

# Edukacijska ploča električnih instalacija niskog napona

---

**Horvat, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:104331>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURAJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

**Stručni studij**

**EDUKACIJSKA PLOČA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA  
NISKOG NAPONA**

**Završni rad**

**Ivan Horvat**

**Osijek, 2020.**

1. UVOD .....	1
2. ELEKTRIČNA INSTALACIJA .....	2
2.1. Što je električna instalacija? .....	2
2.1.1. Vrste električnih instalacija .....	2
2.2. Elektroenergetske instalacije .....	3
2.3. Tipovi NN mreža – zaštita od napona dodira .....	3
3. Elementi niskonaponske mreže .....	5
3.1. Razvodna kutija .....	5
3.2. Električno brojilo .....	7
4. Vodiči .....	8
4.1. Kabeli .....	9
5. Niskonaponsko postrojenje .....	11
5.1. Niskonaponski prekidači .....	11
5.1.1. 5AS i 3AS prekidači .....	11
5.2. Niskonaponski rastavljači .....	12
5.2.1. LBS rastavljači .....	12
5.3. Niskonaponske sklopke i sklopnici .....	13
5.4. Mjerni transformatori .....	14
5.4.1. Strujni mjerni transformatori .....	15
5.4.2. Naponski mjerni transformatori .....	15
6. Osigurači .....	16
7. Edukacijska ploča niskog napona .....	20
8. Zaključak .....	29
LITERATURA .....	30
SAŽETAK .....	31
ŽIVOTOPIS .....	32

## 1.UVOD

Električne instalacije obuhvaćaju svu električnu opremu jednoga doma, stana ili industrijskoga postrojenja. Niskonaponske instalacije obuhvaćaju sve instalacije koje su do razine napona 1 kV. Svaka električna instalacija sastoji se od niza elemenata koji su međusobno povezani u jedan sustav. Izrada edukacijske ploče sastavni je dio ovoga rada. U radu će se prikazati izloženi primjerci pojedinih dijelova niskonaponske instalacije. Sastavni dio svake niskonaponske instalacije jesu izvori vodiči i trošila. Posebna se pažnja pridaje zaštiti jer svaka nisko naponska instalacija mora biti pouzdana i sigurna za upotrebu te se zbog toga izrađuju i elementi zaštite kako bi se instalacije mogle koristiti.. U ovome završnom radu prikazat će se osnovni elementi niskonaponskih instalacija i opisati princip rada tih elemenata. Osim elemenata kućnih instalacija kao što su osigurači, FID sklopka, vodovi, trošila i slično, upoznat ćemo se i s vrstama sustava niskonaponskih instalacija kao što su TN i TT sustavi. Prikazat ćemo kako se pojedini element ugrađuje u sam sustav instalacija. Objasnit će se glavni zadatak svake instalacije. Također osim principa rada vidjet ćemo kako se pojedini element ugrađuje u sam sustav instalacija. Glavni je zadatak svake instalacije dovesti električnu energiju od izvora do krajnjeg potrošača tj. trošila. Cilj je ovoga završnog rada opisati samu izvedbu elemenata te njihovu namjenu u pojedinoj niskonaponskoj instalaciji. Sve elemente kućne instalacije prikazat ćemo na edukacijskoj ploči koja će se izraditi u svrhu boljega uvida u same elemente niskonaponske instalacije. Vidjeti ćemo sve elemente jedne kućne instalacije na edukacijskoj ploči koja će biti izrađena u svrhu boljeg uvida u same elemente niskonaponske instalacije.

## **2. ELEKTRIČNA INSTALACIJA**

### **2.1. Što je električna instalacija?**

Glavni je zadatak svake instalacije dovesti električnu energiju od izvora do krajnjeg potrošača, odnosno trošila. Električne instalacije jesu međusobno povezana električna oprema niskog napona u nekom otvorenom ili zatvorenom prostoru s usklađenim karakteristikama. Niskonaponske instalacije podrazumijevaju sve strujne krugove koji se nalaze nakon kućnog priključnog ormarića te sve elemente koji ne prelaze razinu napona od 1 kV. Pri izradi niskonaponske instalacije trebaju se poštovati određeni propisi kako ljudi ne bi bili u opasnosti. Električne instalacije treba izraditi kako bi bile sigurne od požara. Zbog svega navedenog, vrlo je važno da se poštuju propisi pri izradi niskonaponskih instalacija. Samim poštovanjem propisa smanjuje se mogućnost udara električne energije na minimum, te se time produljuje i vijek trajanja same instalacije što je vrlo važno kod izrade.

