PREDMET: **ELEKTROINSTALACIJE**

TEMA: **KABLOVI**

[www.maturski.org](http://www.maturski.org/)

Sadržaj:

[I. UVOD 2](#_Toc354684502)

[II. ELEKTRIČNE INSTALACIJE 3](#_Toc354684503)

[III. ELEKTRIČNI VODIČI 4](#_Toc354684504)

[Boje kod višežilnih izoliranih vodova 11](#_Toc354684505)

[Strujna opteretivost vodiča 11](#_Toc354684506)

[IV. ELEKTRIČNI IZOLATORI 12](#_Toc354684507)

[Svojstva izolatora 12](#_Toc354684508)

[Presjek kabela 13](#_Toc354684509)

[Kabeli (opterećenje) 14](#_Toc354684510)

[Višežilni (multicore) kabel 14](#_Toc354684511)

[V. ZAKLJUČAK 15](#_Toc354684512)

[VI. Literatura: 16](#_Toc354684513)

# UVOD

Elementi električnog sistema na nekom objektu kao što su: izvodi, razvodni ormari i potrošači, međusobno su povezani električnim kablovima za prenos električne energije u svrhu napajanja, upravljanja ili prenosa električnih informacija (signalizacija, mjerenje, obrada podataka).

Prema definiciji kabl jevrsta električnog voda koji se sastoji od jedne ili više žila i odgovarajućih zaštitnih slojeva.

Kroz ovaj rad ćemo obraditi kabele kao dio elektroinstalacijskog pribora (materijala), vrste kabela, kao i upotrebljivost određenih vrsta kabela za određenu vrstu instalacije.

# ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Kao što je već navedeno u uvodnom dijelu rada, kablovi su po definiciji *vrsta električnog voda koji se sastoji od jedne ili više žila i odgovarajućih zaštitnih slojeva.*

Dakle osnovni dio instalacije na nekom objektu čine kablovi. Električne instalacije se izvode u stambenim objektima, poslovnim prostorima, industriji, poljoprivrednim dobrima, gradilištima itd. Postoje sljedeće vrste instalacija: elektroenergetske, gromobranske, telekomunikacione i signalne. Elektroenergetske instalacije se izvode kako bi se osiguralo napajanje potrošača električnom energijom. Gromobranska instalacija se postavlja u cilju zaštite ljudi i objekata od štetnog djelovanja atmosferskog električnog pražnjenja.

Telekomunikacijske instalacije omogućavaju prijenos podataka. Postoje sljedece vrste **telekomunikacijskih instalacija:** *telefonske instalacije, instalacije interfona, instalacije zajedničkih radio i TV antena, instalacije interne televizije, instalacije razglasa, instalacije računarskog sistema, instalacije centralnog sistema časovnika itd.*

**U signalne instalacije spadaju:** *instalacije električnog zvonca, instalacije protivpožarnog sistema, instalacije protivprovalnog sistema i instalacije poziva u hotelima i bolnicama.*

Kao što se vidi, signalne i telekomunikacione instalacije su srodne i očekivati je da će daljim razvojem tehnike doći do njihovog integrisanja.

Elektroenergetske i gromobranske instalacije spadaju u grupu instalacija jake struje dok se telekomunikacione i signalne instalacije ubrajaju u instalacije slabe struje.

# ELEKTRIČNI VODIČI

Tvari sa labavo vezanim elektronima u vanjskim (obično nepotpunim) elektronskim ljuskama (putanjama), tzv. slobodnim elektronima, koji se mogu slobodno kretati kroz kristalnu rešetku nazivamo vodljivim materijalima. Električni vodiči su dakle materijali u kojima postoje slobodni nositelji električnog naboja, pa zbog toga dobro vode električnu struju.

Slobodni nositelji električnog naboja mogu se gibati pod utjecajem električnog polja koje u vodiču nastaje kada se na njega dovede električni napon, a usmjereno gibanje tih nositelja je pojava koja se zove električna struja.

