

# **INSTALACIONI PROVODNICI I KABLOVI**

# SADRŽAJ

<b>1. Električne instalacije .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Materijali za izradu instalacionih provodnika i kablova .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Neizolovani (goli) instalacioni provodnici .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Energetski izolovani provodnici.....</b>	<b>4</b>
4.1 Označavanje energetskih izolovanih provodnika.....	6
4.2 Primeri energetskih izolovanih provodnika .....	7
<b>5. Energetski kablovi .....</b>	<b>11</b>
5.1 Označavanje energetskih kablova.....	11
5.2 Primeri energetski kablova .....	11
<b>6. Pribor i alat za energetske provodnike i kablove.....</b>	<b>13</b>
<b>7. Telekomunikacioni provodnici i kablovi.....</b>	<b>19</b>
7.1 Telefonski instalacioni provodnici i kablovi .....	19
7.2 Koaksijalni kabl.....	21
7.3 Kabl sa upredenim paricama (UTP, STP, FTP i S-FTP) .....	22
7.4 Optičko vlakno i optički kabl .....	24
<b>8. Pribor i alat za telekomunikacione kablove.....</b>	<b>26</b>
<b>9. Vežbe .....</b>	<b>28</b>
9.1 Međusobno spajanje provodnika .....	28
9.2 Priprema krajeva provodnika za priključivanje na vijke .....	30
9.3 Krimpovanje kablovskih papučica .....	31
9.4 Krimpovanje konektora RJ-11 i RJ-12 na pljosnati telefonski kabl.....	33
9.5 Krimpovanje konektora RJ-45 na UTP kabl.....	35

# 1. Električne instalacije

Električne instalacije izvode se u objektima u kojima se koriste potrošači električne energije. Električne instalacije podeljene su na:

1. **Gromobranske instalacije**, koje štite ljude i objekte od štetnog delovanja atmosferskog električnog pražnjenja.
2. **Telekomunikacione instalacije**, koje omogućavaju prenos podataka. Kod telekomunikacionih instalacija naizmenični napon između provodnika, ili prema zemlji, je do 50V, a jednosmerni do 120V. U telekomunikacione instalacije spadaju telefonske instalacije, instalacije interfona, instalacije računarskog sistema, instalacije zajedničkih radio i TV antena, instalacije razglasa itd.
3. **Signalne instalacije**, u koje spadaju protivpožarne instalacije, protivprovalne instalacije, instalacije električnog zvona i instalacije poziva u hotelima i bolnicama.
4. **Elektroenergetske instalacije**, koje omogućavaju prenos električne energije od priključka na električnu mrežu niskog napona do potrošača, odnosno prijemnika električne energije. Ove instalacije zovu se još i električne instalacije niskog napona. Električna mreža prenosa je razgranat sistem sastavljen od električnih vodova i trafostanica, koji omogućava razvođenje i prenos električne energije. Kod električne mreže niskog napona linijski napon (napon između dva fazna provodnika) je manji od 1000V. Dalekovodi su električni vodovi čiji je linijski napon veći od 1kV.

Elektroenergetske i gromobranske instalacije spadaju u grupu instalacija jake struje, a telekomunikacione i signalne instalacije spadaju u grupu instalacija slabe struje.

Za izradu električnih instalacija koristi se elektroinstalacioni materijal u koji spadaju instalacioni provodnici i kablovi, instalacione cevi, instalacione kutije, sijaličnih grla, prekidači, priključnice, osigurači, sklopke, releji, brojila.

## 2. Materijali za izradu instalacionih provodnika i kablova

Provodnici se primenjuju za prenos električne energije od izvora električne energije do prijemnika električne energije. Za izradu instalacionih provodnika i kablova koriste se metalne žice koje se najčešće izrađuju od bakra i aluminijuma.

Specifična otpornost bakra je  $\rho=0,017\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  (električna otpornost je  $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ ), a

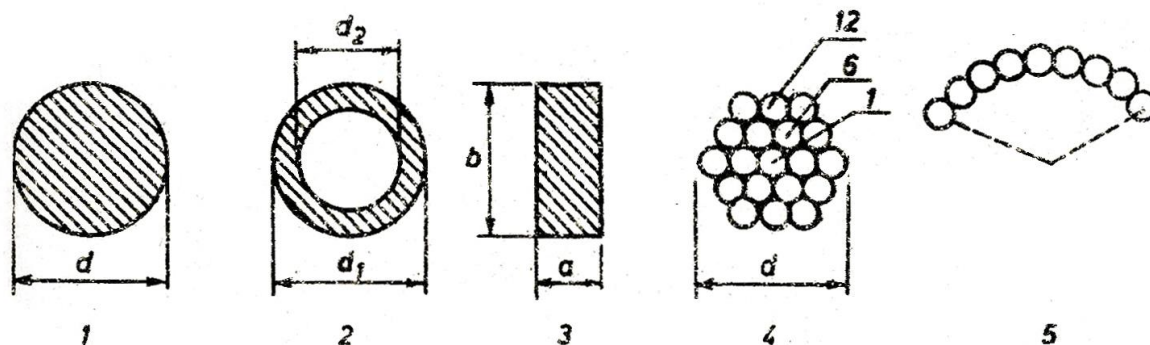
specifična provodnost  $\gamma=58\text{Sm}/\text{mm}^2$  (električna provodnost je  $G = \gamma \cdot \frac{S}{l}$ ). Specifična

otpornost aluminijuma je  $\rho=0,028\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ , a specifična provodnost  $\gamma=35\text{Sm}/\text{mm}^2$ .

Aluminijumski provodnici imaju nižu cenu od bakarnih, ali je cena instalacija izvedenih aluminijumskim provodnicima veća od cene instalacija izvedenih bakarnim provodnicima zbog toga što aluminijumski provodnici moraju da imaju veći poprečni presek jer je specifična provodnost aluminijuma manja od specifične provodnosti bakra. U sredinama u kojima postoje alkalna isparenja, odnosno isparenja alkalija (hidroksidi alkalnih metala, na primer NaOH ili KOH), zabranjena je upotreba neizolovanih aluminijumskih provodnika, jer u takvim sredinama aluminijumski provodnici lako korodiraju. Aluminijumski provodnici koji su presvučeni bakarnim slojem (10 do 20%), mogu se koristiti na svim mestima gde se koriste i provodnici od čistog bakra.

### 3. Neizolovani (goli) instalacioni provodnici

Neizolovani (goli) instalacioni provodnici su metalne žice različitog oblika poprečnog preseka, bez izolacije.



Slika 3.1 Vrste preseka provodnika: 1 – okrugli ili pun, 2 – cevni, 3 – pljosnati, 4- užasti, 5 - sektorski

Neizolovani provodnici primenjuju se za izradu:

- Vazdušnih mreža, pri čemu ih danas sve više zamenjuju samonosivi kablovski snopovi (SKS).
- Fabričkih instalacija, pri čemu se smeštaju u kanale u kojima se nalaze izolacioni nosači.
- Razvodnih postrojenja.

Neizolovani provodnici premazuju se standardnim zaštitnim bojama da bi se prema boji mogla odrediti vrsta struje (jednosmerna, monofazna, trofazna) i faza provodnika. Za jednosmernu struju koriste se **crvena** i **plava** boja. Za monofaznu struju **ljubičasta** boja se koristi za fazni, a **žuta** za nulti provodnik. Za trofaznu struju **žuta**, **zelena** i **ljubičasta** boja koriste se za fazne provodnike, svetlosiva, bela ili crna sa crvenom uzdužnom prugom za nulti provodnik i svetlosiva ili crna sa žutim poprečnim prugama za zaštitni provodnik.

### 4. Energetski izolovani provodnici

Energetski izolovani provodnici upotrebljavaju se u elektroenergetskim električnim instalacijama za prenos električne energije od priključka na električnu mrežu niskog napona do potrošača, odnosno prijemnika električne energije. Energetski izolovani provodnici podeljeni su na:

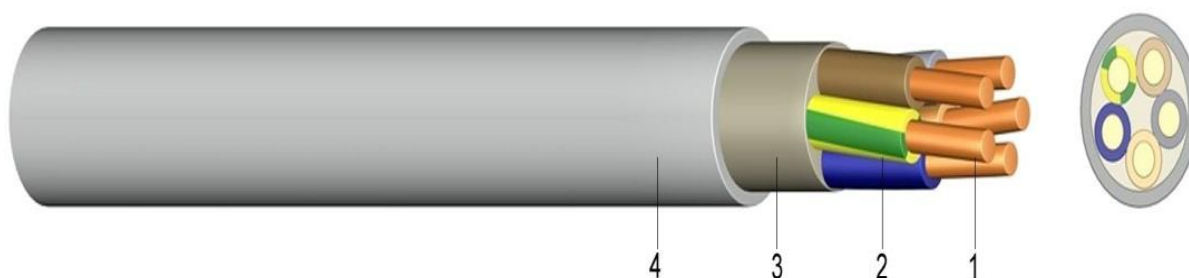
1. Instalacione energetske provodnike, koji se upotrebljavaju za polaganje iznad i ispod maltera, a mogu da se koriste i kao vazdušni vodovi za raspon do 20m.
2. Provodnike za pokretne prijemnike (rashladni uređaji, usisivač, mašina za pranje veša, električni štednjak, TEA peć, grejalica, fen, laki radionički električni alati kao što su bušilica i brusilica i dr.).
3. Provodnike za svetiljke i druge prijemnike malih snaga.

Konstrukciju energetski izolovanog provodnika (slika 4.1) čine sledeći elementi:

1. Provodnik (žica).
2. Izolacija.

3. Ispuna.

4. Plašt.



Slika 4.1 Energetski izolovani provodnik

Provodnik je žica od bakra ili aluminijuma, okruglog (punog), užastog ili sektorskog preseka. Provodnici punog preseka upotrebljavaju se kao instalacioni energetski provodnici. Provodnici užastog preseka mogu biti finožični (licnasti) i mnogožični. Finožični provodnici imaju veći broj žica manjeg prečnika, a upotrebljavaju se za pokretne prijemnike. Mnogožični provodnici imaju manji broj žica većeg prečnika, a upotrebljavaju se kao instalacioni energetski provodnici. Provodnici sektorskog preseka upotrebljavaju se za izradu energetskih kablova koji se od energetskih provodnika razlikuju po tome što imaju ojačanu konstrukciju koja omogućava polaganje energetskih kablova po najtežim terenima kao što su reke i mora, ili u metalne konstrukcije. Površine (u  $\text{mm}^2$ ) poprečnih preseka energetski izolovanih provodnika su 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185 i 240.

Preko provodnika se nanosi sloj izolacije, koja se, zavisno od namene provodnika, izrađuje od različitih materijala kao što su: termoplastične mase (polivinil-hlorid – PVC, polietilen i dr.), guma, impregnirani papir (otporan na vlagu i truljenje) i tekstil.

Termoplastične mase su hemijska jedinjenja koja se dobijaju hemijskom reakcijom koja se naziva polimerizacija (postupak dobijanja složenog molekula od većeg broja prostih molekula). Termoplastične mase otporne su prema: slanoj vodi, razblaženim kiselinama i bazama, petroleju, uljima i termitima (pacovi ih grizu); gore samo ako su neposredno ispod plamena, ali se plamen ne širi; imaju veliki omski otpor, ne nagrizaju metalne provodnike i zato nije potrebno štiti provodnike. Kablovi izolovani termoplastičnim masama su lakši i savitljiviji od kablova izolovanih impregniranim papirom, ali imaju manju temperaturu kratkog spoja zbog čega je potrebno da budu većeg preseka, a to je nepovoljno kod kablova veće dužine, pa se zato i dalje koriste kablovi izolovani impregniranim papirom. Temperaturni opseg rada termoplastične mase je uglavnom od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $70^{\circ}\text{C}$ . Zavisno od vrste termoplastične mase od koje su izrađene izolacija i plašt, provodnici sa izolacijom i plaštom od termoplastične mase upotrebljavaju se kao instalacioni energetski provodnici, provodnici za pokretne prijemnike i provodnici za svetiljke; za priključenje termičkih uređaja u domaćinstvu (električni štednjak, TEA peć, grejalica i dr.), mogu da se koriste samo pod uslovom da ne mogu da dođu u dodir sa delovima čija je temperatura veća od  $85^{\circ}\text{C}$ . Provodnici koji imaju izolaciju i plašt od termoplastične mase otporne na uticaj atmosferilija (kiša, sneg, grad, magla), upotrebljavaju se i za spoljnu montažu kao vazdušni vodovi; takvi provodnici imaju oznake PP/A i PP/O.

Guma se dobija zagrevanjem kaučuka (mlečni sok koji proizvode neke biljke) sa sumporom (postupak se naziva vulkanizacija). Zbog prisustva sumpora u gumi, bakarni provodnik mora se pocinkovati ili pokalajisati da ga sumpor ne bi nagrizao. Nova guma ima veliku omsku otpornost koja se vremenom smanjuje zbog starenja gume; da bi se sprečili kvarovi, guma se ne upotrebljava za izradu kablova koji se

polazu u zemlju; upotrebljava se samo za izradu provodnika za priključenje pokretnih prijemnika. Provodnici sa izolacijom i plaštom od gume nisu namenjeni za trajnu upotrebu na otvorenom prostoru. Provodnici GT/J, sa izolacijom od gume i tekstilnom oplatom jače konstrukcije, upotrebljavaju se za termičke prijemnike kao što je električna pegla, u suvim i vlažnim prostorijama i otvorenom prostoru u uslovima srednje velikih mehaničkih naprezanja. Provodnici sa izolacijom od gume i plaštom od neoprena (sintetička guma) otporni su na uticaj atmosferilija (kiša, sneg, grad, magla), i zbog toga mogu da se koriste u vlažnim prostorijama, a mogu se i trajno upotrebljavati na otvorenom prostoru; takvi provodnici imaju oznaku GN/A. Temperaturni opseg rada gumene izolacije je od -20°C do 60°C.