#### **2.1.1. Podjela električnih instalacija**

Električne instalacije možemo podijeliti na: elektroenergetske, gromobranske, telekomunikacijske i signalne.

Elektroenergetske instalacije su instalacije koje služe za rasvjetu i priključak kućanskih aparata i strojeva, ali i za motorni pogon. [1]

Gromobranska instalacija služe za zaštitu ljudi, pojedinih predmeta, cijelih objekata i dalekovoda od štetnog djelovanja groma.

Telekomunikacijske instalacije služe za priključak kućnih zvana, telekomunikacijskih aparata, računala, kućnog telefona i glavnog ulaza u zgradu.[1]

Signalne instalacije su instalacije malih struja. One nam služe za priključak signalnih aparata kao što je alarm.

Elemente koje upotrebljavamo pri izradi električne instalacije su: električno brojilo koje je priključeno dolaznim vodom, razvodnu kutiju na kojoj se nalaze osigurači i FID sklopke koji su povezani sa svim ostalim elementima kućne instalacije ( utičnice, grla za žarulje, signalnim

uređajima i uređajima za zaštitu ).

## **2.2. Elektroenergetske instalacije**

Elektroenergetske instalacije postavljaju se tako da povežu sve elemente (utičnice, grla od žarulja, prekidače i sustav za zaštitu) na osigurače koji su predviđeni za točno taj određeni element ili skupinu elemenata čime čine zatvoreni strujni krug. Pod glavni elektroenergetski razvod podrazumijeva se razdioba električne energije od kućnog priključnog ormarića (KPO) do razdjelnika. Instalacije u niskonaponskim mrežama postavljamo nad žbuku, pod žbuku, na zid ili u posebne kanaliće. Električno brojilo je povezano vodičima na KPO, ono mora biti postavljeno na pristupačno i vidljivo mjesto jer mora biti dostupno korisniku radi očitavanja potrošnje električne energije. Nakon brojila slijedi nam razvodna ploča na koju su priključena trošila ili skup trošila sa svojim pripadajućim osiguračem i FID sklopom. Najvažniji element zaštite ljudi je FID sklopka, to je element koji mjeri razliku dolazne i povratne električne energije te pomoću tih vrijednosti odlučuje imamo li kvar ili ne. Danas se u razvodnu kutiju najčešće ugrađuju automatski osigurači zbog svoje jednostavnosti i dugog vijeka trajanja.

## **2.3 Tipovi NN mreža – zaštita od napona dodira**

Prema propisanim normama postavljaju se 3 različita tipa niskonaponskih mreža, a to su TT, TN i IT sustav. Navedene oznake označavaju kako je izvedeno uzemljenje transformatora i trošila.

Prvo slovo nam označava odnos između uzemljenja i transformatora ili generatora.

T - direktan spoj transformatora sa uzemljenjem

I- nepostoji spoj transformatora s uzemljenjem zvjezdište transformatora je izolirano

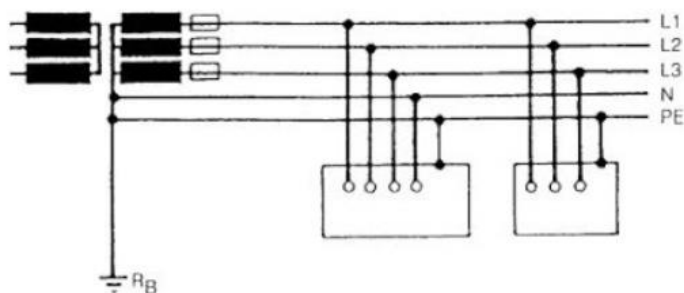
Drugo slovo nam označava odnos između trošila i uzemljenja

T- direktan spoj kućišta trošila sa uzemljenjem

N - spoj kućišta potrošača sa uzemljenim dijelom mreže

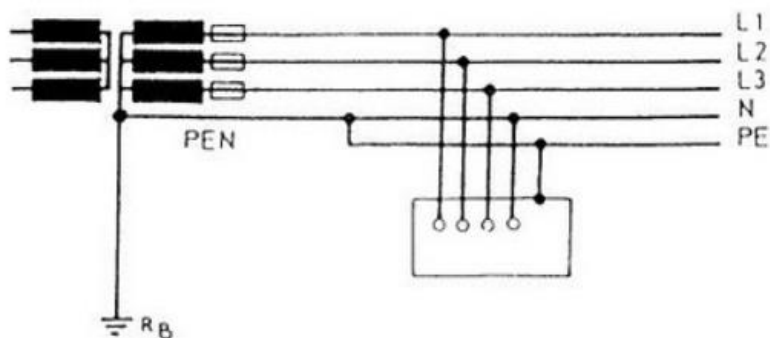
TN mreža je izvedena na način da je zvjezdište transformatora direktno uzemljeno, dok su na potrošačkoj strani svi dijelovi koje je moguće dodirnuti golom rukom spojeni na uzemljeni dio mreže. Osim klasične izvedbe TN mreže postoje i 3 pod vrste a to su: TN-S, TN-C i TN-SC mreža.