Najčešći vodiči su metali, koji se međutim i međusobno znatno razlikuju po stupnju provodljivosti. Vodljivost je suprotan pojam od tzv. električne otpornosti, kojom se izražava stupanj otpornosti koju materijal pruža prolasku električne struje.

U tabeli je data usporedba specifičnih vodljivosti najčešće korištenih materijala u elektrici i elektronici, pri 20°C.

|  |  |
| --- | --- |
| Materijal | Specifična vodljivost |
| Aluminij | 25-34,5 |
| Bakar | 56-57 |
| Cekaš | 0,89-1,03 |
| Konstantan | 2 |
| Čelična žica | 5,9 |
| Mesing | 12,5-14 |
| Platina | 10 |
| Srebro | 61 |
| Ugljen | Oko 0,01 |
| Volfram | 18,1 |
| Zlato | 43,5 |
| Živa | 1,04 |

Struju najbolje provodi srebro, a zatim bakar koji je međutim znatno jeftiniji. Kada nije bitan obim, već samo cijena i masa vodiča, kao npr. kod dalekovoda, koristi se aluminij. Kako su pored vodljivosti često važna i neka hemijska ili mehanička svojstva vodiča koriste se i mnoge drugi metali i njihove legure, npr. zlato, platina, cink, živa, bronza, čelik.

Dobru provodljivost imaju i neke otopine, no mehanizam prijenosa električnog naboja u otopinama (koje zovemo elektrolitima) bitno se razlikuje od mehanizma premještanja elektrona u čvrstim tvarima i može biti vrlo komplikovan.

Na kraju, postoje materije, koje mijenjaju vodljivost zavisno o raznim uvjetima, a među njima najpoznatiji su tzv. poluvodiči. To su posebne vrste materijala na bazi hemijskih elemenata silicija ili germanija, koji izraženo mijenjaju provodljivost zavisno o temperaturi i količini nečistoća.

Većina vodiča smanjuje vodljivost (teže dopušta kretanje elektrona) ako se zagrije na više temperature i obratno. Kod vrlo vrlo niskih temperatura, neki materijali postaju supervodljivi, tj. preskakanje elektrona s atoma na atom se dešava bez ikakvog otpora.

Postoje međutim i materijali koji se ponašaju obrnuto. Tako primjerice ugljenu raste vodljivost pri porastu temperature. Malo je poznato, da jedan od najboljih izolatora pri sobnoj temperaturi - staklo, postaje jako vodljivo kad se ugrije do temperature taljenja.

Puno su rjeđi materijali, koji u uobičajenim temperaturnim granicama gotovo nimalo ne mijenjaju vodljivost. Takav je primjerice tzv. konstantan. Takvi se koriste za posebne namjene u elektrici i elektronici, najčešće u kolima za automatsku regulaciju i temperaturnu stabilizaciju.

Razne vrste golih ili izoliranih žica i kabela za električne instalacije, trolejvodove i dr. polažu se kao zračni vodovi (razapeti između nosećih elemenata ili stupova od kojih su izolirani raznim izvedbama izolatora), zatim za polaganje u zemlju, pod more, pod žbuku, u zaštitne cijevi, za rudarske namjene i dr.

**Vodiči se u tehnici javljaju kao:**

**- goli vodiči:** trolejvodovi (za oduzimanje energije za pogon lokomotiva, tramvaja, dizalica i dr.) posebno oblikovanog, standardiziranog presjeka za pojedine namjene.

**- gola bakrena žica:** (za razvodne kutije, elektroničke uređaje, električne peći i sl.).

**- izolirani vodiči (kabeli):** lak-žica (lakom izolirana bakrena žica) za motanje manjih transformatora, zavojnica i sl.