Provodnik (žica) sa izolacijom čini žilu. Energetski izolovani provodnici mogu da imaju od jedne do sedam žila, koje su uporedne ili se upredaju (použavaju) i obrazuju jezgro. Boja izolacije žile određuje njenu namenu. Fazne žile, odnosno fazni provodnici imaju izolaciju crne, braon i sive boje, nulti provodnik ima izolaciju plave boje, a zaštitni provodnik ima izolaciju žuto-zelene boje.

Da bi se dobio kružni oblik jezgra, između i oko žila dodaje se ispuna od nevulkanizovane gume.

Plašt štiti jezgro od vlage, a izrađuje se od gume ili termoplastične mase.

Trajno dozvoljene struje energetski izolovanih provodnika zavise od: površine poprečnog preseka provodnika, materijala provodnika (bakar ili aluminijum), materijala izolacije, tipa električnog razvoda (provodnik u vazduhu, na malteru, ispod maltera itd.) i temperature okoline. Ako je temperatura okoline manja od 20°C, tada se trajno dozvoljena struja povećava. Ako je temperatura okoline veća od 20°C, tada se trajno dozvoljena struja smanjuje, pri čemu je smanjenje veće za provodnike sa gumenom izolacijom.

#### 4.1 Označavanje energetskih izolovanih provodnika

Oznaka energetskih izolovanih provodnika, prema srpskom standardu SRPS N.C3.220, sastoji se od pet grupa slovnih simbola i brojčanih oznaka.

##### **I grupa**

**Prvo slovo**, u prvoj grupi, označava posebnu namenu provodnika i piše se samo ako provodnik nema opštu primenu. Za označavanje provodnika posebne namene koriste se sledeće slovne oznake:

- A** – automobilski,
- B** – brodski,
- D** – za dizalice,
- Ž** – železnički,
- Z** – za zavarivanje,
- S** – za svetiljke itd.

**Drugo i treće slovo**, u prvoj grupi, označavaju materijal izolacije žile i materijal plašta, respektivno; koriste se sledeće slovne oznake:

- P** – polivinil-hlorid (PVC),
- G** – guma,
- S** – silikonska guma,
- IP** – impregnirani papir
- N** – neopren (sintetička guma) itd.

## II grupa

Drugu grupu čini jedan slovni znak, odvojen od prve grupe kosom crtom, koji ukazuje na konstrukciona svojstva provodnika, značajna za njegovu primenu:

- A** – otporan na atmosferilije,
- F** – finožični,
- M** – mnogožični,
- L** – laka konstrukcija,
- J** – jača konstrukcija,
- R** – razmaknute žile,
- N** – nezapaljiv,
- O** – ojačan, samonosiv,
- U** – uporedne žile itd.

## III grupa

Treća grupa slovnih simbola daje bliže podatke o zaštitnom provodniku (žili), o materijalu i obliku poprečnog preseka provodnika. Za označavanje zaštitnog provodnika žuto-zelene boje, koristi se slovna oznaka **Y**. Ako je provodnik izrađen od bakra i okruglog preseka, tada se ova grupa ne unosi u oznaku. Sa **A** se obeležava provodnik od aluminijuma, a sa **S** sektorski presek. Ova grupa simbola odvojena je povlakom od druge grupe.

## IV grupa

Četvrta grupa brojčanih simbola ispisuje se iza treće grupe, pomerena za jedan znak. Prvi broj označava broj žila, a drugi broj površinu poprečnog preseka metalne žice svake pojedinačne žile u  $\text{mm}^2$ , na primer, 5x2,5 označava petožilni provodnik preseka  $2,5 \text{ mm}^2$ . Ako je nulti provodnik manjeg preseka od faznog, tada oznaka ima malo drugačiji oblik, na primer, 3x25+16.

## V grupa

Peta grupa simbola označava nazivni napon ( $U_0$ ) između provodnika i zemlje i nazivni napon ( $U$ ) između dva fazna provodnika, pri čemu su vrednosti napona razdvojene kosom crtom i izražene su u kV, na primer 20/35kV. Nazivni naponi se obično označavaju ako su veći od 1kV.

Za označavanje energetski izolovanih provodnika često se koriste i oznake po nemačkom DIN standardu (*Deutsches Institut für Normung* – nemački nacionalni institut za standardizaciju). U primerima koji slede, za pojedine provodnike biće prikazane i oznake po DIN standardu.

### 4.2 Primeri energetskih izolovanih provodnika



**Slika 4.2** Provodnik P 1 (oznaka po DIN standardu je H07V-U  $1 \text{ mm}^2$  450/750V)

Na slici 4.2 prikazan je jednožilni energetski izolovani provodnik P 1, punog preseka površine  $1 \text{ mm}^2$ , sa izolacijom od PVC-a; primenjuje se u suvim prostorijama za trajno polaganje u cevima koje mogu biti iznad ili ispod maltera, kao i na izolacionim telima iznad maltera.



**Slika 4.3** Provodnik P/F 2,5 (oznaka po DIN standardu je H07V-K 2,5mm<sup>2</sup> 450/750V)

Na slici 4.3 prikazan je finožični jednožilni energetski izolovani provodnik P/F 2,5, užastog preseka površine 2,5mm<sup>2</sup>, sa izolacijom od PVC-a; primenjuje se u suvim prostorijama, kada se zahteva savitljivost, za trajno polaganje u cevima koje mogu biti iznad ili ispod maltera, kao i na izolacionim telima iznad maltera.



**Slika 4.4** Provodnik S/F 1,5 (oznaka po DIN standardu je H05S-K 1,5mm<sup>2</sup> 300/500V)

Na slici 4.4 prikazan je finožični jednožilni energetski izolovani provodnik S/F 1,5, užastog preseka površine 1,5mm<sup>2</sup>, sa izolacijom od silikonske gume. Provodnik je namenjen za izvođenje instalacija na niskim ili povišenim temperaturama okoline gde je potrebna fleksibilnost provodnika (svetiljke, termički uređaji (TEA peć, grejalica, električni štednjak, električni bojler), rashladni uređaji itd.). Radna temperatura je od -60°C do +180°C, neograničeno.



**Slika 4.5** Provodnik P/L 2x0,75 (oznaka po DIN standardu je H03VH-H 2x0.75mm<sup>2</sup> 380V)

Na slici 4.5 prikazan je savitljivi dvožilni energetski izolovani provodnik, P/L 2x0,75, lake konstrukcije, užastog preseka površine 0,75mm<sup>2</sup>, sa izolacijom od PVC mase; primenjuje se u suvim prostorijama za priključivanje malih i laganih pokretnih netermičkih prijemnika, kao što su lampe, ventilatori, radio uređaji i slično, kada provodnik može biti izložen malim mehaničkim naprezanjima. Na mestu ulaska u pokretni prijemnik, preporučljivo je staviti zaštitne uvodnice od gume ili termoplastičnih materijala.



**Slika 4.6** Provodnik PP/LU 2x0,75 (oznaka po DIN standardu je H03VVH2-F 2x0.75mm<sup>2</sup> 300/500V)

Na slici 4.6 prikazan je savitljivi dvožilni energetski izolovani provodnik, PP/LU 2x0,75, lake konstrukcije sa uporednim žilama, užastog preseka površine 0,75mm<sup>2</sup>, sa izolacijom i plaštom od PVC-a; primenjuje se u suvim prostorijama za

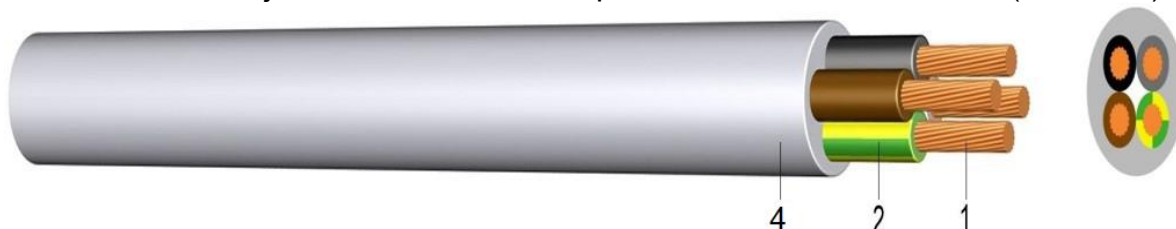


priključivanje malih i laganih pokretnih prijemnika, kao što su prenosne svetiljke, ventilatori, radio i TV uređaji, fenovi, kancelarijske mašine i slično, kada provodnik može biti izložen malim mehaničkim naprezanjima.



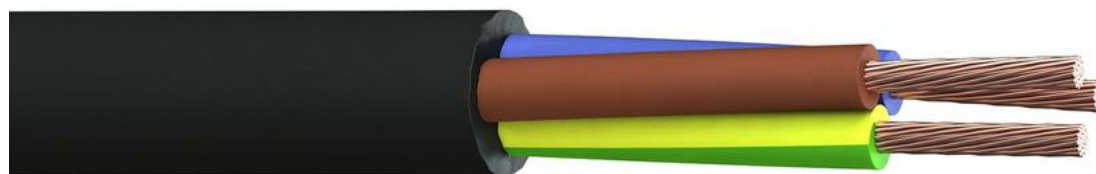
**Slika 4.7** Provodnik PP/L 2x0,5 (oznaka po DIN standardu je H03VV-F 2G 0.5mm<sup>2</sup> 380V)

Na slici 4.7 prikazan je savitljivi dvožilni energetski izolovani provodnik, PP/L 2x0,5, lake konstrukcije sa upredenim žilama, užastog preseka površine 0,5 mm<sup>2</sup>, sa izolacijom i plaštom od PVC-a; primenjuje se u suvim prostorijama za priključivanje malih i laganih pokretnih prijemnika, kao što su prenosne svetiljke, ventilatori, radio i TV uređaji, rashladni uređaji, kancelarijske uređaji i slično, kada provodnik može biti izložen malim mehaničkim naprezanjima; nije namenjen za trajnu upotrebu na otvorenom prostoru. Na nekim rashladnim uređajima postoje fabrički ugrađeni provodnici PP/L (H03VV-F), mada bi, po kataloškim podacima proizvođača kablova, za rashladne uređaje trebalo da se koriste provodnici sa oznakom PP/J (H05VV-F).



**Slika 4.8** Provodnik PP/J - Y 4x2,5 (oznaka po DIN standardu je H05VV-F 4x2,5mm<sup>2</sup> 300/500V)

Na slici 4.8 prikazan je savitljivi četvorožilni energetski izolovani provodnik, PP/J - Y 4x2,5, jače konstrukcije sa upredenim žilama, užastog preseka površine 2,5mm<sup>2</sup>, sa pojačanom izolacijom i plaštom od PVC-a i zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje; primenjuje se u suvim i vlažnim prostorijama za priključenje prenosnih potrošača (kada provodnik može biti izložen srednjim mehaničkim naprezanjima) kao što su, usisivači, rashladni uređaji, mašine za pranje veša, termički uređaji u domaćinstvu (električni štednjak, TEA peć, grejalica i dr.) samo pod uslovom da ne može da dođe u dodir sa delovima čija je temperatura veća od 85°C; nije namenjen za trajnu upotrebu na otvorenom prostoru.



**Slika 4.9** Provodnik GG/J -Y 3x2,5 (oznaka po DIN standardu je H05RR-F 3Gx2,5mm<sup>2</sup> 300/500V)

Na slici 4.9 prikazan je savitljivi trožilni energetski izolovani provodnik, GG/J - Y 3x2,5, jače konstrukcije sa upredenim žilama, užastog preseka površine 2,5mm<sup>2</sup>, sa pojačanom izolacijom i plaštom od gume i zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje; primenjuje se u suvim i vlažnim prostorijama za priključenje lakih radioničkih električnih alata (bušilica, brusilica i dr.) pri srednjim mehaničkim naprezanjima i za priključenje pokretnih uređaja za domaćinstvo (električni štednjak, TEA peć, grejalica i dr.) samo pod uslovom da ne može da dođe u dodir sa delovima čija je temperatura veća od 90°C; nije namenjen za trajnu upotrebu na otvorenom prostoru.



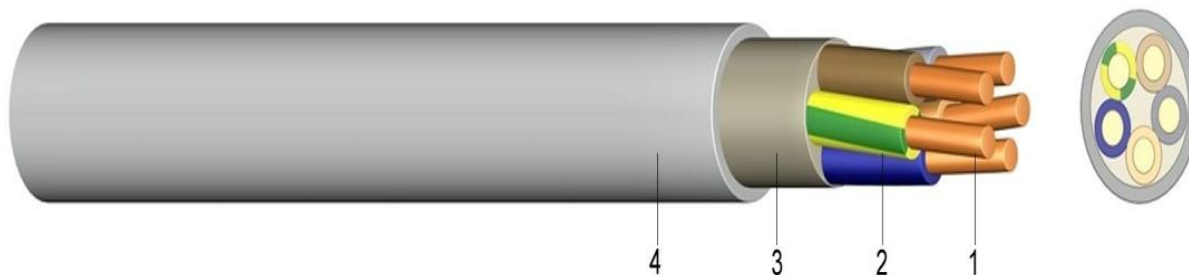
**Slika 4.10** Provodnik GT/J - Y 3x0,75 (oznaka po DIN standardu je H03RT-H 3x0.75mm<sup>2</sup> 300/500V)

Na slici 4.10 prikazan je savitljivi trožilni energetski izolovani provodnik, GT/J – Y 3x0,75, jače konstrukcije sa upredenim žilama, užastog preseka površine 0,75mm<sup>2</sup>, sa pojačanom izolacijom od gume, tekstilnom oplatom i zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje; primenjuje se za priključenje termičkih prijemnika kao što je električna pegla, u suvim prostorijama i u uslovima srednje velikih mehaničkih naprezanja; nije pogodan za trajnu upotrebu na otvorenom prostoru.



