavne objekte.
410 Dokumenti morajo biti dostavljeni v papirni in elektronski obliki.

411
412 Dokumenti, ki jih je treba obvezno pridobiti v originalni elektronski obliki (AutoCAD,
413 Word ipd.), so:

- 414 • vezalna shema in sheme, iz katerih je razvidna dejanska dolžina trase (dobljena
- 415 z meritvami), dejanske dolžine posameznih odsekov med spoji, vključno z
- 416 rezervnimi dolžinami (spojke, delilniki), dobljenimi iz meritev po polaganju,

oznaka kabla z oštevilčenimi spojkami, delilniki in konektorji, ter cevkami in vlakni v posameznih cevkah;

- elaborat za vpis v ZK GJI (Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture).

Dokumentacija se hrani v arhivu tistega CIPO, ki je zadolžen za predmetni kabel in v arhivu PITK.

Celotni optični kabelski sistem (OPGW, uvodni kabli, spojke, cevi, jaški) je treba vnesti v naslednje evidence:

- V ZK GJI, skladno z zadnjim pravilnikom za tovrstne vpise in zadnjim veljavnim Zakonom o elektronskih komunikacijah. Vpis se izvede na podlagi izdelanega elaborata za vpis v ZK GJI. Za novo položene uvodne kable in cevi je treba predhodno izvesti geodetski posnetek. Podatke o poteku OPGW se izvozi iz obstoječih podatkov o daljnovodu iz GIS evidence družbe ELES, s katero upravlja PUSP. Vpis izvede izvajalec, ki mu je ta vpis oddan z naročilom. Pred oddajo elaborata mora pridobiti potrditev PUSP in PITK o ustreznosti vsebine elaborata.
- V prostorski informacijski sistem družbe ELES na podlagi elaborata o vpisu v ZK GJI. Vpis izvede ELES/PUSP.
- V tehnično evidenco družbe ELES, v MAXIMO. Vpis izvede ELES/PUSP na podlagi podatkov in dokumentacije, ki jo prejme od zadolženega za novo zgrajeni objekt (ELES/CIPO).
- V tehnično evidenco družbe ELES, v Bazo podatkov za optiko, s katero upravlja PITK. Vpis izvede PITK na podlagi prejete dokumentacije.

V primeru naknadnih sprememb ali sanacij kablov je treba ažurirati spremembe v vseh zgoraj navedenih evidencah.

444 **3 Tabele ustreznosti** **Tabela 1: Zahteve za optične spojke.**

Opis	Zahtevane lastnosti
OPGW SPOJKA	
Material	nerjavna pločevina
Št. uvodnic	4
Stopnja zaščite	IP67 ali IP68 po SIST EN 60529
	Odporna proti strelom iz strelnega orožja do kalibra 9 mm iz razdalje 15 m.
Priloženi obvezni material	Uvodnice za OPGW in/ali za uvodne zemeljske optične kable ter kovinski čepi, kjer so potrebni (število posameznih uvodnic ali čepov bo določeno ob naročilu).
	Kasete za spajanje za vsa vlakna (≥ 108)
	Tesnilni in montažni material ter material za pritrditev in zaščito vlaken
	Kovinski pritrdilec za pritrditev v vogal brez vrtanja ali pritrdilec na portal (definirano ob naročilu)
Temperaturno območje delovanja	Od -40 °C do +80 °C
ZEMELJSKA SPOJKA	
Material	plastika
Št. uvodnic	≥ 4
Stopnja zaščite	IP68 po SIST EN 60529
Primerna za način montaže	Za jašek in direktno v zemljo
Temperaturno območje delovanja	Od -40 °C do +65 °C
Priloženi obvezni material	Kasete za spajanje za vsa vlakna (≥ 144)
	Tesnilni in montažni material

445

446

Tabela 2: Zahteve za zemeljske optične kable.

Opis	Zahtevane vrednosti
Tip kabla	TO SM 03 CMAN ¹
Skladno s standardom	SIST EN 60794-1-2X
Število vlaken	≥ št. vlaken v OPGW, oz. ≥ 144 za samostojne zemeljske kable
Število vlaken v posamezni cevki	12
Barva označitev sekundarne zaščite vlaken in cevk	IEC 60304
Odpornost	Na glodavce (angl. anti-rodent)
	Na vodo (angl. water-blocking)
Datum izdelave kabla	≤ 1 leto od dobave
Zahtevane oznake na kablu	Tip, leto izdelave, tekoči metri, optično okno, proizvajalec
Splošne zahteve	Nekovinski
	Brez halogenski
	Primeren za polaganje zunaj, za vpihovanje in za polaganje notri
Temperaturno območje delovanja	od -20 do +60 °C

¹ TO SM 03 CMAN: TO (TK Optični kabel), SM (enorodovna vlakna), 03 (polietilenski plašč) CMAN (C-cevasta sekundarna zaščita, M-polnjen kabel, A-z armiranimi vlakni, N-brekovinski)

449

450

Tabela 3: Zahteve za vgrajena optična vlakna.