**- kabeli s gumenom izolacijom** (sa ili bez vanjskog zaštitnog opleta od pamuka, čelične žice ili trake),

**- kabeli s PVC izolacijom** (okrugli sa ili bez dodatne vanjske zaštitne obloge, pljosnati za pod žbuku raznih izvedbi i dr.),

**- svilom izolirana žica za zavojnice i uređaje slabe struje**

**- teške i oklopljene izvedbe za pogonske - radioničke uvjete.**

Goli provodnici su metalne žice i šipke različitih oblika i prijesjeka, bez izolacije.

Upotrebljavaju se u električnim postrojenjima i za izvođenje nadzemnih vazdušnih mreža. U

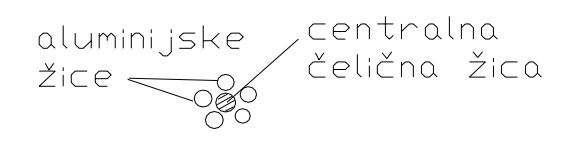
postrojenjima se najčešće koriste pravougaone bakarne šipke (sabirnice) za električno

povezivanje elemenata postrojenja. Za izradu nadzemnih telefonskih mreža se koriste

bakarne žice, a za elektroenergetske nadzemne mreže provodnici od alučela. Alučel je

kombinacija čeličnih i aluminijskih žica. Čelične žice imaju veliku zateznu čvrstinu, a

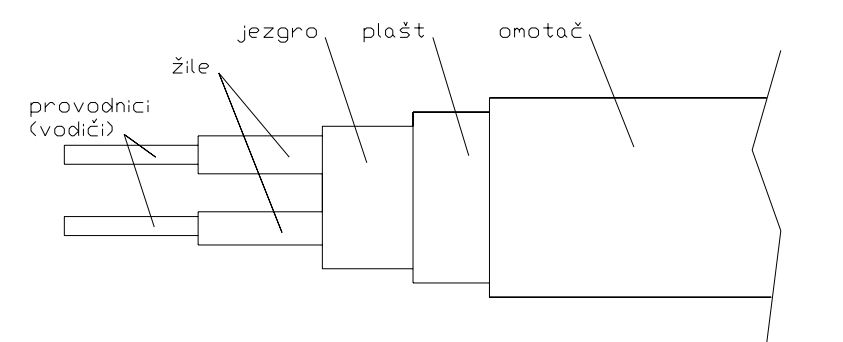
aluminijske su dobri provodnici, tako da alučel predstavlja dobru kombinaciju. Prijesjek alučel provodnika je prikazan na slici 1.



Slika 1.

Kablovi služe za napajanje potrošača električnom energijom i zaprijenos električnih odnosno optičkih signala. Električni signali se prenose bakarnim vodičima, dok se optički signali provode kroz stakleno vlakno. Optički kablovi su u sve široj upotrebi u komunikacijama.

Konstrukcioni elementi kabla su prikazani na slici 2.



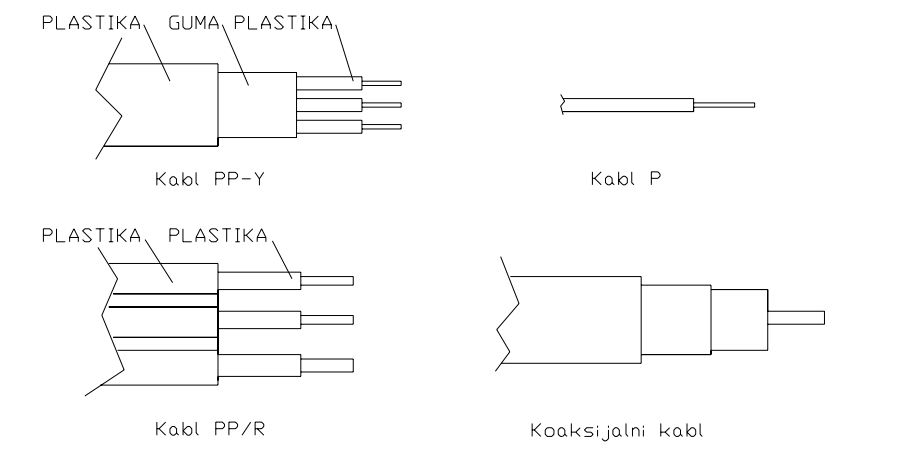
Slika 2.