**Slika 4.11** Provodnik PP/R – Y 3x1,5 mm<sup>2</sup> 300/500V

Na slici 4.11 prikazan je trožilni energetski izolovani provodnik, PP/R – Y 3x1,5mm<sup>2</sup>, sa razmaknutim žilama, punog preseka površine 1,5mm<sup>2</sup>, sa izolacijom i plaštom od PVC-a i zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje; primenjuje se kao instalacioni energetski provodnik u suvim prostorijama za trajno polaganje na ili ispod maltera.



**Slika 4.12** Provodnik PP – Y 5x2,5 mm<sup>2</sup> 300/500V

Na slici 4.12 prikazan je petožilni energetski izolovani provodnik, PP – Y 5x2,5mm<sup>2</sup>, sa upredenim žilama, punog preseka površine 2,5mm<sup>2</sup>, sa ispunom od nevulkanizovane gume, sa izolacijom i plaštom od PVC-a i zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje; primenjuje se kao instalacioni energetski provodnik u suvim i vlažnim prostorijama za trajno polaganje na ili ispod maltera; nije dozvoljeno polaganje u zemlju, na otvorenom prostoru ili u beton zalivanjem.

Provodnici sa oznakama SP i SG, imaju izolaciju od silikonske gume i upotrebljavaju se za trajno polaganje u svetiljke, ali se ne smeju upotrebljavati kao noseći provodnici za lustere; upotrebljavaju se i za priključenje pokretnih prijemnika malih snaga.

Na slici 4.13 prikazan je ojačan, samonosiv četvorožilni energetski izolovani provodnik, PP/O 4x2,5 mm<sup>2</sup>, sa upredenim žilama, punog preseka površine 2,5mm<sup>2</sup>, sa ispunom od nevulkanizovane gume, sa izolacijom i plaštom od PVC-a i nosećim elementom, odnosno užetom od pocinkovanih čeličnih žica koje su obuhvaćene plaštom; primenjuje se na otvorenom prostoru za javnu rasvetu (moguće nošenje

svetiljki), kućne priključke, privremene priključke na gradilištima i slično. Učvršćuje se na stubove, konzole uz fasade zgrada ili na čelične konstrukcije; izrađuje se od bakra ili aluminijuma.



Slika 4.13 Provodnik PP/O 4x2,5 mm<sup>2</sup> 500V

## 5. Energetski kablovi

Energetski kablovi, kao i instalacioni energetski provodnici, primenjuju se za prenos električne energije od izvora električne energije do prijemnika električne energije. Konstrukcija energetskih kablova slična je konstrukciji energetskih provodnika; to znači da i energetski kablovi, kao i energetski provodnici, imaju provodnike (bakarnu ili aluminijumsku žicu), izolaciju oko provodnika, ispunu i plašt. Ono po čemu se energetski kablovi razlikuju se od energetskih provodnika je to što imaju ojačanu konstrukciju, odnosno ojačanu mehaničku zaštitu (na primer, čelične trake) i antikorozivnu zaštitu (na primer, omotač ili spoljni plašt od PVC-a), koje omogućavaju polaganje energetskih kablova po najtežim terenima kao što su reke i mora, ili u metalne konstrukcije. Zavisno od namene, kablovi se izrađuju manje ili više zaštićeni od mehaničkih oštećenja i delovanja korozije.

### 5.1 Označavanje energetskih kablova

Prema srpskom standardu SRPS.N.C3.220, za označavanje energetskih kablova, kao i za označavanje energetskih izolovanih provodnika, primenjuje se oznaka koja se sastoji od pet grupa slovnih simbola i brojevnih oznaka.

Prva, treća, četvrta i peta grupa simbola i brojevnih oznaka ima isto značenje kao i u oznakama energetskih izolovanih provodnika. Druga grupa brojevnih oznaka daje podatke o konstrukciji kabla, o njegovim mehaničkim svojstvima i antikorozivnoj zaštiti. Ovu grupu čine dve cifre, pri čemu prva cifra definiše način na koji je izvedena mehanička zaštita, a druga cifra definiše antikorozivnu zaštitu:

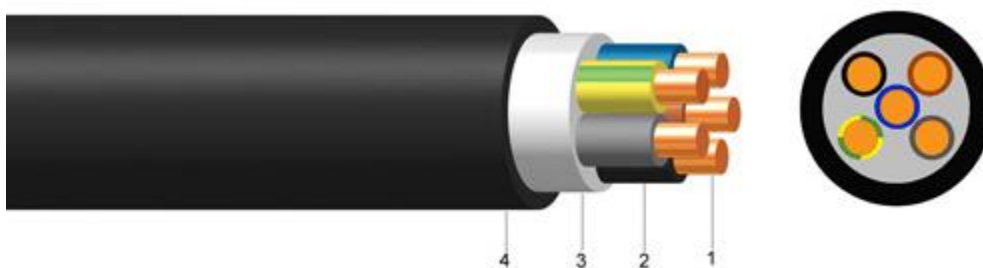
**00** – bez mehaničke zaštite i bez antikorozivne zaštite,

**41** – mehanička zaštita je armatura od dve čelične trake koje se nalaze ispod plašta koji je izrađen od PVC mase.

Osim prethodna dva primera, za drugu grupu brojevnih oznaka koriste se i drugi brojevi.

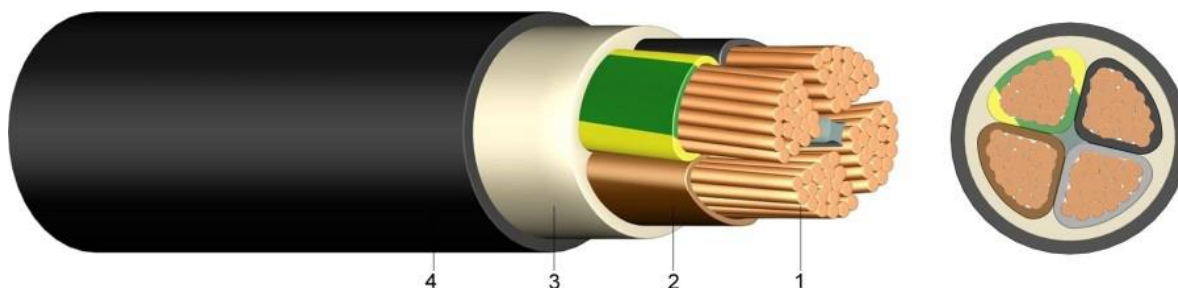
### 5.2 Primeri energetski kablova

Na slici 5.1 prikazan je petožilni energetski kabl, PP 00 – Y 5x2,5mm<sup>2</sup> 0,6/1kV, sa upredenim žilama, punog preseka površine 2,5mm<sup>2</sup>, sa ispunom od ne vulkanizovane gume, sa izolacijom i plaštom od PVC-a, sa zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje i bez mehaničke i antikorozivne zaštite; primenjuje se za razvod energije u gradskim mrežama i industrijskim postrojenjima kada ne postoji opasnost od mehaničkih oštećenja kabla, a polaže se u zatvorenom prostoru, na otvorenom prostoru i u zemlju uz primenu dodatne zaštite.



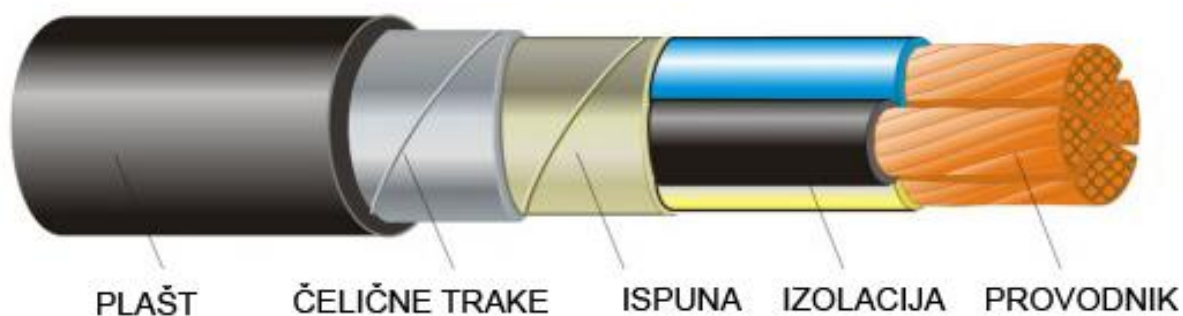
**Slika 5.1** Kabl PP 00 - Y 5x2,5 mm<sup>2</sup> 0,6/1kV

Na slici 5.2 prikazan je četvorožilni energetski kabl, PP 00 – YS 4x50mm<sup>2</sup> 0,6/1kV, sa upredenim žilama, sektorskog preseka površine 50mm<sup>2</sup>, sa ispunom od ne vulkanizovane gume, sa izolacijom i plaštom od PVC-a, sa zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje i bez mehaničke i antikorozivne zaštite; primenjuje se za razvod energije u gradskim mrežama i industrijskim postrojenjima kada ne postoji opasnost od mehaničkih oštećenja kabla, a polaže se u zatvorenom prostoru, na otvorenom prostoru i u zemlju uz primenu dodatne zaštite.



**Slika 5.2** Kabl PP 00 - YS 4x50mm<sup>2</sup> 0,6/1kV

Na slici 5.3 prikazan je četvorožilni energetski kabl, PP 41 – YS 4x50mm<sup>2</sup> 0,6/1kV, sa upredenim žilama, sektorskog preseka površine 50mm<sup>2</sup>, sa ispunom od ne vulkanizovane gume, sa izolacijom i plaštom od PVC-a, sa zaštitnim provodnikom žuto-zelene boje i čeličnim trakama koje predstavljaju mehaničku zaštitu; primenjuje se za razvod energije u gradskim mrežama i industrijskim postrojenjima, na mestima gde se očekuju mehanička oštećenja; polaže se u zatvorenom prostoru, na otvorenom prostoru i u zemlju.



**Slika 5.3** Kabl PP 41 - YS 4x50mm<sup>2</sup> 0,6/1kV

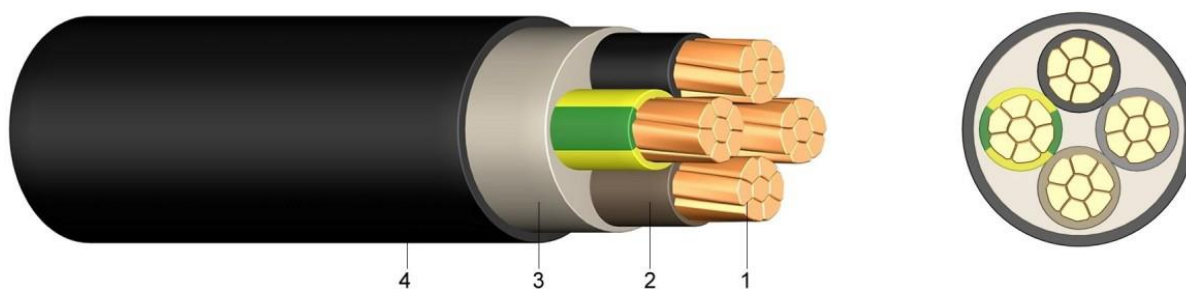
Na slici 5.4 prikazan je četvorožilni samonosivi kablovski snop, X00–A 4x16mm<sup>2</sup> 0,6/1kV, sa upredenim aluminijumskim mnogožičnim žilama, užastog preseka površine 16mm<sup>2</sup>, sa izolacijom od umreženog polietilena, bez mehaničke i antikorozivne zaštite; primenjuje se za distributivne niskonaponske nadzemne mreže u gradskim i seoskim područjima, za nadzemne kućne priključke; može se postavljati na betonske, čelične ili drvene stubove, na konzole pričvršćene na fasade zgrada, neposredno uz fasade, na drvene ili čelične konstrukcije; fazne žile su označene brojevima 1, 2, 3, a nulta žila obeležena je uzdužnim trouglastim ispupčenjem na

izolaciji.



**Slika 5.4** Samonosivi kablovski snop X00–A 4x16mm<sup>2</sup> 0,6/1kV

Bezhalogeni kablovi imaju poboljšane osobine vatrootpornosti, odnosno ne šire požar, ne emituju štetne gasove, emituju dim manje gustine, a određene vrste zadržavaju i svoju funkciju određeno vreme (180min) u požaru; primenjuju se u objektima sa visokim bezbednosnim zahtevima kao što su bolnice, škole, hoteli, bioskopi, tržni centri, sportske hale, podzemne železnice, aerodromi, idustrijska postrojenja itd.; ugrađuju se u protivpožarne instalacije, bezbednosno (panik) osvetljenje i druge hitne sisteme za snabdevanje električnom energijom; polažu se u suvim i vlažnim prostorijma preko maltera i ispod maltera; u zemlju ili slobodnom prostoru polažu se u cevima. Na slici 5.5 prikazan je bezhalogeni kabl N2XH koji se sastoji od: bakarnih provodnika (1), izolacije (2) od umreženog polietilena, ispune (3) od bezhalogene mešavine i plašta (4) od sporo gorive bezhalogene mešavine na bazi poliolefina.



**Slika 5.5** Bezhalogeni kabl N2XH

Bezhalogeni kabl N2XH FE 180 (slika 5.6), razlikuje se od bezhalogenog kabela N2XH (slika 5.5 ) po tome što se između provodnika i izolacije nalazi separator, odnosno staklo-liskunska traka (sporogoriv materijal) tako da ovaj kabl tokom požara može da održi svoju funkciju 180 minuta.

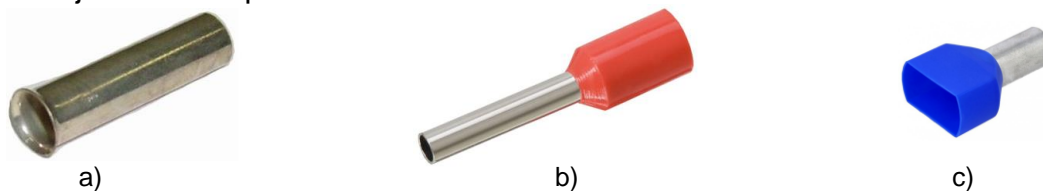


**Slika 5.6** Bezhalogeni kabl N2XH FE 180

## 6. Pribor i alat za energetske provodnike i kablove

Hilzne za finožične provodnike su kablovski pribor koji se koristi za završavanje i povezivanje finožičnih (licnastih) provodnika u električna kola; mogu biti izolovane i neizolovane, sa različitim dužinama i površinama poprečnog preseka. Hilzne mogu da budu i dvostruke, za dva provodnika, na primer 2x2,5mm<sup>2</sup>. Izrađuju se od mesinga sa galvanskom prevlakom kalaja i sa PVC izolacijom koja štiti provodnik od savijanja i u isto vreme štiti od direktnog dodira delova pod naponom.