- TN-S mreža je izvedena tako da su na potrošačkoj strani mreže nul vodič (N) i zaštitni vodič (PE) postavljeni odvojeno kroz cijelu mrežu od transformatora do trošila.



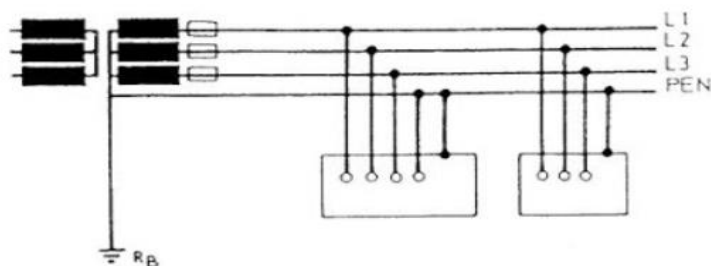
Slika 2.1: TN-S sustav [2]

- TN-C-S mreža je izvedena tako da u jednom dijelu mreže PEN ima funkciju zaštitnog uzemljenja i N vodiča, dok na drugom dijelu imamo PE vodič koji ima samo funkciju zaštitnoga uzemljenja i N vodič.



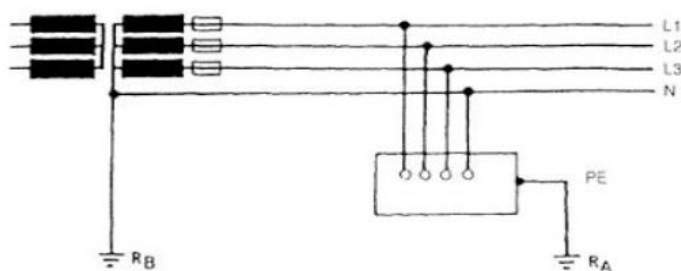
Slika 2.2: TN-C-S sustav [2]

- TN-C mreža je izvedena da kroz cijelu potrošačku stranu imamo samo PEN vodič što znači da su N i PE vodiči spojeni u jedan vodič. U takvoj mreži PEN vodič ima funkciju nul vodiča i zaštitnog vodiča.



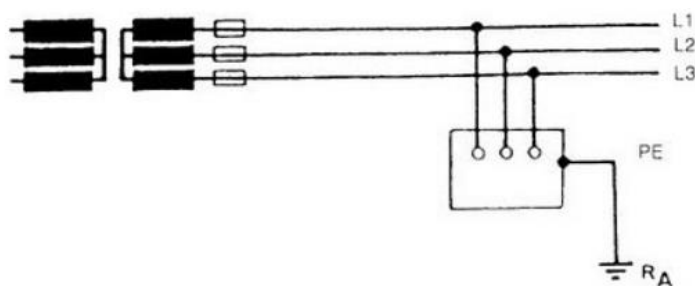
Slika 2.3: TN-C sustav [2]

- TT- sustav je sustav niskonaponske mreže u kojemu je zvjezdište transformatora i potrošača spojeno na zasebno uzemljenje. U takvom sustavu nemamo zaštitni vodič.



Slika 2.4: TT sustav [3]

- IT – sustav je sustav niskonaponske mreže gdje su aktivni vodiči izolirani od zemlje ili su spojeni na uzemljenje preko velike impedancije. Ovaj sustav je još poznat pod imenom zaštitno uzemljenje izoliranih točaka.