Provodnici (vodiči) sa izolacijom se zovu žile. Cjelina od nekoliko žila se zove jezgro. Plašt se postavlja u cilju zaštite jezgra. Plašt se izrađuje od gume, PVC-a ili metala. Omotač je

mehanička zaštita kabla. Kod telekomunikacionih kablova žile seformiraju u parice i četvorke. Dvije žile čine paricu, a četiri četvorku. Provodnici mogu bitipuni i upredeni od više tanjih žica. Za pokretne potrošače se obavezno upotrebljavaju upredeni (licnasti) provodnici. Danas se koriste sljedeći izolacioni materijali: guma, polivinilhlorid (PVC), polietilen i silikon. Kablovi izolirani gumom se koriste za napajanje pokretnih potrošača. Kablovi izolirani polivinilhloridom su u najširoj upotrebi. Polivinilhlorid gori samo ako je iznad plamena, ali se plamen ne širi. Polietilen ima sve dobre osobine polivinilhlorida, a uz to ima veću otpornost na povišene temperature. Silikon se koristi za izolaciju kablova koji napajaju grijače i drugdje gdje je prisutna visoka temperatura. Kompletna oznaka kabla prema važećem JUS standardu ima sedam dijelova, ali u praksi se najčešće koriste skraćene oznake. Npr. kabl sa tri žile površine poprečnog presjeka provodnika 2,5 mm2 izoliran polivinilhloridom se označava:

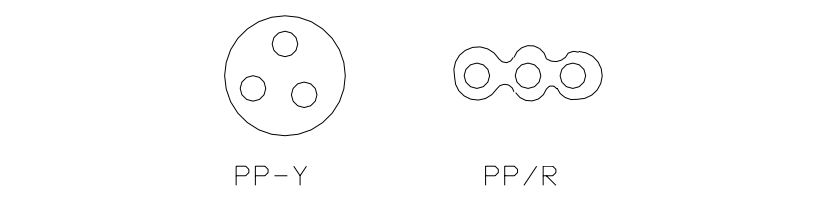
**PP-Y 3x2,5 mm2.**

Kao što je vidljivo prvi dio oznake se odnosi na vrstu izolacije, a drugi na broj i prijesjek provodnika. Najčešće upotrebljavani kablovi su: P/L, GG/J, P, P/F, PP-Y, PP/R, PP 00, PP41, PP 44, TI, Y(St)Y, X 00-A, X 00/0-A i koaksijalni kablovi (sl. 3).



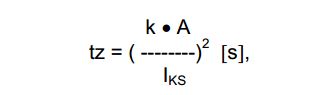
Slika 3.

Kabl P/L se upotrebljava za napajanje pokretnih potrošača manjesnage kao što su npr. stone lampe, radio-aparati itd. Sadrže dvije žile sa licnastim provodnicima. Za napajanje pokretnih potrošača kao što su električni štednjaci, mješalice i sl. se koriste kablovi GG/J. Sadrže tri ili pet žila ovisno o tome da li napajaju monofazne ili trofazne potrošače. Kabl P ima jednu žilu sa punim provodnikom, a koristi se za ožičenje u elektroormarima. Kabl P/F ima jednu žilu sa upredenim finožičnim provodnikom, a najčešće se koristi za galvansko izjednačavanje potencijala. Kablovi tipa PP-Y i PP/R se koriste za izvođenje električnih instalacija niskog napona. Kabl PP-Y je okruglog, a PP/R pljosnatog prijesjeka. Kabl PP-Y je kvalitetniji u odnosu na PP/R (sl. 4).