Boja izolacije zavisi od površine poprečnog preseka provodnika na koji se ugrađuju. Na primer, hilzna sa crvenom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka  $1\text{mm}^2$  i  $1,5\text{mm}^2$ , hilzna sa plavom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka  $2,5\text{mm}^2$  itd. Spajanje se vrši pomoću klešta za krimpovanje hilzni (slika 6.2). Pod krimpovanjem se podrazumeva povezivanje dva elementa, u ovom slučaju hilzne i provodnika, mehaničkim presovanjem hilzne i provodnika.



**Slika 6.1** Hilzna: a) neizolovana, b) izolovana, c) dvostruka



**Slika 6.2** Klešta za krimpovanje hilzni

Sabirni izolacioni konektor za spajanje licnastih provodnika presovanjem (slika 6.3) koristi se za spajanje i račvanje provodnika u razvodnim kutijama električnih instalacija i u auto-elektrici. Spajanje provodnika vrši se presovanjem.

Sabirni izolacioni konektor za spajanje licnastih provodnika zavijanjem (slika 6.4) koristi se za spajanje provodnika manjih preseka, pri čemu se spajanje vrši uvrtnjem konektora preko provodnika.



**Slika 6.3** Sabirni konektor za spajanje licnastih provodnika presovanjem



**Slika 6.4** Sabirni konektor za spajanje licnastih provodnika zavijanjem

PVC (slika 6.5) i keramičke (slika 6.6) redne kleme (stezaljke) koriste se za nastavljavanje licnastih provodnika i provodnika punog preseka, korišćenjem vijaka; izrađuju se za provodnike različitih površina poprečnog preseka, pri čemu se keramičke ugrađuju u termičke prijemnike kao što je električni bojler.

WAGO kleme (konektori) sa polugama (slika 6.7) koriste se za povezivanje licnastih provodnika i provodnika punog preseka; pogodne su za ugradnju u razvodne kutije, a uz korišćenje dodatnih elemenata mogu se ugrađivati i u razvodna mesta.



**Slika 6.5** PVC redna klema



**Slika 6.6** Keramička redna klema



**Slika 6.7** WAGO klema (konektor)

Izolovane čaure za nastavljjanje provodnika (slika 6.8) koriste se za nastavljjanje finožičnih provodnika istog preseka. Spajanje se vrši presovanjem.

Igličaste izolovane i neizolovane kablovske papučice (slika 6.9) koriste se za završavanje i povezivanje finožičnih provodnika malih preseka u električna kola.



**Slika 6.8** Izolovane čaure za nastavljjanje provodnika



**Slika 6.9** Igličasta izolovana kablovska papučica

Okaste (slika 6.10) i viljuškaste (slika 6.11), izolovane i neizolovane kablovske papučice koristi se za završavanje i povezivanje finožičnih provodnika malih preseka u električna kola korišćenjem vijaka; izrađuju se za vijke različitih prečnika. Boja izolacije zavisi od površine poprečnog preseka provodnika na koji se ugrađuju. Na primer, papučica ili čaura sa crvenom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka od 0,5 do 1mm<sup>2</sup>, papučica ili čaura sa plavom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka od 1,5 do 2,5mm<sup>2</sup>, papučica ili čaura sa žutom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka od 4 do 6mm<sup>2</sup> itd.



**Slika 6.10** Okaste izolovane kablovske papučice



**Slika 6.11** Viljuškaste izolovane kablovske papučice

Ženske (slika 6.12) i muške (slika 6.13), izolovane i neizolovane FASTON kablovske papučice koriste se za završavanje i povezivanje provodnika malih preseka u električna kola presovanjem. Boja izolacije zavisi od površine poprečnog

preseka provodnika na koji se ugrađuju. Na primer, papučica sa crvenom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka od 0,5 do 1mm<sup>2</sup>, papučica sa plavom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka od 1,5 do 2,5mm<sup>2</sup>, papučica sa žutom izolacijom namenjena je za provodnike čija je površina poprečnog preseka od 4 do 6mm<sup>2</sup> itd. Faston kablovske papučice izrađuju se od mesinga i čelične trake sa zaštitom nikla i kalaja.



**Slika 6.12** Ženske FASTON kablovske papučice



**Slika 6.13** Muške FASTON kablovske papučice

Na slici 6.14 prikazana su klešta za kablovske papučice, koja omogućavaju odsecanje provodnika, odsecanje vijaka prečnika M2.5, M3, M3.5, M4 i M5, skidanje izolacije (blankiranje) provodnika čije su površine poprečnih preseka 0.75, 1.0, 1.5, 2.5, 4.0 i 6.0mm<sup>2</sup>, krimpovanje neizolovanih (otvorenih) kablovskih papučica sa provodnicima čije su površine poprečnih preseka od 1.5 do 8mm<sup>2</sup> i krimpovanje izolovanih (zatvorenih) kablovskih papučica sa provodnicima čije su površine poprečnih preseka 1.5, 2.5 i 6.0mm<sup>2</sup>.

Kablovske papučice mogu da budu zatvorene i otvorene. Kod zatvorenih papučica, deo koji se presuje ima poprečni presek u obliku kružnice. Kod otvorenih papučica, deo koji se presuje ima poprečni presek u obliku latiničnog slova U. Za kablovske papučice koriste se i nazivi kablovske stopice i kablovske buksne.



**Slika 6.14** Klešta za odsecanje provodnika, skidanje izolacije provodnika i krimpovanje kablovskih papučica

NSR konektor sastoji se od plastičnog NSR kućišta i jednog ili više metalnih NDR pinova, koji mogu biti ženski ili muški. NSR konektori ugrađuju se na provodnike koji se koriste za povezivanje na laboratorijskim pločama, a takođe se ugrađuju i na provodnike kojima se tasteri i LED diode na kućištima računara, povezuju sa kontaktnim letvicama (*Pin header*) koje se nalaze na matičnoj ploči. NDR konektori razlikuju se od NSR konektora po tome što imaju pinove koji su raspoređeni u dva reda.





**Slika 6.15** Ženski NDR pin



**Slika 6.16** Muški NDR pin



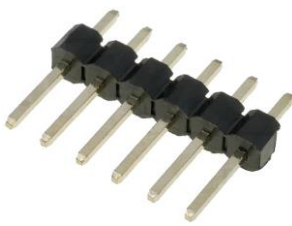
**Slika 6.17** NSR kućište



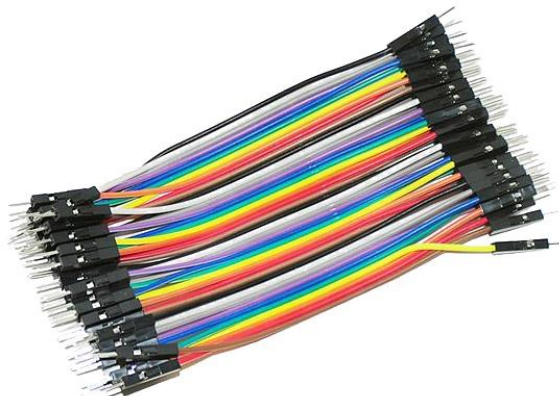
**Slika 6.18** NDR kućište



**Slika 6.19** Ženske kontaktne letvice

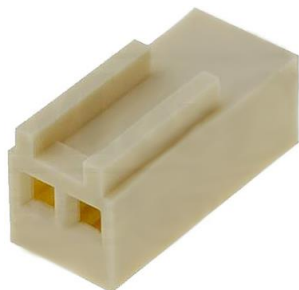


**Slika 6.20** Muške kontaktne letvice



**Slika 6.21** Provodnici sa NSR konektorima

Ženski nylon konektori (slika 6.22) ugrađuju se na provodnike, a muški (slika 6.24) na štampane ploče; izrađuju se sa različitim brojem pinova, a mogu da se koriste i za napajanje, s obzirom da im je maksimalni radni napon 250VAC/DC, a maksimalna radna struja 3A.



**Slika 6.22** Kućište ženskog Nylon konektora



**Slika 6.23** Pin ženskog Nylon konektora



**Slika 6.24** Muški Nylon konektora



**Slika 6.25** Klešta za krimpovanje NSR, NDR i Nylon konektora

Termoskupljajuće cevi (termo bužiri) sa tankim zidom (slika 6.26) koriste se za: izolaciju provodnika, izolaciju kablovskih papučica, zaštitu izolacije provodnika od

vode i vlage, obnavljanje oštećene izolacije provodnika itd; to su plastične cevi sa tankim zidom koje se pod dejstvom temperature veće od 120°C skupljaju, smanjujući do određenog stepena svoj prečnik, i prilagođavaju se formi kabla čvrsto stežući se oko njega. Stepenn skupljanja je 2:1. Na primer, termo bužir sa oznakom 3,2/1,6mm (2x) ima početni prečnik 3,2mm, a nakon skupljanja njegov prečnik je 1,6mm. Za skupljanje termo bužira može se koristiti plamen upaljača. Termo bužir slabo gori i ne oslobađa opasne supstance. Materijal (trostruko umreženi polien) je otporan na visoke temperature i UV zrake. Radna temperatura je od -40 do +100°C. Postoje i termo bužiri sa lepkom, kod kojih je: spoljašnji omot od sporigorećeg materijala, unutrašnji od lepljive i samogasive materije, temperatura skupljanja min 120°C, radna temperatura od -55°C do 125°C, a stepenn skupljanja 3:1. Termo bužiri izrađuju se sa različitim prečnicima i bojama.



**Slika 6.26** Termo bužir



**Slika 6.27** Kablovska vezica

Kablovske vezice (slika 6.27) koriste se za povezivanje kablova i provodnika u snopove, kao i za sva povezivanja gde je to potrebno obaviti brzo i čvrsto. Izrađuje se od poliamida čime se postiže visoka čvrstoća poveza, kao i otpornost na temperature do +85°C. Izrađuje se u različitim bojama. Crne se mogu koristiti i za spoljašnju montažu s obzirom da su izuzetno otporne na UV-zračenje i sve atmosferske uticaje. Izrađuju se sa različitim širinama i dužinama, a njihovo zatezanje može se vršiti ručno ili korišćenjem posebnih klešta koja su namenjena isključivo za za automatsko zatezanje i sečenje kablovskih vezica.

Instalacione cevi štite provodnike i kablove od mehaničkih, termičkih, hemijskih i drugih uticaja okoline. Instalacione cevi izrađuju se od termoplastičnih masa (PVC, polietilen, polipropilen i dr.) i metala. Plastične instalacione cevi mogu biti savitljive, odnosno rebraste (slika 6.28), i krute, odnosno glatke (PNT cevi, slika 6.29). Za izradu električnih instalacija i zaštitu provodnika koriste se i plastične kanalice (slika 6.30) koje mogu biti i samolepljive. Metalne instalacione cevi koriste se u industriji za napajanje mašina.



**Slika 6.28** Rebrasta instalaciona cev



**Slika 6.29** Glatka instalaciona cev



**Slika 6.30** Plastična kanalica

Instalacione kutije (dozne) postavljaju se na mestima gde se instalacione cevi i provodnici spajaju i granaju, a izrađuju se od termoplastičnih masa i metala; prema obliku, mogu biti okrugle (slika 6.31) i četvrtaste (slika 6.32). OG (*Over Ground*, slika 6.33) instalacione kutije ugrađuju se na zidove.



**Slika 6.31** Okrugla instalaciona kutija  $\Phi 70 \times 40 \text{mm}$



**Slika 6.32** Četvrtasta instalaciona kutija  $100 \times 100 \times 50 \text{mm}$



**Slika 6.33** OG instalaciona kutija  $70 \times 70 \times 40 \text{mm}$

Obujmice sa ekserom i odstojne obujmice, služe za pričvršćivanje kabla po površinama od drveta, maltera, gipsa itd., pri čemu odstojne obujmice obezbeđuju određeno odstojanje kabla od površine na koju se postavlja. Obujmice sa ekserom izrađuju se PVC-a, a odstojne obujmice od poliamida.



**Slika 6.34** Obujmica sa ekserom



**Slika 6.35** Odstojna obujmica

## 7. Telekomunikacioni provodnici i kablovi

### 7.1 Telefonski instalacioni provodnici i kablovi

Pljosnati (*Flat*) telefonski instalacioni kabl YTLYp 6x0,12 (slika 7.1) primenjuje se za povezivanje telefonskih aparata sa telefonskim priključnicama; primenjuje se i za trajne interne veze u telekomunikacionim sistemima i uređajima. Izrađuje se sa dve, četiri, šest ili osam finožičnih žila. Izolacija žila i plašta izrađeni su od PVC mase. Površina poprečnog preseka svake pojedinačne žile je  $0,12 \text{mm}^2$ .



**Slika 7.1** Pljosnati (*Flat*) telefonski instalacioni kabl YTLYp  $6 \times 0,12$



**Slika 7.2** Telefonski instalacioni provodnik TI 20  $1 \times 2 \times 0,6 \text{mm}$

Telefonski instalacioni provodnik TI 20  $1 \times 2 \times 0,6 \text{mm}$  (slika 7.2) sastoji se od dve bakarne žice punog preseka, prečnika  $0,6 \text{mm}$  ili  $0,8 \text{mm}$ , koje su izolovane PVC masom i upredene u paricu, pri čemu se jedna parica koristi za priključenje jednog telefonskog aparata. Provodnik TI 20 polaže se u instalacione cevi, a osim za priključenje telefonskih aparata, može se koristiti za priključenje zvučnika i signalnih uređaja (na primer, električnog zvona).