Slika 2.5: IT sustav [3]

### 3. Elementi niskonaponske mreže

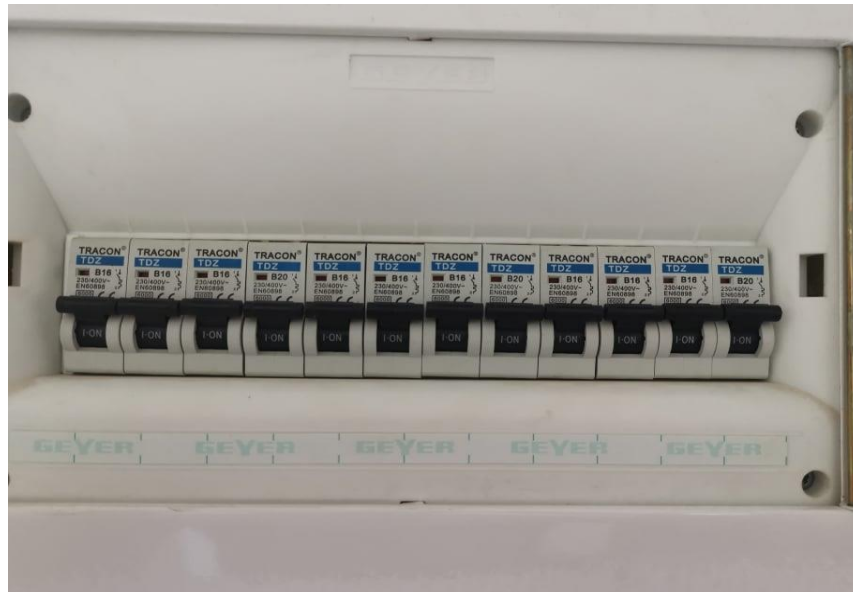
Projekt niskonaponske instalacije se sastoji od niza elementa koji su potrebni kako bi instalacija bila izrađena po zadanim propisima i normama . Osnovni dijelovi svake niskonaponske instalacije su: rastavljač, prekidač, sklopke, vodiči, kabeli, osigurači i drugo. Osim navedenih elemenata vrlo važni su i elementi zaštite. Elementi zaštite kao i ostali elementi se određuju po točno određenim parametrima.

#### 3.1. Razvodna kutija

Razvodna kutija je element na koji su spojeni svi ostali emelenti neke instalacije. Svaki pojedini element ili dio instalacije ima svoj pripadajući osigurač na koji je priključen. Osim osigurača u razvodnoj kutiji se nalazi i glavna sklopka. Zbog jednostavnosti, selektivnosti zaštite u razvodnu kutiju se postavlja više osigurača, to nam omogućuje da u slučaju kvara instalacije neostane cijeli objekt bez opskrbe električnom energijom već samo manji segment tog objekta. Na taj način



možemo lakše odkloniti kvar. Zbog lakšeg identificiranja mjesta kvara osim u razvodnoj kutiji svaki osigurač se također označava i na samoj shemi spoja. Razvodna kutija je također mjesto gdje nam dolazi glavni vod koji mora biti minimalnog presijeka 6 mm<sup>2</sup>. Postoje dva načina kako možemo postaviti razvodnu kutiju, a to su: podžbukno i nadžbukno.



Slika 3.6: Podžbukna razvodna kutija sa automatskim osiguračima



Slika 3.7: Podžbukna razvodna kutija s rastalnim osiguračima

### 3.2. Električno brojilo

Električno brojilo je uređaj pomoću kojega se mjeri potrošnja električne energije ko pojedinog potrošača. U stambenim objektima najčešće se koriste dva tipa brojila, a to su jednofazno jednotarifno brojilo i jednofazno dvotarifno brojilo. Postoje još dvije vrste brojila koja se mogu koristiti u niskonaponskom sustavu jedno od njih je trofazno jednotarifno brojilo. Koristi se također i trofazno dvotarifno brojilo no ono se koristi većinom u industriji. Princip rada svakog brojila električne energije se bazira na strujnom i naponskom svitku. Strojni svitak načinjen od deblje žice s manje zavoja koji je povezan na fazni vodič koji ide kod potrošača. Naponski svitak je načinjen od tanke žice manjega presijeka s više zavoja on je spojen s faznim i nul vodičem kod potrošača. Zbog različitog broja zavoja svitaka u elektromagnetu se intucira okretno magnetsko polje koje pokreće brojčanik koji se proporcijalno okreće ovisno o tome koliko krajni korisnik koristi električne energije. Osim po broju faza brojila razlikujemo i po tarifnom obračunu električne energije, tako imamo dvotarifno i jedno tarifno brojilo. Dvotarifno brojilo se sastoji od dvije tarife skuplje ( dnevne ) tarife i jeftinije ( noćne ) tarife. Skuplja tarifa je u razdoblju dana 7-21h zimi i 8-22h ljeti dok je jeftinija tarifa ostatak dana. Jedno tarifno brojilo je brojilo sa samo jednom tarifom.