Slika 4.

Kabl PP/R se ne smije koristiti u vlažnim prostorijama kao što su npr. kupatila i podrumi i ne smije se postavljati direktno na drvo. Kabl PP-Y se smije koristiti u vlažnim prostorijama i smije se postavljati direktno na drvo. Kablovi PP-Y i PP/R se izrađuju kao trožilni i petožilni. Trožilni se koriste za napajanje monofaznih, a petožilni trofaznih potrošača. Kod trožilnog kabla izolacija faznog vodiča (L) je crne boje, izolacija neutralnog vodiča (N) je plave, a zaštitnog vodiča (PE) žuto-zelene boje. Petožilni kabl ima još dva fazna vodiča, jedan smeđe i jedan crne boje. S obzirom da kod petožilnog kabla imamo dvije crne žile, one se razlikuju tako što je jedna na obodu, a druga u sredini kabla. Kabl PP-Y ne smije biti izložen direktnom sunčevom svjetlu. Tamo gdje je prisutno direktno djelovanje sunčevih zraka koristi se kabl PP 00. Za kabl PP-Y se koriste i oznake PGP i NYM. Kablovi PP 00, PP 41 i PP 44 se koriste za napajanje potrošača većih snaga. Kabl PP 00 ima plašt i omotač od polivinilhlorida, dok PP 41 i PP 44 imaju metalne plaštove što ih čini daleko otpornijimna mehanička naprezanja. Plašt kabla PP 44 je od pocinčane žice što ga čini otpornim na agresivne sredine tako da se može polagati u rijeke i more. Druga oznaka za kabl PP 00 je NYY. Kabl TI se koristi za izvođenje telefonskih instalacija, a Y(St)Y za prijenos podataka brzinom do 10Mbit/s. Za visoke brzine prijenosa podataka se koriste osmožilni kablovi UTP, FTP i STP. Kablovi X 00-A i X 00/0-A imaju provodnike od aluminijuma, a izolaciju od polietilena. Kabl X 00/0-A za razliku od X 00-A ima nosivo uže. Predstavljaju samonosive kablovske snopove (SKS) i koriste se za niskonaponske nadzemne mreže i za nadzemne kućne priključke. Koaksijalni kablovi impedanse 75 Ωse koriste za antenske instalacije i kod pojedinih vrsta računarskih mreža. Usljed proticanja električne struje kroz provodnike dolazi do zagrijavanja provodnika i njihove izolacije. To je naročito štetno u slučaju kratkih spojeva kadakroz kablove teku veoma jake struje usljed kojih može doći do izgaranja izolacije. Vrijeme ukojem smije da teče struja kratkog spoja, a da ne dođe do oštećenja kabla se računa po formuli:



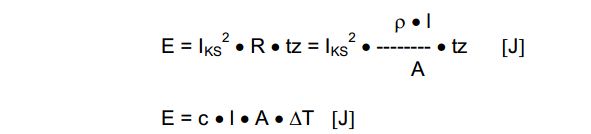
gdje je:

A [mm2]- površina poprečnog prijesjeka provodnika,

IKS [A]- struja kratkog spoja,

k - koeficijent ovisan o vrsti kabla.

Energija zagrijavanja provodnika se računa pomoću formula:



gdje su:

E – energija zagrijavanja

ρ- specifični otpor provodnika

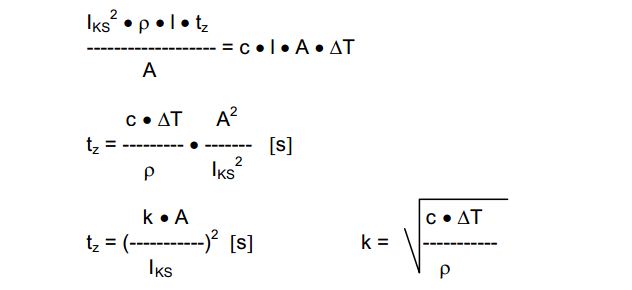
l - dužina provodnika

A - poprečni prijesjek provodnika

c - specifična toplota provodnika

∆T - dozvoljeno povećanje temperature provodnika.