Telefonski instalacioni kabl J-YY  $3 \times 2 \times 0,6 \text{mm}$  (slika 7.3) sastoji se od tri parice, a svaka parica sastoji se od dve bakarne žice punog preseka, prečnika  $0,6 \text{mm}$  ili  $0,8 \text{mm}$ , koje su izolovane PVC masom i upredene. Broj parica može da bude manji i veći od 3. Plašt kabla izrađen je od PVC mase. Kabl se polaže na malter i ispod maltera u suvim prostorijama i zatvorenom prostoru.



**Slika 7.3** Telefonski instalacioni kabl J-YY 3x2x0,6mm

Telefonski instalacioni kabl J-YStY 5x2x0,6mm (slika 7.4) sastoji se od pet parica, a svaka parica sastoji se od dve bakarne žice punog preseka, prečnika 0,6mm ili 0,8mm, koje su izolovane PVC masom i upredene. Broj parica može da bude manji i veći od 5. Plašt kabla izrađen je od PVC mase. Između plašta i jezgra nalazi se statički ekran koji se sastoji od aluminijum-poliester trake i uzdužno postavljene kalajisane bakarne žice. Uloga statičkog ekrana je da smanji uticaj smetnji koje potiču od elektromagnetnih polja. Kabl se polaže na malter i ispod maltera u suvim prostorijama i zatvorenom prostoru.



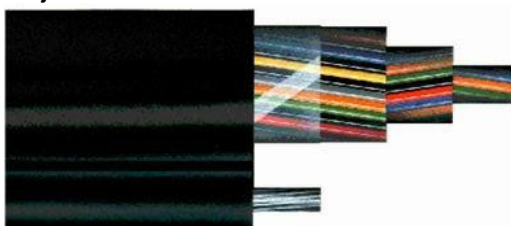
**Slika 7.4** Telefonski instalacioni kabl J-YStY 5x2x0,6mm

Telefonski instalacioni bezhalogeni kabl J-HStH 2x2x0,6mm (slika 7.5), razlikuje se od telefonskog instalacionog kabla J-YStY 5x2x0,6mm po tome što su njegova izolacija i plašt izrađeni od bezhalogenih materijala. Bezhalogeni kablovi imaju poboljšane osobine vatrootpornosti, odnosno ne šire požar, ne emituju štetne gasove, emituju dim manje gustine, a određene vrste zadržavaju i svoju funkciju određeno vreme (180min) u požaru.



**Slika 7.5** Telefonski instalacioni bezhalogeni kabl J-HStH 2x2x0,6mm

Telefonski samonosivi pretplatnički kabl sa nosećim užetom, TK33-U (slika 7.6), sastoji se od jedne ili više zvezda četvorki, a svaka zvezda četvorki sastoji se od četiri bakarne žice punog preseka, prečnika 0,6mm ili 0,8mm, koje su izolovane polietilenom i upredene. Plašt kabla izrađen je od polietilena tako da obuhvata jezgro kabla i noseće uže koje je izrađeno od pocinkovanih čeličnih žica. Između plašta i jezgra nalazi se pojasna izolacija od termoplastične trake. Kabl se postavlja na krovovima, zidovima i zemlji.



**Slika 7.6** Telefonski samonosivi pretplatnički kabl sa nosećim užetom, TK33-U

Za uvođenje telefonskih instalacija u stambene zgrade, danas se od telefonskih centrala do stambenih zgrada, uglavnom koriste podzemni telefonski kablovi. Na primer, podzemni telefonski kabl sa deset četvorki, TK 10x4x0,6, može

se upotrebiti za priključenje 20 telefonskih aparata u jednoj stambenoj zgradi.

## 7.2 Koaksijalni kabl

Najjednostavniji koaksijalni kabl (slika 7.7) sastoji se od bakarnog provodnika u sredini oko kojeg se nalazi najpre izolacija (polietilen ili polipropilen), a zatim aluminijumska folija, žičana pletenica i, na kraju, spoljašnji zaštitni omotač od PVC mase.

Bakarni provodnik služi za prenos električnih signala koji sadrže podatke. Ovaj provodnik može biti punog preseka, ili u obliku više upletenih žica. Provodnik je obložen izolacionim slojem koji ga odvaja od aluminijumske folije i žičane (bakarne ili aluminijumske) pletenice. Aluminijumska folija i žičana pletenica imaju ulogu mase (uzemljenja) i zaštitnog metalnog oklopa (širm) koji štiti provodnik od uticaja elektromagnetnih polja koja stvaraju elektromotori, releji, transformatori, energetske instalacije i drugi susedni provodnici, čime se onemogućava pojava preslušavanja. Preslušavanje (engl. *crosstalk*) je pojava indukovanja signala u nekom provodniku kao posledica delovanja elektromagnetnih polja koja stvaraju susedni provodnici. Širm takođe štiti i susedne provodnike od uticaja elektromagnetnog polja koje stvara bakarni provodnik koaksijalnog kabla.



Slika 7.7 Koaksijalni kabl

Koaksijalni kablovi koji imaju jedan sloj izolacije i jedan sloj žičane pletenice, nazivaju se kablovi sa dvostrukom zaštitom. Postoje, takođe, i koaksijalni kablovi sa četverostrukom zaštitom (dva sloja izolacije i dva sloja širma), koji se primenjuju u sredinama sa jakim elektromagnetnim smetnjama.

U odnosu na kabl sa upredenim paricama, koaksijalni kabl ima manje slabljenje signala i otporniji je na elektromagnetne smetnje. Slabljenje signala (engl. *attenuation*) je gubitak jačine signala koji se pojavljuje kao posledica dugog putovanja signala kroz kabl.

Postoje dva tipa koaksijalnih kablova:

1. Tanki (engl. *thinnet*) koaksijalni kablovi; to su fleksibilni koaksijalni kablovi prečnika oko 0,64cm. Ova vrsta kabla, zbog svoje fleksibilnosti i lakog korišćenja, odgovara skoro svakom tipu mreže. Kod tankih koaksijalnih kablova značajnije slabljenje signala se pojavljuje na razdaljinama većim od 185 metara. U tanke koaksijalne kablove spadaju kablovi sa oznakama RG-58 (prečnik je 5mm), RG-59 (prečnik je 6mm), RG-6 (prečnik je 7mm) itd. Provodnik može biti od punog preseka ili od više upletenih bakarnih žica.
2. Debeli (engl. *thicknet*) koaksijalni kablovi; to su relativno čvrsti koaksijalni kablovi prečnika oko 1,27cm. Njihov bakarni provodnik je deblji od provodnika tankih koaksijalnih kablova. Što je debljina provodnika veća, veće su i daljine prenosa signala. Tako ova vrsta kablova može da prenese signal na razdaljine od 500 metara bez značajnijeg slabljenja signala. Zbog

toga se često debeli koaksijalni kablovi primenjuju za međusobno povezivanje niza manjih mreža unutar kojih su primenjeni tanki koaksijalni kablovi. Za ovaj način povezivanja mreža koristi se uređaj koji se naziva primopredajnik (engl. *transceiver*). Primopredajnik služi za povezivanje tankih koaksijalnih kablova sa debelim.

Koaksijalni kablovi primenjuju se za izradu računarskih mreža, za povezivanje antena sa predajnicima i prijemnicima, za izradu sondi mernih instrumenata itd.

Prema definiciji, karakteristična impedansa kabla predstavlja odnos intenziteta električnog i magnetnog polja u kablu, koji su posledica prostiranja električnog signala kroz kabl. Karakteristična impedansa kabla je karakteristika samog kabla, koja ne zavisi od dužine kabla već od konstrukcije i materijala od kojih je kabl napravljen, odnosno od njegovih električnih parametara. Vrednost karakteristične impedanse kabla opada kako frekvencija raste. Taj pad na višim frekvencijama postepeno prelazi u konstantnu vrednost. Na ovim frekvencijama karakteristična impedansa kabla je čista termogena otpornost i to je u stvari ona vrednost na koju se misli kada se govori o karakterističnoj impedansi kabla, i koja se daje u tehničkim specifikacijama za pojedine vrste kablova. Karakteristične impedanse koaksijalnih kablova su obično 50Ω i 75Ω.

### 7.3 Kabl sa upredenim paricama (UTP, STP, FTP i S-FTP)

Kabl sa upredenim paricama (*twisted pair cable*) sastoji se od parova PVC-om izolovanih bakarnih žica koje su obmotane (upredene) jedna oko druge. Upredanje se vrši u cilju povećanja otpornosti na elektromagnetne smetnje koje potiču od susednih parica, ili ostalih izvora smetnji, kao što su elektromotori, releji, transformatori i energetske instalacije. Broj uvtaja po metru čini deo specifikacije tipa kabla jer što je broj uvtaja po metru veći, veća je otpornost kabla na elektromagnetne smetnje. Grupe parica se obično nalaze u zaštitnom PVC omotaču (*sheath*-plašt) i zajedno sa njim čine kabl. Za formiranje računarskih mreža, propisano je da se za povezivanje računara moraju koristiti četvoroparični kablovi. Kablovi sa upredenim paricama podeljeni su na:

- **UTP** (*Unshielded Twisted-Pair*) kablove (slika 7.8); to su kablovi sa neoklopljenim paricama.



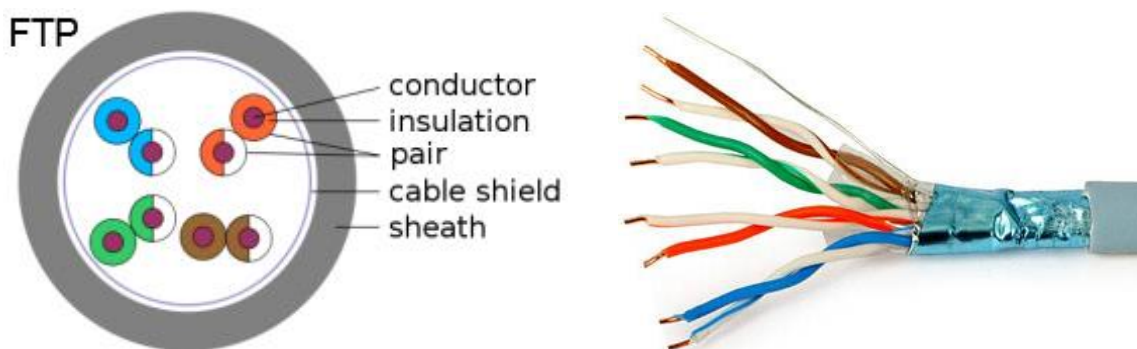
Slika 7.8 UTP (*Unshielded Twisted-Pair*) kabl

- **STP** (*Shielded Twisted-Pair*) kablove (slika 7.9); to su kablovi sa oklopljenim paricama; svaka parica pojedinačno ima određenu električno provodnu strukturu (aluminijumska folija) koja povećava otpornost na elektromagnetne smetnje.



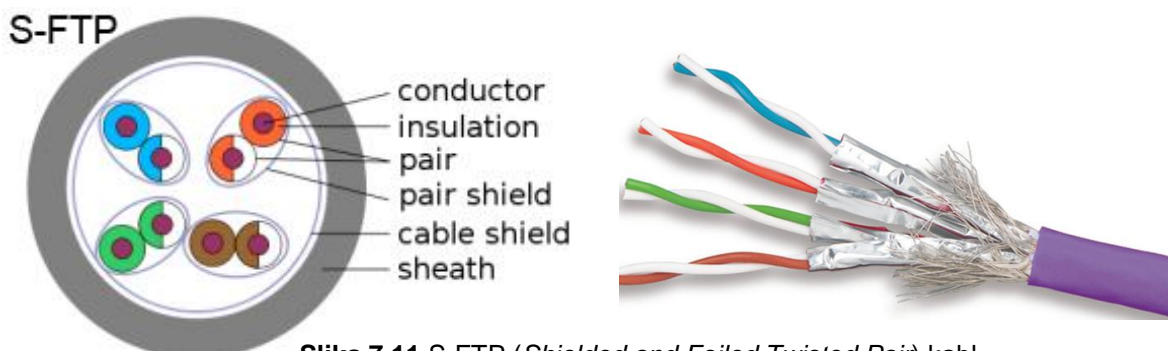
Slika 7.9 STP (*Shielded Twisted-Pair*) kabl

- **FTP** (*Foil Twisted Pair*) kablove (slika 7.10); FTP kabl je napravljen tako da su četiri parice potpuno obavijene tankom aluminijumskom folijom. Ova folija naziva se još i ekran (*screen*), a svoju zaštitnu funkciju obavlja tako što, zahvaljujući visokoj impedansi, reflektuje spoljne, ometajuće, elektromagnetne signale na učestanostima od 5MHz do 600MHz i tako im onemogućava prodor do samih parica. Po odnosu cena/performance, u praksi su se najbolje pokazali FTP kablovi, tako da se oni najčešće i koriste.



Slika 7.10 FTP (*Foil Twisted Pair*) kablove

- **S-FTP** (*Shielded and Foiled Twisted Pair*) kablovi (slika 7.11); to su kablovi u kojima se aluminijumska folija obmotava oko pojedinačnih parica, a zatim se oko celog jezgra kabl obmotava još jedna aluminijumska folija ili žičana pletenica. Zbog ovolike zaštite, S-FTP kablovi se smatraju najotpornijim na elektromagnetno zračenje i zbog toga se koriste u situacijama kada je neophodna zaštita od jakih elektromagnetnih zračenja. U odnosu na FTP kablove, S-FTP kablovi su glomazniji, teži za rukovanje i skuplji.



Slika 7.11 S-FTP (*Shielded and Foiled Twisted Pair*) kabl

Po standardu EIA/TIA-568, kablovi sa upredenim paricama podeljeni su u nekoliko kategorija (tabela 7.1), koje se razlikuju po maksimalnoj brzini prenosa podataka. (*Electronic Industries Alliance* – EIA - savez elektronske industrije, *Telecommunications Industry Association* – TIA - udruženje telekomunikacione industrije).