Slika 3.8: Dvotarifno jednofazno brojilo

#### 4. Vodiči

Električni vodiči su materijali u kojima postoje slobodni nositelji električnog naboja, pa zbog toga dobro vode električnu struju [5]. Najčešće upotrebljavani materijali za izradu vodiča su bakar i aluminij, jer imaju najbolju vodljivost i nisku cijenu. Osim po materijalu vodiče dijelimo po standardnom presijeku, tipu izolacije i položaju žica unutar samog voda. Presijek vodiča odabiremo po očekivanoj struji kroz taj vodič. Informaciju koji presijek može prenjeti određenu jakost struje možemo pronaći u tablici standardnih presijeka.

Presjek vodiča Cu mm <sup>2</sup>	Nazivna struja zaštitnog organa		
	A		
	Grupa I	Grupa II	Grupa III
0,75	-	6	10
1	6	10	16
1,5	10	16	20
2,5	16	20	25
4	20	25	35
6	25	35	50
10	35	50	63
16	50	63	80
25	63	80	100

- Grupa 1. Vodovi položeni u cijevi, uključivši i zaštitne vodiče, npr. P, P/F...
- Grupa 2. Instalacijski vodovi koji nisu položeni u cijevima npr. PP, PP/R...
- Grupa 3. Jednožilni vodovi položeni slobodno u zraku na međusobnom razmaku jednakom najmanje njihovom promjeru. Jednožilni spojni vodovi u razvodnim ormarima.

Slika 4.1: Tablica standardnih presijeka vodiča [6]

Danas najčešće upotrebljavani tip vodiča u nisko naponskim postrojenjima je aluminijski vod tzv. ALČe. Osim AlFe voda koriste se izolirani nadzemni kabelski snopovi koji se sastoje od tri aluminijaska vodiča i jednog neutralnog nosivog vodiča također aluminijske legure.



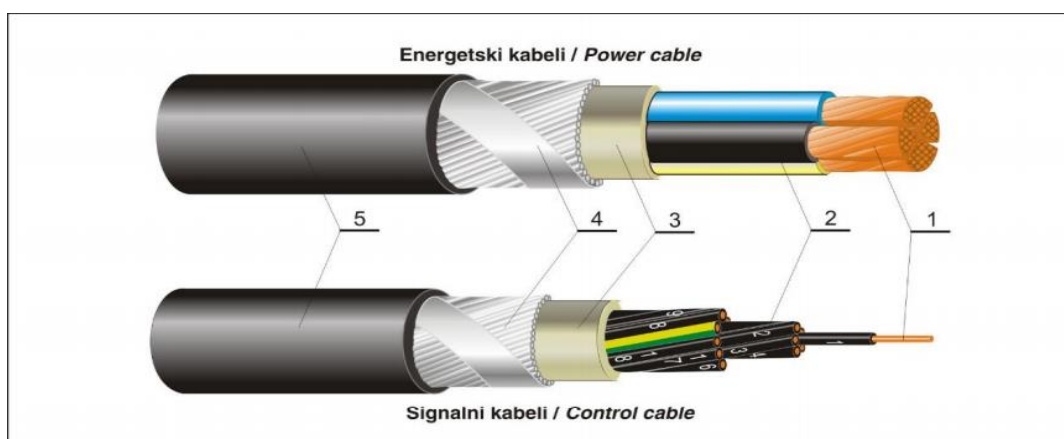
Slika 4.2: Presijek ACCR vod-a [7]

## 4.1. Kabeli

Električni kabel je električni vod koji sadrži dva ili više vodiča povezanih ili isprepletenih zajedno čineći jedan sklop. Vodiči su izrađeni od dobro vodljivih materijala električno su izolirani, te su smješteni unutar zajedničkog omotača koji ih štiti od vanjskih utjecaja. Nisko naponski kabeli se mogu koristiti u različite svrhe te se iz tog razloga kabeli prilagodavaju mjestu upotrebe npr. koriste se u električnim uređajima i signalnim instalacijama. Energetski kabeli se koriste za prijenos istosmjerne i izmjenične električne energije, izgradnji ožičenja za rasvjetu te u strujnim i upravljačkim krugovima koji su trajno instalirani u zgradama. U nisko naponskim postrojenjima kabeli se biraju po trajnoj struji koja će teći kabelom, struji kratkoga spoja te samom mjestu polaganja kabela.