Iz navedene dvije formule dobivamo:



Koeficijent za bakarne provodnike iznosi:

k = 115 za izolaciju od polivinilhlorida (PVC)

k = 134 za izolaciju od gume

k = 143 za izolaciju od polietilena.

Također postoje posebne izvedbe sa nosećim užetom za vješanje na velikim rasponima, otporne na atmosferske uvjete, lake i ojačane izvedbe, mnogožične i finožične izvedbe (pletenica od tankih žica koje podnose vibracije i višestruka savijanja, npr. za automobile, perilice i sl.).

Posebne su izvedbe za viši i visoki napon.

Sve izvedbe, kao i sustav označavanja, dopuštena mehanička i strujna opteretivost, maksimalni provjes zračnih vodova i dr., standardizirani su.

## Boje kod višežilnih izoliranih vodova

Crni i smeđi vod – primjenjuju se za fazne vodove.

Svijetloplavi vod – primjenjuje se za neutralni vod, ako nema neutralnog voda može se koristiti za fazni vod.

Žuto-zeleni vod – primjenjuje se za vodove sa zaštitnom funkcijom (uzemljenje).

## Strujna opteretivost vodiča

Zavisi o vrsti provodnika, posebno o svojstvima izolacije i načinu polaganja, te osobito o površini presjeka vodiča. Izražava se kao dopuštena jakost struje po jedinici površine presjeka (A/mm2), a za konkretne presjeke kao dopuštena jakost struje u amperima (A) pri definiranoj temperaturi okoliša (0, 20 ili 40 °C).

Standardizirani su također i presjeci vodiča. Tabela daje površinu presjeka zavisno o promjeru za češće korištene presjeke u domaćinstvima i opteretivost (jednaka je nazivnoj struji osigurača kojim se strujni krug osigurava) za cijevne, oklopljene kabelske ili višežilne vodiče koji nisu položeni u cijevima, te višežilne savitljive priključne vodove pri 25°C :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Promjer mm | 1 | 1.13 | 1.40 | 1.80 | 2.26 | 2.76 | 3.57 |
| Promjer mm2 | 0.75 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 |
| Opteretivost (A) | -- | 10 | 16 | 20 | 26 | 35 | 50 |

Detaljniji proračun instalacija u kome se uzimaju u obzir očekivane vrste trošila, temperature okoliša, rezerva za razvoj ili proširenje, vrste i načini polaganja vodova itd. za svaku konkretnu instalaciju treba biti određen projektom elektroinstalacije, koga izrađuje ovlaštena projektna kuća ili instalaterska tvrtka. Projektom se definiraju i sve sigurnosne mjere (uzemljenja, sustav zaštitnih vodiča i dr.) na koje obvezuju standardi i tehnički propisi.

Elektricni izolator je materijal u kojem nema slobodnih nositelja elektricnog naboja, pa zbog toga vrlo slabo vodi elektricnu struju. Sinonim za pojam izolator je i dielektrik koji se u elektrotehnici obicno koristi za izolatore u kondenzatorima, a cesto se susrece i u fizici.