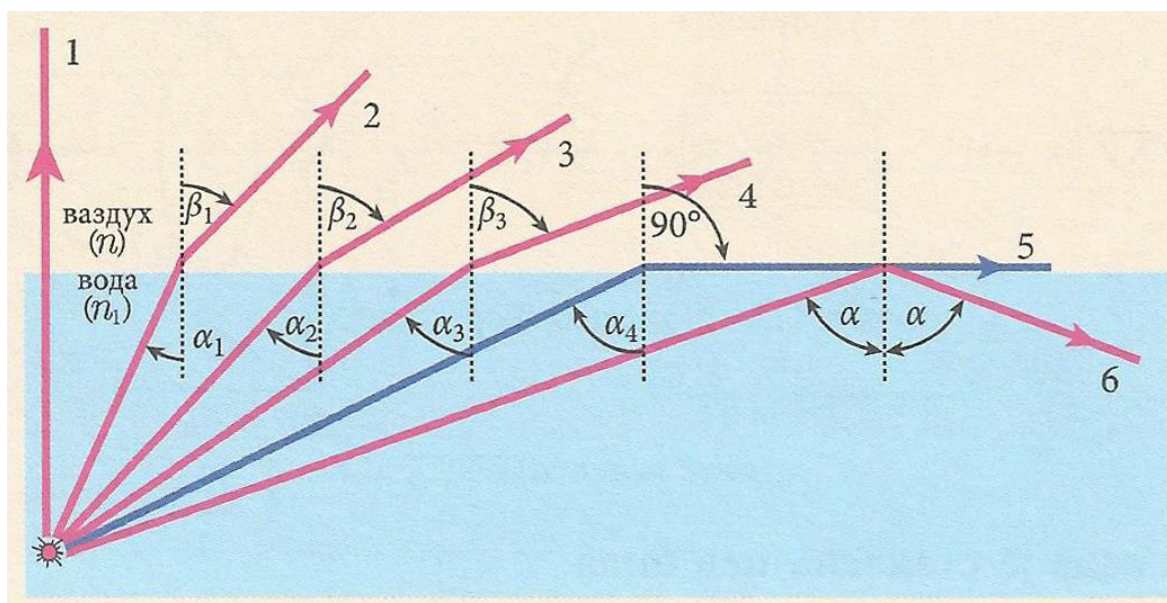
Tabela 7.1 Kategorije kablova sa upredenim paricama

Kategorija	Odlike
Nivo 1	Omogućava prenos govora i faks poruka
Nivo 2	Omogućava prenos podataka do 4Mbps
Kategorija 3	Omogućava prenos podataka do 10Mbps
Kategorija 4	Omogućava prenos podataka do 20 Mbps
Kategorija 5	Omogućava prenos podataka do 100 Mbps
Kategorija 5e	Omogućava prenos podataka do 1Gbps do 550m razdaljine
Kategorija 6	Omogućava prenos podataka do 1Gbps do 700m razdaljine

Na tržištu je najzastupljenija kategorija 5e. Maksimalna dužina jednog segmenta ovog kabla na kojoj računari mogu biti povezani bez dodatnih pojačanja je 100 metara.

## 7.4 Optičko vlakno i optički kabl

Princip po kome se informacija prenosi po optičkom vlaknu (*optical fiber*) bazira se na fizičkom fenomenu pod nazivom totalna refleksija svetlosti.



Slika 7.12 Totalna refleksija svetlosti

Ako svetlosni zrak upada normalno na graničnu površinu (slika 7.12), prelazeći iz vode u vazduh, on ne menja pravac kretanja (zrak 1). Kada zrak upada pod upadnim uglom  $\alpha_1$  na graničnu površinu, on se prelama od normale, pod prelomnim uglom  $\beta_1$  (zrak 2). Sa povećanjem upadnog ugla, povećava se i prelomni ugao svetlosnog zraaka. Za granični upadni ugao  $\alpha_g$ , prelomni ugao postaje jednak  $90^\circ$ . Daljim povećanjem upadnog ugla ( $\alpha > \alpha_g$ ), dolazi do totalne refleksije svetlosti, odnosno svetlosni zrak se totalno (potpuno) odbija od granične površine, kao od ravnog ogledala, natrag u istu sredinu po zakonu refleksije svetlosti (zrak 6). Totalna refleksija svetlosti dešava se samo ako svetlost prelazi iz optički gušće u optički ređu sredinu. U primeru sa slike 7.12, voda je optički gušća sredina jer je njen indeks prelamanja  $n_1=1,3$  veći od indeksa prelamanja vazduha  $n \approx 1$ . Indeks prelamanja neke sredine je odnos brzine elektromagnetnih talasa u vakuumu  $c_0$  i brzine elektromagnetnih talasa u toj sredini  $c$ .



$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 300000 \frac{km}{s}, \quad c = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}, \quad n = \frac{c_0}{c} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$  je dielektrična konstanta vakuuma,  $\epsilon_r$  je relativna dielektrična

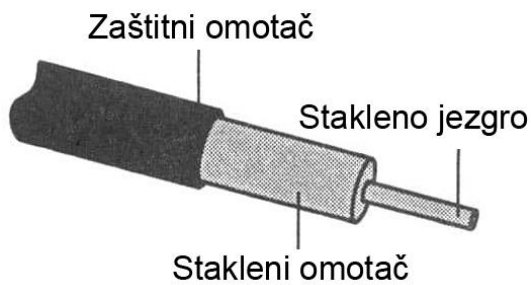
konstanta sredine kroz koju se prostire elektromagnetni talas,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$  je magnetna propustljivost vakuuma,  $\mu_r$  je relativna magnetna propustljivost sredine kroz koju se prostire elektromagnetni talas.

Granični ugao  $\alpha_g$  može da se izračuna na osnovu zakona prelamanja svetlosti:

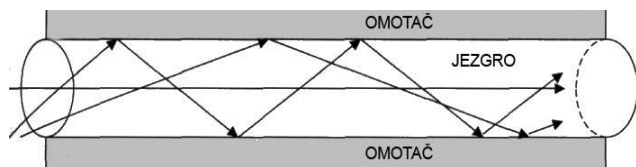
$$n_1 \sin \alpha = n \sin \beta$$

Kako je  $\beta=90^\circ$ , za  $\alpha=\alpha_g$  dobija se  $\sin \alpha_g = \frac{1}{n_1}$

Sistemi prenosa sa optičkim kablovima sastoje se iz tri osnovna funkcionalna dela; to su predajnik (izvor svetlosti – LED ili laserska dioda), optičko vlakno (slika 7.13) i prijemnik (foto senzor). Standardni električni signal se dovodi na LED ili lasersku diodu koje vrše konverziju u svetlost, zatim se svetlost "ubacuje" u optičko vlakno na čijem drugom kraju je prijemnik koji vrši opto-električnu konverziju posle koje se dobija standardni električni signal. Da bi u optičkom vlaknu mogla da se neprestano dešava totalna refleksija svetlosti (slika 7.14), svako optičko vlakno sastoji se od staklenog jezgra i staklenog (reflektujućeg) omotača presvučenog preko jezgra. Oko staklenog omotača svakog vlakna je zaštitni plastični omotač, a dodata su i vlakna od kevlara, što obezbeđuje čvrstinu. Svako optičko vlakno u optičkom kablju (slika 7.15) ima svoj zaštitni omotač, a zatim se sva vlakna zajedno presvlače zajedničkim zaštitnim slojem plastike. Jezgro ima veći indeks prelamanja od staklenog omotača i kao takvo predstavlja optički gušću sredinu. Svetlost se, na strani predajnika, ubacuje u jezgro pod određenim uglom potrebnim da dođe do totalne refleksije, zbog koje se svetlosni zrak neprestalno odbija od granične površine jezgro/omotač putujući tako kroz vlakno do prijemnika.



Slika 7.13 Optičko vlakno



Slika 7.14 Totalna refleksija u optičkom vlaknu

Optička vlakna mogu se podeliti u dve osnovne grupe: na **monomodna** (*singlemode*), koja su tanja i omogućavaju prostiranje samo jednog svetlosnog zraka, i **multimodna** (*multimode*), koja su deblja i omogućavaju istovremeno prostiranje više zraka od više različitih izvora. U tehnološkom procesu je mnogo jednostavnije (a time i jeftinije) proizvesti vlakno većeg prečnika jezgra. To je razlog zbog koga se multimodna vlakna češće koriste. Pored toga, u veće jezgro je mnogo lakše "ubaciti" svetlost iz izvora, pa su i predajnici jeftiniji jer svetlosni snop izvora ne mora biti toliko fokusiran kao u slučaju korišćenja monomodnog vlakna. Dakle, celokupni sistem baziran na multimodnom vlaknu je jeftiniji i takvi sistemi su danas dominantni kod lokalnih računarskih mreža. Sa druge strane, zbog većih rastojanja koja je potrebno premostiti, u telekomunikacijama su dominantna monomodna vlakna. Kod

računarskih mreža svaki link (veza) zahteva dva vlakna – jedno za predaju i drugo za prijem.



Slika 7.15 Optički kabl

U Srbiji se najviše koriste optički kablovi kapaciteta od 6 do 240 optičkih vlakana. Zbog toga što optičko vlakno može podatke da prenosi samo u jednom pravcu, kabl se uvek sastoji od (bar) dva vlakna u odvojenim omotačima – jedno vlakno šalje signale, a drugo ih prima. Fabrička dužina optičkog kabla je oko 2100m. Zbog toga se optički kablovi nastavljaju međusobnim spajanjem optičkih vlakana. Postupak spajanja naziva se splajsovanje, a sastoji se u zavarivanju staklenih vlakana korišćenjem električne energije. Uređaji koji se koriste za splajsovanje nazivaju se optički splajseri. Prilikom splajsovanja, potrebno je obezbediti veliku čistoću pri radu.

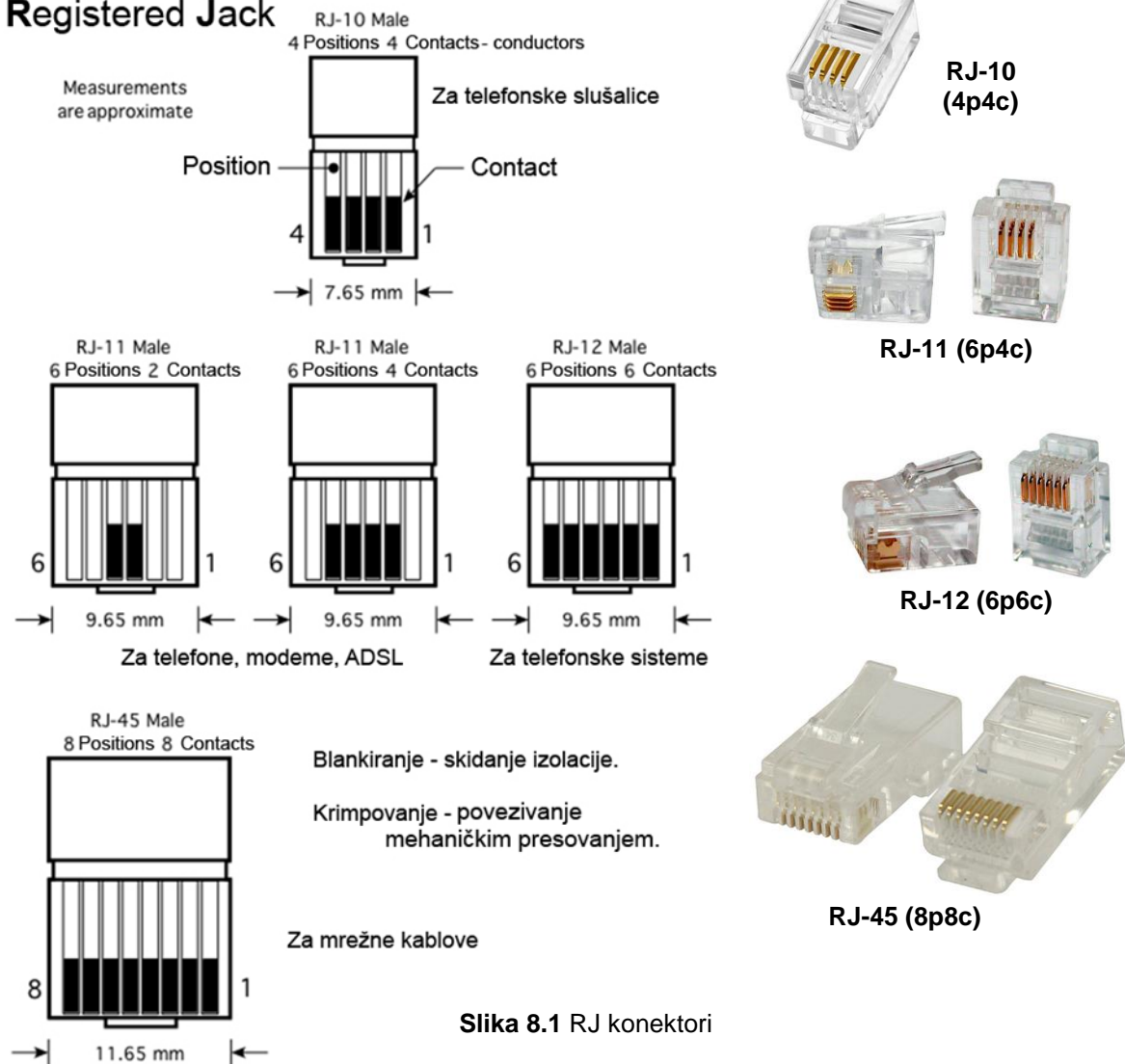
Optički kablovi:

- Ne podležu elektromagnetnim smetnjama.
- Ne podležu preslušavanju.
- Osetljivi su na radioaktivno zračenje.
- Imaju najmanje slabljenje signala duž kabla što dozvoljava domete i do 200km bez pojačanja signala.
- Podržavaju izuzetno velike brzine prenosa podataka na velikim udaljenostima (brzina prenosa u LAN mrežama sa bakarnim provodnicima je 100 Mb/s, a sa optički vlaknima veća 1Gb/s).
- Obezbeđuju galvansko razdvajanje instalacija.
- Lako se polažu u zemlju, pod vodom, na stubove i dalekovode.
- Ne smeju se nipošto oštro savijati.
- Zahtevaju veću stručnost prilikom postavljanja i povezivanja.