Oznaka	Objašnjenje
Y ili P	oznaka za izolaciju ili plašt od PVC
2x ili X	oznaka za izolaciju od XLPE
H ili O	oznaka za plašt od teško gorivog bez halogenog poliolefina
TG	oznaka za teško gorivu izvedbu kabela
HFTG	oznaka za teško gorivu bez halogenu-bezdimnu izvedbu kabela
HFLS	oznaka za bez halogeno-bezdimnu izvedbu kabela
A	oznaka za aluminijski vodič
-Y ili -J	oznaka za kabel sa zaštitnim vodičem (zeleno/žuta žila)
S	oznaka za sektorski vodič
00	oznaka za kabel bez posebne mehaničke zaštite
41	oznaka za kabel s armaturom od dvije čelične trake
44	oznaka za kabel s armaturom od čeličnih pocinčanih okruglih žica
/0	oznaka samonosivog kabelskog snopa sa nosivim elementom

Slika 4.2: Tablica standardnih oznaka kabela



Slika 4.3: Presijek energetskog i signalnog kabela tipa NYCY [9]

OPIS KONSTRUKCIJE	
1. Vodič	Žica ili uže od bakra tip <b>PP 44</b> Uže od aluminija tip <b>PP 44-A</b>
2. Izolacija	PVC masa
3. Ispuna	Brizgana elastomerna ili plastomerna mješavina ili omotane termoplastične vrpce
4. Koncentrični vodič	Čelične pocinčane okrugle žice, i u suprotnom smjeru, obavijene pocinčanom čeličnom trakom
5. Plašt	PVC masa

Slika 4.3: Konstrukcija kabela tipa NYCY[9]

Strujno opterećenje kabela osim o materijalu i presijeku samog kabela ovisi nam i o mjestu polaganja te kako su posloženi sami vodiči. Kabel možemo položiti u zemlju na tri načina ,a to su : tri zasebna kabela položena jedan do drugog ,tri zasebna kabela položena u trolist i tri kabela položena unutar jednog plašta. Ovisno o tome kako su kabeli položeni u zemlju mogu prenositi veće ili manje opterećenje.

Mjesto polaganja i vrsta vodiča / <i>Place of laying and conductor type</i>	Zemlja / <i>Ground</i>				Zrak / <i>Air</i>				Zemlja / <i>Ground</i>		Zrak / <i>Air</i>		
	Bakar / <i>Copper</i>		Aluminij / <i>Aluminium</i>		Bakar / <i>Copper</i>		Aluminij / <i>Aluminium</i>		Bakar / <i>Copper</i>	Aluminij / <i>Aluminium</i>	Bakar / <i>Copper</i>	Aluminij / <i>Aluminium</i>	
Način polaganja / <i>Way of laying</i>	⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Presjek vodiča / <i>Conductor cross-section</i> mm <sup>2</sup>	Strujno opterećenje / <i>Current ratings</i>												
	A												
25	180	165	140	130	175	160	130	125	150	115	135	110	
35	215	200	165	155	210	190	170	150	180	140	165	130	
50	250	235	195	180	255	230	205	180	215	165	200	155	
70	310	290	240	225	320	285	255	220	265	205	250	195	
95	370	345	290	270	385	345	305	270	315	245	305	240	
120	420	395	325	305	440	400	350	310	360	280	350	275	
150	460	440	360	340	500	455	390	355	400	315	400	315	
185	530	500	410	385	580	525	450	410	455	355	460	360	
240	610	580	480	455	680	625	530	490	525	415	550	425	
300	690	650	545	510	780	725	615	560	600	470	630	480	
400	780	750	625	590	890	850	710	665					
500	890	840	700	670	990	940	805	750					

Slika 4.4: Tablica standardnih presijeka kabela [10]



## 5. Niskonaponsko postrojenje

Električno postrojenje je međusobno povezan skup proizvodnih, razdjelnih i prijenosnih elemenata električne mreže i trošila u zatvorenome ili otvorenome prostoru kojemu je namjena stalna opskrba korisnika električnom energijom. Niskonaponsko postrojenje je postrojenje u kojemu niti jednom elementu nazivni napon ne prelazi 1kV. Svako električno postrojenje se sastoji od niza elemenata koji su međusobno povezani, a to su : sabirnice i spojni vodiči, izolatori, sklopni aparati, (rastavljači, prekidači, sklopke), odvodnici prenapona, mjerni transformatori, energetske transformatori i drugo.[11]

### 5.1. Niskonaponski prekidači

Prekidači su sklopni uređaji koji nam služe za otvaranje i zatvaranje strujnog kruga i zaštitu od struje kvara. Projektirani su tako da mogu voditi i prekidati nazivnu struju, te u određenom vremenu mogu voditi i struju kvara. Dijelimo ih prema naponskim razinama na viskonaponske i niskonaponske prekidače. Osim prema naponskoj razini prekidače dijelimo ovisno o tehnici gašenja strujnog luka. [12] Najčešće vrste prekidača u postrojenjima su : zračni prekidač , uljni prekidač, malouljni prekidač, pneumatski prekidač, hidromatski prekidač, vakuumski prekidač i SF6 prekidač.