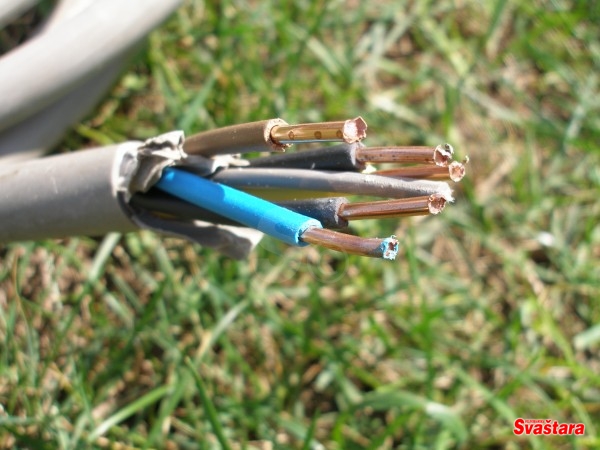
# ELEKTRIČNI IZOLATORI

U različitim oblicima, izolatori su u širokoj upotrebi u tehnici, od porculanskih visokonaponskih izolatora za visokonaponske vodove, preko izolacijskih materijala kojima se presvlače električni vodiči, do raznih umjetnih materijala za kućišta električnih uređaja i alata, tijela elektroinstalacijskog materijala, izolacije rastavljača u rasklopnim uređajima jake struje, ploča za izradu tiskanih pločica za elektroniku, izolirajućih folija za izradu kondenzatora i dr.

Među poznatim izolatorima najbolji je suhi zrak. Nakon njega parafin, pa staklo, porculan, mika, tvrda guma, PVC i njemu srodni plastični materijali, svila, suhi papir i neke tekućine, (narocito specijalno ulje za transformatore). Neki od tih materijala današnja elektrotehnika ne primjenjuje jer nisu praktični, ali su bili u upotrebi prije pojave današnjih modernih izolacijskih materijala.

## Svojstva izolatora

Bakreni vodič izoliran plastičnim materijalom:



Slika 5.

Za svojstva i područja namjene izolatora važno je nekoliko karakterističnih parametara:

- specificni otpor, izražen u Omm2/m. To je otpor koga prolasku struje pruža žica presjeka 1 mm2, duljine 1 m. Dobre izolatore odlikuje visok specifični otpor.

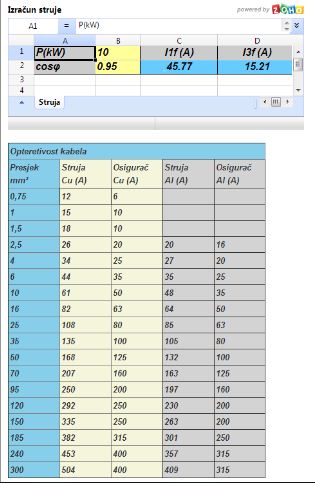
- probojna čvrstoća izražena u kV/mm predstavlja napon kod koga nastupa proboj izolatora debljine 1 mm.

- dopuštena maksimalna temperatura je temperatura kod koje izolator još zadržava dostatna mehanička i električna svojstva (osobito specifični otpor i probojnu čvrstoću) koja garantiraju siguran pogon. Prekoračenje te temperature može uzrokovati mekšanje, pa i taljenje izolatora, zapaljenje, pougljenjivanje i dr., nakon čega slijedi proboj izolacije.

Na kraju, slobodni nositelji električnog naboja prisutni su i u poluvodicima. Vrlo čisti poluvodici su na niskim temperaturama izolatori, međutim dodavanjem primjesa postaju vodljivi. Pravi izolatori se od njih razlikuju mnogo većim zabranjenim pojasom između vodljivog i valentnog pojasa, ali uz dovoljno veliko električno polje i oni postaju vodljivi. To znači da ne postoji idealni izolator, već za svaki materijal postoji karakteristična probojna čvrstoća. Kod krutih izolatora proboj obično uzrokuje fizičke i hemijske promjene koje trajno pogoršavaju njegova svojstva.

## Presjek kabela

Najvažniji faktor kod dimenzioniranja kabela je jakost struje koju trajno može podnijeti. Ima ih još bitnih ali u ovom tekstu ih neću uzet u obzir zato što je ovo zamišljeno kao pomoć na terenu za brzinsko određivanje presjeka kabela i njegove zaštite tj. osigurača. Struja se najčešće računa iz snage prema dolje danoj formuli, a ispod se nalazi tablica koja automatski radi izračun kao u excelu. U žuta polja unesite vrijednosti, a u plavim ćete dobiti rezultate.