## 8. Pribor i alat za telekomunikacione kablove

RJ (*Registered Jack*) konektori (slika 8.1) izrađuju se u više varijanti, a ugrađuju se na krajevima pljosnatih (*Flat*) telefonskih instalacionih kablova i kablova sa upredenim paricama. Izvesna konfuzija u označavanju RJ konektora proizilazi iz toga što se po američkom i evropskom načinu označavanja uz oznaku RJ pišu različiti brojevi za isti tip konektora. Na primer, konektor koji po američkom načinu označavanja ima oznaku RJ-9, po evropskom načinu označavanja ima oznaku RJ-10. Kod nas se najviše upotrebljavaju konektori koji imaju evropske oznake RJ-10, RJ-11, RJ-12 i RJ-45. Nabrojani konektori razlikuju se po nameni, dimenzijama, broju pozicija (*position*) i broju pinova-kontakata (*contacts*), odnosno provodnika (*conductors*). Broj pozicija je broj kanalića na konektoru u kojima mogu da budu smešteni pinovi.

## Registered Jack



Slika 8.1 RJ konektori

Konektor RJ-10 (4p4c) ugrađuje se na kabl koji se povezuje sa telefonskom slušalicom.

Konektor RJ-11 (6p2c) koristi se za povezivanje jedne telefonske linije, konektor RJ-11 (6p4c) koristi se za povezivanje dve telefonske linije, konektor RJ-12 (6p6c) koristi se za povezivanje tri telefonske linije, odnosno telefonske sisteme. Za modeme i ADSL, mogu se koristiti konektori RJ-11 (6p2c), RJ-11 (6p4c) i RJ-12 (6p6c).

Konektori RJ-45 (8p8c) ugrađuju se na kablove sa upredenim paricama.



Slika 8.2 Klešta za krimpovanje RJ konektora

Za krimpovanje RJ konektora koriste se odgovarajuća klešta (slika 8.2)

BNC (*Baionet Neill – Concelman*) konektori (slike 8.3 i 8.4) ugrađuju se na krajeve koaksijalnih kablova čija je karakteristična impedansa  $50\Omega$  i  $75\Omega$ . Koaksijalni kablovi sa ugrađenim BNC konektorima primenjuju se u računarskim mrežama, mernoj tehnici, radio tehnici, televizijskoj tehnici i drugoj radio frekvencijskoj (RF-*Radio Frequency*) tehnici za frekvencije ispod 4GHz i napone ispod 500V. Prema definiciji međunarodne unije za telekomunikacije (eng. *International Telecommunication Union – ITU*, franc. *Union Internationale des Télécommunications - UIT*), radio frekvencije su frekvencije elektromagnetnih talasa koje su niže od 3000GHz.



**Slika 8.3** Ženski BNC konektor (BNC utičnica)



**Slika 8.4** Muški BNC konektor (BNC utikač)



**Slika 8.5** F konektor

Kod BNC konektora primenjuje se bajonet mehanizam koji omogućava brzo i lako spajanje i razdvajanje ženskog i muškog konektora. BNC konektori ugrađuju se na kablove lemljenjem ili krimpovanjem, korišćenjem odgovarajućih klešta. U katalozima se BNC konektori nalaze u grupi RF konektora, u kojoj se, pored ostalih, nalaze i F konektori (slika 8.5), antenski koaksijalni RF konektori (slike 8.6 i 8.7) i dr.



**Slika 8.6** Ženski antenski koaksijalni RF konektor



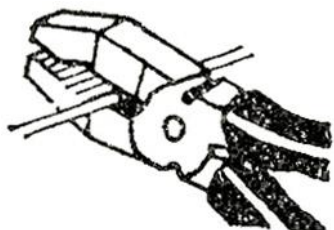
**Slika 8.7** Muški antenski koaksijalni RF konektor



**Slika 8.8** Konektor za optičko vlakno

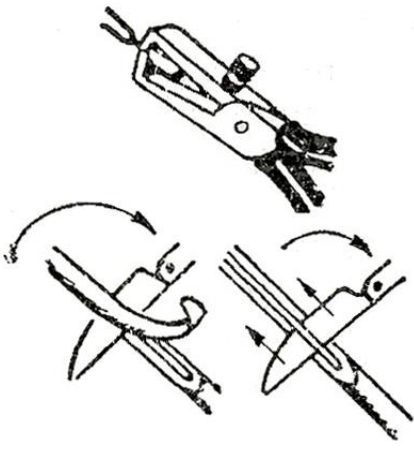
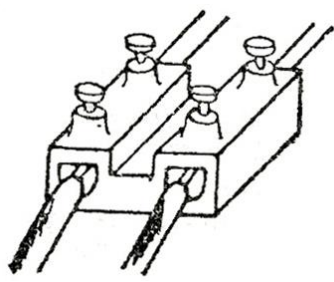
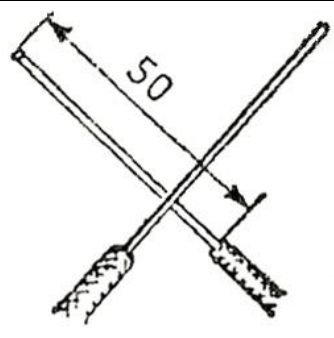
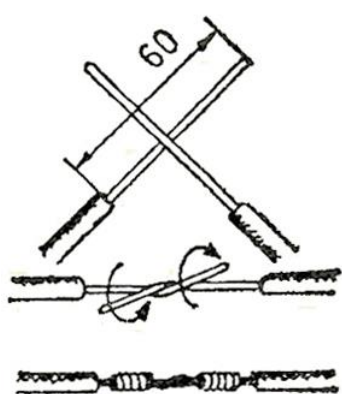
## 9. Vežbe

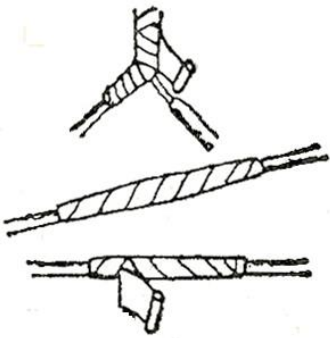
### 9.1 Međusobno spajanje provodnika



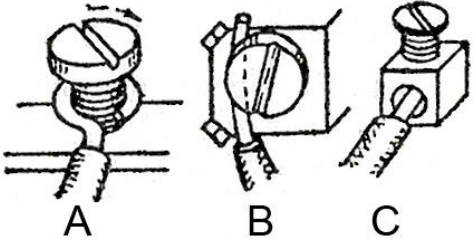
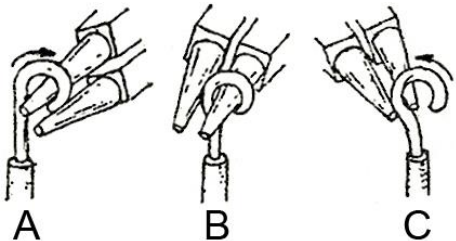
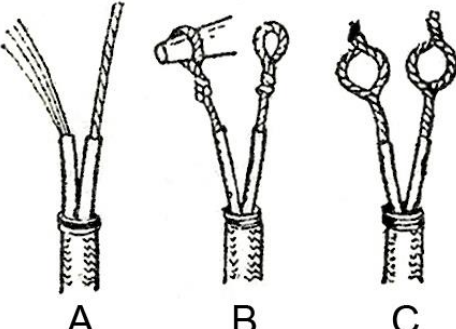
#### 1. Odsecanje provodnika

Potrebno je da se provodnik postavi u deo kombinovanih klešta za odsecanje ili klešta-sečice, a zatim se rukom stisnu ručice klešta.

	<p><b>2. Skidanje izolacije (blankiranje)</b></p> <p>Izolacija se može skinuti kleštima za skidanje izolacije (blankiranje), ili pomoću noža, čija oštrica treba da se kreće koso prema žici i "od sebe". Ako se provodnici spajaju uvrtnjem, dužina skinute izolacije treba da bude 5cm. Ako se provodnici nastavljaju uvrtnjem, dužina skinute izolacije treba da bude 6cm. Ako se provodnici spajaju rednim stezaljkama, dužina skinute izolacije treba da bude 5mm, odnosno treba da bude jednaka polovini dužine metalnog dela spojnice-stezaljke.</p>
	<p><b>3. Spajanje stezaljkama</b></p> <p>Ogoleli krajevi provodnika uvuku se u otvore redne stezaljke, sve do izolacije, a zatim se pritegnu vijci.</p> <p>Ako su provodnici licnasti, da bi se sprečilo njihovo oštećenje prilikom pritezanja vijaka spojnice, potrebno je da se najpre na provodnike postave hiltne ili da se provodnici kalajišu.</p>
	<p><b>4. Spajanje uvrtnjem</b></p> <p>Uvrtnje se vrši najpre prstima, a zatim kleštima. Neuvijene ostatke žice treba odseći. Spoj se može dodatno ojačati ako se nakon uvrtnja provodnici saviju, na polovini spoja, za 180°. Ovakav način spajanja primenjuje se i kod licnastih i kod provodnika punog preseka.</p>
	<p><b>5. Nastavljanje uvrtnjem</b></p> <p>Prvi navoj u sredini je razmakniut, a ostali su priljubljeni jedan uz drugi.</p> <p>Ovakav način nastavljanja teže je ostvariti provodnicima punog preseka veće debljine.</p> <p>Spoj se može dodatno obezbediti kalajisanjem.</p>

	<p><b>6. Izolovanje spoja</b></p> <p>Bez obzira o kom spoju se radi, potrebno je da se više puta obmota izolirajućom trakom.</p> <p>Ako su provodnici nastavljeni uvrtnjem, tada se spoj može izolovati i termo bužinom.</p>
---	--



## 9.2 Priprema krajeva provodnika za priključivanje na vijke

	<p><b>1. Mogući načini spajanja za priključne vijke:</b></p> <p>A – Ušica, ili okce, dolazi ispod glave vijka.</p> <p>B – Kraj provodnika dolazi ispod glave vijka sa one strane gde se nalaze dva zuba.</p> <p>C – Kraj provodnika dolazi u otvor i priteže se vijkom.</p>
	<p><b>2. Provodnik punog preseka</b></p> <p>Okruglim kleštima uhvati se vrh provodnika i uvije u ušicu (A).</p> <p>Kleštima se savije provodnik malo unazad (B i C) i ušica je gotova.</p>
	<p><b>3. Licnasti provodnik</b></p> <p>Licnasti provodnik najpre se uvrti (A), a zatim se savije oko nekog valjkastog predmeta (obla klešta) i napravi okce prema skici B i C.</p> <p>Najbolje je uvrnute žice kalajisati.</p>


### 9.3 Krimovanje kablovskih papučica

U ovoj vežbi objašnjen je postupak krimovanja kablovskih papučica primenom klešta koja su prikazana na slici 6.14.




	<p><b>1. Odsecanje provodnika</b></p> <p>Potrebno je da se provodnik postavi u deo klešta za odsecanje, a zatim se rukom stisnu ručice klešta.</p>
	<p><b>2. Skidanje izolacije (blankiranje)</b></p> <p>Dužina izolacije, koju treba skinuti, treba da bude 5mm. Deo klešta, kojim se skida izolacija, treba odabrati na osnovu površine poprečnog preseka provodnika. Jednom rukom treba stisnuti ručice klešta, a zatim otpustiti ručice, okrenuti provodnik za 90° oko ose, ponovo stisnuti ručice i drugom rukom povući provodnik.</p>
	<p><b>3. Navlačenje papučice na provodnik</b></p> <p>Papučica se najpre postavlja u deo klešta za presovanje, a zatim se u nju uvlači provodnik ili se papučica najpre navlači na provodnik, a zatim zajedno sa provodnikom postavlja u deo klešta za presovanje izolovanih papučica.</p>
	<p><b>4. Presovanje izolovane papučice</b></p> <p>Kada je papučica sa provodnikom postavljena u odgovarajući deo klešta za presovanje izolovanih papučica (zavisno od preseka provodnika), potrebno je samo rukom stisnuti ručice klešta.</p>
	<p><b>5. Rezultat presovanje izolovane papučice</b></p> <p>Rezultat presovanja zavisi od alata, iskustva i papučica. Papučice od čelične trake teže se presuju od mesinganih papučica.</p>

	<p><b>6. Postavljanje provodnika u otvorenu papučicu</b></p> <p>Papučica se najpre postavlja u deo klešta za presovanje otvorenih papučica, a zatim se u nju uvlači provodnik.</p>
	<p><b>7.1 Presovanje otvorene čelične papučice na delu provodnika bez izolacije</b></p> <p>Ako je papučica za provodnike preseka <math>2,5\text{mm}^2</math>, a provodnik takođe preseka <math>2,5\text{mm}^2</math>, tada se presovanje obavlja najpre onim delom klešta na kome je oznaka 2.5-5, zatim šiljatim delom između oznaka 6 i 2.5 i na kraju opet onim delom klešta na kome je oznaka 2.5-5. Ako je papučica za provodnike preseka <math>2,5\text{mm}^2</math>, a provodnik preseka <math>1,5\text{mm}^2</math>, tada se presovanje obavlja najpre onim delom klešta na kome je oznaka 2.5-5, zatim šiljatim delom između oznaka 6.0 i 2.5 i na kraju onim delom klešta na kome je oznaka 1.5-2.5.</p> <p><b>7.2 Presovanje otvorene mesingane papučice na delu provodnika bez izolacije</b></p> <p>Ako je papučica za provodnike preseka <math>2,5\text{mm}^2</math>, a provodnik preseka <math>1,5\text{mm}^2</math> ili <math>2,5\text{mm}^2</math>, tada se presovanje obavlja samo onim delom klešta na kome je oznaka 1.5-2.5.</p>
	<p><b>8. Presovanje otvorene papučice na delu provodnika sa izolacijom</b></p> <p>Delovi papučice, koji treba da budu ispresovani, najpre se kombinovanim, pljosnatim ili špicastim kleštima, saviju jedan preko drugog, a zatim se još malo ispresuju onim delom klešta za presovanje otvorenih papučica, na kome je oznaka 2.5-5.</p>