#### 5.1.1 5AS i 3AS prekidači

Prekidači serije 5AS i 3AS kompaktne su izvedbe smješteni u robusna kućišta. Sastoje se od električki odvojenih polova , od kojih svaki sadrži grupu pomičnih i nepomičnih kontakata, te lučne komore za gašenje električnog luka.



Slika 5.1 : 5AS Prekidač [13]

TIP PREKIDAČA			5AS 63 5AS 100	5AS 160 5AS 250	5AS 320 5AS 500	5AS 630 5AS 800	<sup>1)</sup> 3AS 63 3AS 100	<sup>1)</sup> 3AS 160 3AS 250
Nazivna termička struja		A	63 100	160 250	320 500	630 800	63 100	160 250
Najviši nazivni pogonski napon		izmjenični istosmjerni	500 220	500 220	500 220	<sup>5)</sup> 500 220	660 220	660 220
Ispitni napon kroz 1 min 50 Hz		V	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Kratkospojna uklopna moć		660 V 50 Hz 500 V 50 Hz 380 V 50 Hz 220 V 50 Hz	– 14 16 17	– 20 24 30	– 42 63 84	– 55 55 55	16 24 32 –	20 32 46 –
Ukupno trajanje prekidanja		ms	10	10 – 15	10 – 15	25	10	10 – 15
Kratkospojna prekidna moć		660 V 50 Hz 500 V 50 Hz 380 V 50 Hz 220 V 50 Hz	– 8 9 10	– 10 12 15	– 20 30 40	– 25 25 25	<sup>3)</sup> 9 P-1 12 P-1 16 P-1	11 16 <sup>4)</sup> 22 –
$\cos \varphi$ <sup>2)</sup> Vrst ciklusa: P-1 = O-t-CO P-2 = O-t-CO-t-CO			0,5	0,3	0,25	0,2	0,3	0,3
Kratkospojna prekidna moć 220 V istosmjerno		kA	45	15	25	25	45	15
vremenska konstanta T		ms	10	10-15	10-15	10-15	10	10-15

Tablica 5.1 : Tehnički podaci prekidača serije 5AS[13]

## 5.2. Niskonaponski rastavljači

Rastavljači su električni elementi koji u postrojenju služe kako bi se na vidljivi način odvojila dva voda ili dvije sabirnice. U zatvorenome stanju rastavljači se ponašaju kao vod, te mogu trajno voditi pogonsku struju. Rastavljači se izrađuju za vanjsku i unutrašnju ugradnju, te za sve naponske razine.

### 5.2.1. LBS rastavljači

Rastavljač tipa LBS je ručno upravljana sklopka koja se sastoji od 3 ili 4 pola nazivne struje od 160 - 3200A. Osnovne karakteristike ovakvog tipa rastavljača su :

- Dvostruka indikacija uspješnog uklopa/isklopa
- Veliki otpor za odvođenje topline
- Dobra udaljenost između stezaljki



Slika 5.2 : LBS rastavljač [14]

### 5.3. Niskonaponske sklopke i sklopnici

Sklopke služe za trajno vođenje i sklapanje struje u normalnim pogonskim uvjetima, kratkotrajno mogu podnositi i struje kratkoga spoja, ali ih nemogu iskllopiti. Sklopke se prvenstveno prave za nisko naponske instalacije koje se obzirom na pomoćne kontakte dijele na polužne, valjkaste, grebenaste i paketne. Sklopke se najčešće grade za unutarnju ugradnju.[15]

Sklopnici imaju jedan stabilan položaj kontakata u koji se vraćaju kada pogonskome mehanizmu prestane napajanje energijom. Obično se grade bez mehaničkoga upravljanja, te mogu voditi, uklapati i prekidati pogonsku struju. Imaju veliku električnu i mehaničku trajnost, te su podložni velikom broju uklapanja i sklapanja. Niskonaponski sklopnici imaju kontakte u zraku ili u vakuumu. [15]



Slika 5.3 : Niskonaponske Sklopke [16]



Slika 5.3: Sklopnik LTI.-D 124A 400V INO [16]