Slika 6.

## Kabeli (opterećenje)

Maksimalno opterećenje koje električni kabel može podnijeti ovisi o njegovom presjeku. Ukoliko presjek kabela nije dovoljan za struju kojom je opterećen, dolazi do pregrijavanja. Pregrijavanje povećava otpor kabela što još više smanjuje njegovu mogućnost provođenja struje i vodi do pregaranja.

Kao što smo rekli jednofazni kabeli imaju 3 žile, a trofazni 5 žila. U našim ekipama je uobičajeno jednofazne kabele nazivati po maksimaloj snazi koju mogu podnijeti, pa se tako govori o dvokilovatnim ili o petkilovatnim kabelima. Trofazni kabeli, s druge strane, nose imena po svom presjeku u milimetrima kvadratnim i nazivaju se šesnaestica, tridesetpetica i td. U praksi se smatra da se trofazni kabel presjeka 35 mm smije opteretiti sa najviše 60 kW, a onaj presjeka 16 mm sa 30 kW.

Uz kabele su vezani i konektori. Poznati schuko konektori se sve rjede susreću u profesionalnoj rasvjeti. Zamjenuju ih euro konektori kod nas poznati i pod imenom TEP od Tvornica elektricnih proizvoda. Euro konektori su sigurniji, teže se razdvajaju i otporniji su na vlagu.

## Višežilni (multicore) kabel

U koncertnoj, a sve više i televizijskoj rasvjeti upotrebljavaju se višežilni kabeli. Provode monofaznu struju za više reflektora istovremeno. Svaki reflektor se može paliti ili gasiti posebno, a kabeli su lakši i jeftiniji zbog uštede na izolaciji. Ovi kabeli zahtjevaju i posebne konektore od kojih je napoznatiji socapex.

# ZAKLJUČAK

Kablovi su najosnovniji način provođenja električne energije, i kao takvi su najčešći način elektroinstalacije. Za svaki vid instalacije postoji standardom određen presjek kabela, ovisno o naponu, tj. Jakosti struje koja kroz njega “protiče“.

Električne instalacije se izvode u stambenim objektima, poslovnim prostorima, industriji, poljoprivrednim dobrima, gradilištima itd. Postoje sljedeće vrste instalacija: elektroenergetske, gromobranske, telekomunikacione i signalne. Elektroenergetske instalacije se izvode kako bi se osiguralo napajanje potrošača električnom energijom. Gromobranska instalacija se postavlja u cilju zaštite ljudi i objekata od štetnog djelovanja atmosferskog električnog pražnjenja.

Slobodni nositelji električnog naboja mogu se gibati pod utjecajem električnog polja koje u vodiču nastaje kada se na njega dovede električni napon, a usmjereno gibanje tih nositelja je pojava koja se zove električna struja.

Najčešći vodiči su metali, koji se međutim i međusobno znatno razlikuju po stupnju provodljivosti. Vodljivost je suprotan pojam od tzv. električne otpornosti, kojom se izražava stupanj otpornosti koju materijal pruža prolasku električne struje.

Struju najbolje provodi srebro, a zatim bakar koji je međutim znatno jeftiniji. Kada nije bitan obim, već samo cijena i masa vodiča, kao npr. kod dalekovoda, koristi se aluminij. Kako su pored vodljivosti često važna i neka hemijska ili mehanička svojstva vodiča koriste se i mnoge drugi metali i njihove legure, npr. zlato, platina, cink, živa, bronza, čelik.

# Literatura:

* www.wikipedija.org
* Amir, HALEP, „ELEKTRIČNE INSTALACIJE I OSVJETLJENJE“

[www.maturski.org](http://www.maturski.org/)