	<p><b>9. Rezultat presovanje otvorene papučice</b></p> <p>Rezultat presovanja zavisi od alata, iskustva i papučica. Papučice od čelične trake teže se presuju od mesinganih papučica.</p>
---	---

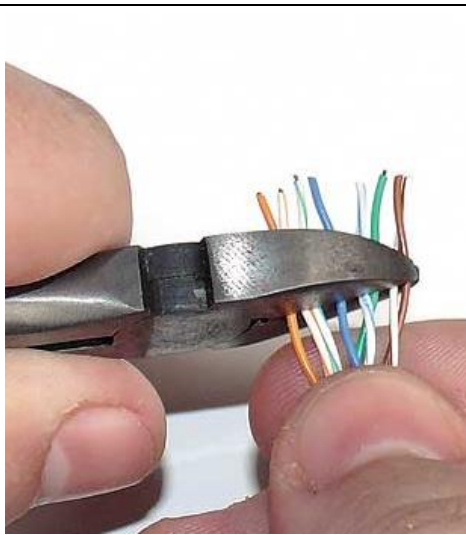
#### 9.4 Krimpovanje konektora RJ-11 i RJ-12 na pljosnati telefonski kabl

	<p><b>1. Skidanje omotača kabla</b></p> <p>Sa kabla se skida omotač u dužini 6mm. To možete da se uradi posebnim dodatkom na kleštima za krimpovanje koji automatski skida dovoljnu dužinu omotača kabla.</p>
	<p><b>2. Rezultat skidanja omotača</b></p> <p>Kod telefonskog kabla, kada se skine izolacioni omotač, vide se četiri žile iako se za upotrebu telefona koriste samo dve. Pravilo je da se koriste samo srednje dve žile, znači u ovom slučaju crvena i zelena. U konektoru će one biti dve srednje kao i u samom kablju.</p>
	<p><b>3. Provera</b></p> <p>Pre nego što se izvrši krimpovanje konektora, treba proveriti da li je omotač kabla skinut u dovoljnoj dužini. Spoljašnji omotač u konektor mora da ulazi u dužini oko 5mm. Sama konstrukcija konektora je takva da žile bez upotrebe velike sile ulaze unutar konektora i to željenim redosledom.</p>

	<p><b>4. Odabir dela klešta za krimpovanje</b></p> <p>Konektor treba utaknuti u deo klešta sa oznakom 6P, zbog toga što konektori RJ-11 i RJ-12 imaju 6 pozicija.</p>
	<p><b>5. Ubacivanje kabela u konektor</b></p> <p>Kabl treba ubaciti tako da žile dođu do kraja svojih kanalića u konektoru.</p>
	<p><b>6. Presovanje</b></p> <p>Snažnim stezanjem ručica klešta, u svaku žilu ulazi po jedan pin, a u omotač kabela se utiskuje jedan plastični deo koji učvršćuje kabl u konektor i sprečava izvlačenje kabela iz konektora.</p> <p>Na nekim kleštima postoji graničnik koji ograničava maksimalni položaj do koga se mogu stisnuti ručice klešta.</p>
	<p><b>7. Rezultat krimpovanja</b></p>
<p><b>8. Testiranje kabela</b></p> <p>Testiranje kabela može se izvršiti digitalnim multimetrom, na opsegu za ispitivanje kontinuiteta, tako što se utvrđuje kontinuitet između odgovarajućih pinova jednog i drugog konektora. Ako su vrhovi ispitnih provodnika multimetra deblji i kao takvi onemogućavaju dodir sa pinovima konektora, tada u multimetar treba priključiti ispitne provodnike sa štipaljka u koje su postavljene igle za ručno šivenje. U slučaju da je kabl neispravan, treba odseći oba konektora i krimpovati ponovo.</p>	

## 9.5 Krimpovanje konektora RJ-45 na UTP kabl

	<p><b>1. Skidanje omotača kabla</b></p> <p>Omotač se skida sa kabla u dužini oko 20mm. To može da se uradi posebnim dodatkom na kleštima koji omogućava poprečno zasecanje omotača kabla. Da bi se, nakon poprečnog zasecanja, omotač kabla razdvojio na zasečenom mestu, potrebno je da se, oko zasečenog mesta, kabl nekoliko puta savije u različitim smerovima.</p> <p>Drugi način za skidanje omotača kabla sastoji se u tome da se najpre, sečicama ili skalpelom, početak omotača zaseče nekoliko milimetara, a zatim se dalje uzdužno prosecanje obavi prstima ili žilama, tako što se jednom rukom drži omotač, a drugom rukom žile povlače sa strane. Kada se završi uzdužno prosecanje, potrebno je da se, sečicama ili skalpelom, na mestu do koga je izvršeno uzdužno prosecanje, izvrši i poprečno odsecanje omotača kabla.</p>
	<p><b>2. Provera izolacije žila</b></p> <p>Nakon skidanja omotača, treba proveriti da li je na žilama izolacija neoštećena. Ako je prilikom skidanja omotača na nekoj žili oštećena izolacija, tada treba odseći taj deo kabla i ponoviti postupak skidanja omotača.</p> <p>Ako je izolacija žila neoštećena, parice se mogu razdvojiti i ispraviti.</p>
	<p><b>3. Skraćivanje žila</b></p> <p>Ako je dužina žila, mereno od početka omotača, veća od 20mm, da bi se lakše rukovalo žilama potrebno je skratiti ih tako da njihova dužina bude oko 20mm. Kasnije, kada se žile rasporede po odgovarajućem redosledu, potrebno je da se ponovo izvrši njihovo skraćivanje tako da im dužina bude oko 12mm.</p>

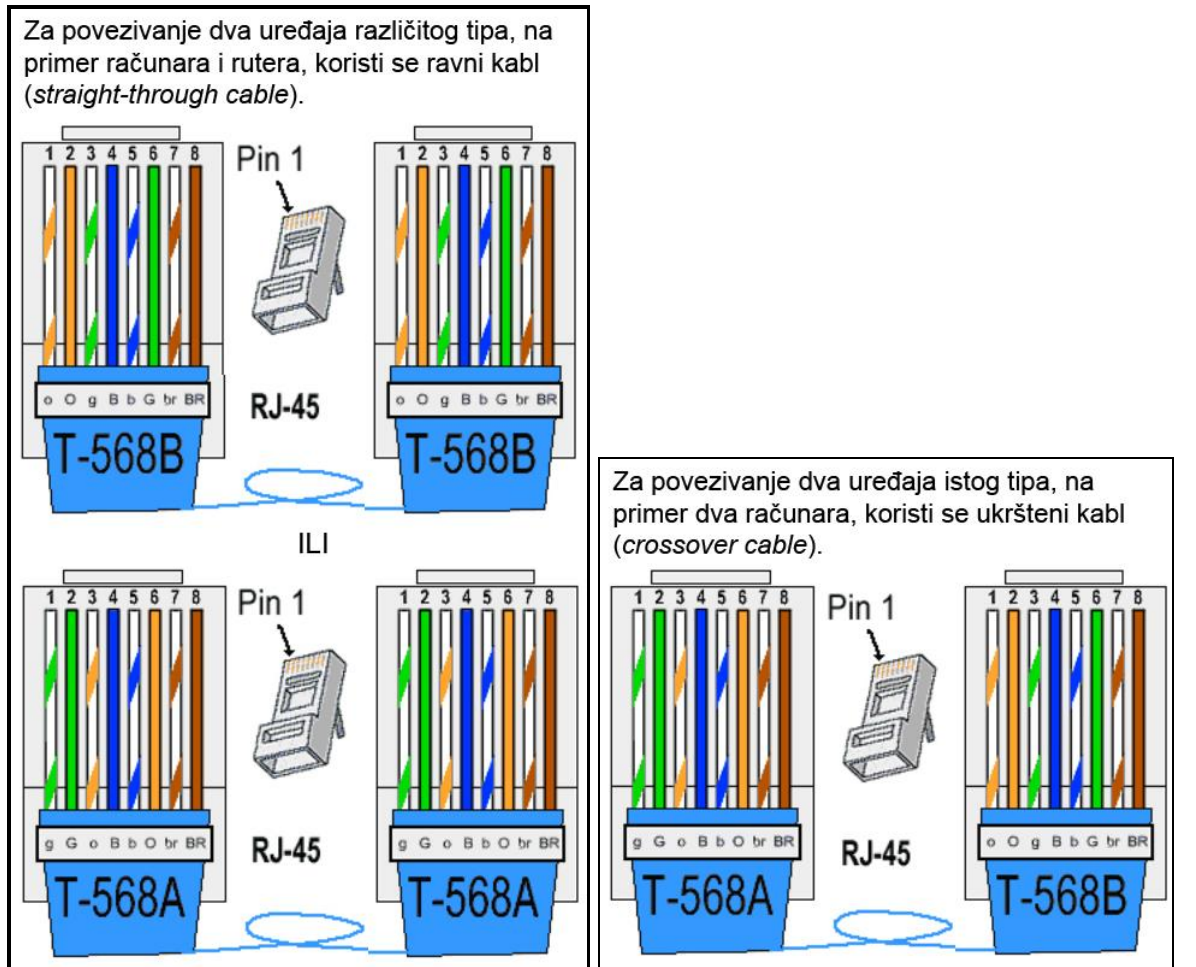


#### 4. Raspoređivanje žila u konektoru

Raspored žila u konektoru definisan je standardima **TIA/EIA 568A** ili **TIA/EIA 568B**.

Ravni kabl (*straight-through cable*) je kabl kod koga je raspored žila u oba konektora kabla po istom standardu. Ravni kabl koristi se za povezivanje dva uređaja različitog tipa, na primer računara i rutera.

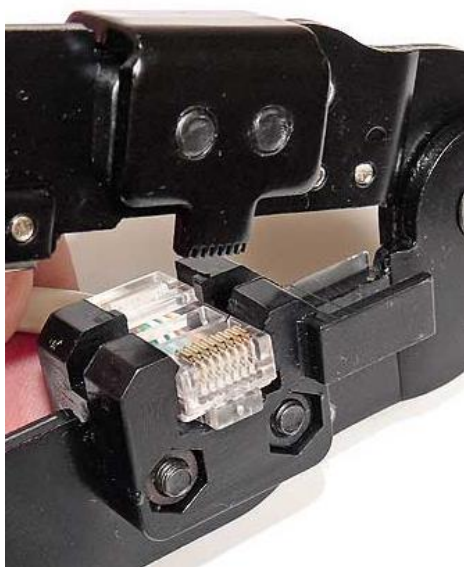
Ukršteni kabl (*crossover cable*) je kabl kod koga je raspored žila u konektorima kabla po različitim standardima. Ukršteni kabl koriste se za povezivanje dva uređaja istog tipa, na primer dva računara.





### 5. Smeštanje kabla u konektor

Kada se žile pravilno rasporede, treba ih čvrsto pritisnuti između palca i kažiprsta, a zatim sečicama skratiti tako da im, mereno od početka omotača, dužina bude oko 12mm. Nakon skraćivanja žila, kabl se smešta u konektor RJ-45 tako da žile dođu do kraja svojih kanalića u konektoru. Omotač kabla ulazi u konektor u dužini oko 7mm. Pre početka presovanja, potrebno je još jedanput proveriti raspored žila.



### 6. Odabir dela klešta za krimpovanje

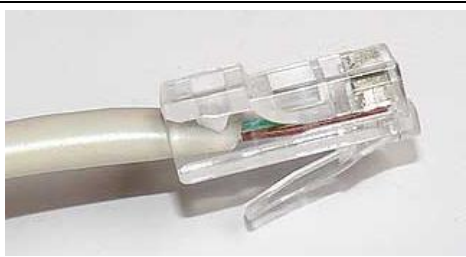
Konektor RJ-45, u koji je prethodno smešten kabl, treba utaknuti u deo klešta sa oznakom 8P, zbog toga što konektor RJ-45 ima 8 pozicija.



### 7. Presovanje

Snažnim stezanjem ručica klešta, u svaku žilu ulazi po jedan pin, a u omotač kabla se utiskuje jedan plastični deo koji učvršćuje kabl u konektor i sprečava izvlačenje kabla iz konektora.

Na nekim kleštima postoji graničnik koji ograničava maksimalni položaj do koga se mogu stisnuti ručice klešta.



## 8. Rezultat krimpovanja



## 9. Testiranje kabla

Uređajima za testiranje kablova moguće je proveriti raspored žila i ispravnost kabla.

Većina testera sastoji se iz dve kutije, transmitera (predajnika) i risivera (prijemnika), u koje se uključuje kabl. Transmittera šalje test impulse kroz svaku žicu ponaosob i ako su konektori dobro spojeni sa kablom, tada istovremeno na transmitteru i risiveru svetle LED diode sa odgovarajućim rednim brojevima, zavisno od toga da li je kabl ravan ili ukršten.

Testiranje kabla može se izvršiti i digitalnim multimetrom, na opsegu za ispitivanje kontinuiteta, tako što se utvrđuje kontinuitet između odgovarajućih pinova jednog i drugog konektora, zavisno od toga da li je kabl ravan ili ukršten. Ako su vrhovi ispitnih provodnika multimetra deblji i kao takvi onemogućavaju dodir sa pinovima konektora, tada u multimeter treba priključiti ispitne provodnike sa štipaljicama u koje su postavljene igle za ručno šivenje.

U slučaju da je kabl неисправan, treba odseći oba konektora i krimpovati ponovo.