Opis	Enota	Zahtevane vrednosti
Naziv vlakna		SMF
Ustreza standardu		ITU-T G.652.D
Premer obloge	μm	$125,0 \pm 1,0$
Ekscentričnost jedra in obloge	μm	$\leq 0,6$
Ekscentričnost obloge	%	$\leq 0,8$
Premer sekundarne zaščite	μm	$(242-245) \pm 7$
Napaka koncentričnosti sekundarne zaščite in obloge	μm	< 12
Premer rodovnega polja pri valovni dolžini 1310 nm	μm	$(9,1-9,2) \pm 0,5$
Mejna valovna dolžina kabliranega vlakna	nm	≤ 1260
Slabljenje pri valovni dolžini 1310 nm	dB/km	$\leq 0,34$
Slabljenje pri valovni dolžini 1383 nm (hidroksilni vrh)	dB/km	$\leq 0,31$
Slabljenje pri valovni dolžini 1550 nm	dB/km	$\leq 0,21$
Slabljenje pri valovni dolžini 1625 nm	dB/km	$\leq 0,24$
Največje povečanje slabljenja v valovnem področju 1285 nm - 1330 nm glede na referenčno valovno dolžino 1310 nm	dB/km	$\leq 0,03$
Največje povečanje slabljenja v valovnem področju 1525 nm - 1575 nm glede na referenčno valovno dolžino 1550 nm	dB/km	$\leq 0,02$
Slabljenje točk nezveznosti pri valovni dolžini 1310 nm	dB	$\leq 0,05$
Slabljenje točk nezveznosti pri valovni dolžini 1550 nm	dB	$\leq 0,05$
Koeficient barvne disperzije pri valovni dolžini 1550 nm	ps/nm km	$\leq 18,0$
Valovna dolžina nične disperzije	nm	$1300 \leq \lambda_0 \leq 1322$
Strmina barvne disperzije pri valovni dolžini nične disperzije	ps/nm ² km	$\leq 0,092$
Koeficient polarizacijske rodovne disperzije	ps/ $\sqrt{\text{km}}$	$\leq 0,2$
Koeficient polarizacijske rodovne disperzije PMD _Q - LDV	ps/ $\sqrt{\text{km}}$	$\leq 0,08$

451

Tabela 4: Zahteve za optični delilnik.

Opis	Zahtevane vrednosti
Število konektorjev	≥ 108 (skladno s številom vlaken v optičnem kablu)
Tip konektorja/brušenje	LC/UPC premium Skladen s SIST EN 61754-20
Izgube pri vsevanju za konektor	Skladno s SIST EN 61300-3-34 maks. ≤ 0,25 dB tipično ≤ 0,15 dB
Povratne izgube za konektor	Skladno s SIST EN 61300-3-6 ≥ 45 dB
Mehanske, klimatske, dimenzijske zahteve za konektorje	Skladno s SIST EN 61300-2-X
Material ferule konektorja	Keramika
Število ponovljivosti spajanja na konektorju	≥ 1.000
Postavitev konektorjev na ohišju	Pod kotom 45° Fiksno, brez premikanja
Zvarne kasete	vgrajene za št. vlaken ≥ 108
Lastnost ohišja	Primeren za vgradnjo v TK omaro 19" Iz nerjavne pločevine prebarvane z zaščitno barvo Razstavljiv Z uvodnicami za vsaj dva kabla Enostavna zamenjava spojnikov brez vpliva na ostala vlakna Večja razdalja med spojniki Oznaka konektorjev na levi strani, od leve proti desni Pred vgradnjo potrebno pridobiti potrditev družbe ELES
Priloženi zaključni optični kabli	Minimalni krivni polmer ≤ 25 mm Dolžine 2 m Izpolnjujejo enake lastnosti kot so zahtevane v tabeli 2 Cevka z vlaknom je »semi tight« Plašč je brez halogenski, nekovinski, brez gela Zaključni kabli morajo biti preskušeni po EIA-RS-364 ali EIA-RS-455 FOTP

Tabela 5: Zahteve za cevi za zaščito zemeljskega optičnega kabla.

Opis	Zahtevane lastnosti
Skupna zahteva za cevi	Skladno s SIST EN 61386 ali SIST EN 13476-1 Želeno je, da imajo STS.
Zaščitna cev na portalu ali daljnovodnem stebru	PE $\leq \varnothing 25$ mm UV odporna Cev je dodatno zaščitena s nerjavečim kovinskim kanalom (ZORES)
Zaščitna cev za polaganje v zemljo	PE HD 2 $\times \varnothing 50$ mm Pri novogradnjah je treba pri polaganju v zemljo upoštevati, da se za en optični kabel položi ena cev PE HD 2 $\times \varnothing 50$ mm kanalizacija. Polnostenska kanalizacija za telekomunikacije (črna cev z oranžno črto). Cevi morajo biti izdelane iz polietilenske mase, zahtevana gostota večja kot 0,925 g/cm ³ . Dimenzije: zunanji premer min. 50 mm, maks. 50,5 mm; debelina stene min. 3,7 mm, maks. 4,5 mm Notranja površina mora biti gladka in po celotni dolžini fino ožlebljena primerna za uvlačenje in vpihovanje Pri prehodih cest, železnic ipd. dodatno zaščitena s PVC cevmi $\varnothing \geq 110$ mm
Zaščitna cev za polaganje v stikališču v obstoječe kinete	PE $\varnothing 40$ ali 32 mm
Zaščitna cev v objektu	PVC fleksibilna samougasna $\varnothing 20$ –22 mm