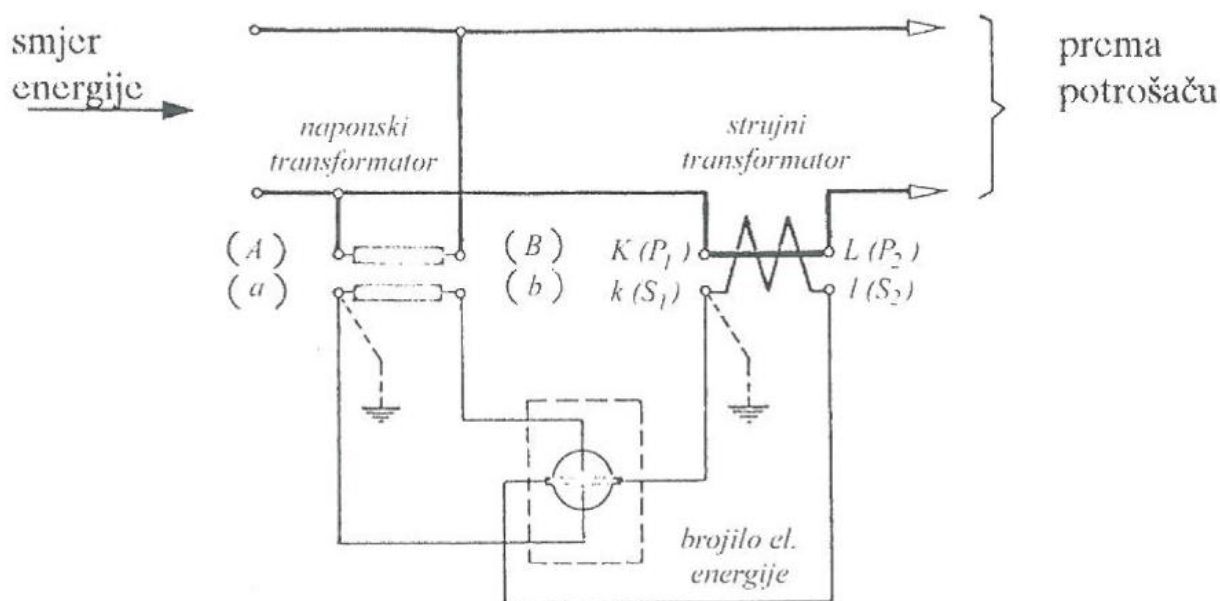


## Tehnički podatci za sklopnik LTI.-D 124A 400V INO

Nazivna struja	12A
Navoj zavojnice	400V
Tip kontakta	1NO
Tip zavojnice	AC struja
Tip sklopnika	D

### 5.4. Mjerni transformatori

Osnovna zadaća mjernih transformatora je sniziti napon i struju na iznose prikladne za mjerenje kako bi se povećao mjerni opseg obračunskih mjernih uređaja, omogućiti postavljanje mjernih uređaja odvojeno od dijelova postrojenja koji su pod naponom, čime se izbjegava mogući utjecaj stranih magnetskih polja na točnost mjerenja. Odvojiti mjerne uređaje od visokog napona tako da rukovanje s njima nebude pogibeljno i štiti mjerne uređaje od kratkotrajnih preopterećenja koja se mogu javiti usljed struje kratkog spoja ili prenapona. U praksi se koriste dvije vrste mjernih transformatora a to su strujni mjerni transformatori i naponski mjerni transformatori.



Slika 5.4.1: Shema spoja strujnog i naponskog mjernog transformatora [18]

### 5.4.1. Strujni mjerni transformatori

Zadaća strujnih mjernih transformatora je smanjiti struju potrošača (mreže) u razmjeru prijenosnog odnosa, na iznos prikladan mjernom uređaju. Osim toga oni ujedno izoliraju mjerne uređaje od napona mreže. Strujne mjerne transformatore karakteriziraju veličine koje se nalaze na nadpisnoj pločici svakog strujnog transformatora po čemu se i odabire mjerni transformator, a to su: nazivna struja, struja sekundara, nazivna frekvencija, prijenosni omjer, nazivna snaga i nazivni teret transformatora. Prijenosni omjer je omjer nazivne primarne i sekundarne struje.

Strujni mjerni transformatori se spajaju tako da se primar strujnog mjernog transformatora spoji serijski s mjestom na kojemu želimo izmjeriti električnu energiju. Na sekundar transformatora se spaja mjerni uređaj. Ovisno o prijenosnom omjeru mjernoga transformatora npr. 5/1 moramo nakon mjerenja izračunati struju na primaru.

Standardne vrijednosti primarnog namota su : 5,10,15,20,30,40,50,60,75,100,150,200,300,400 A, dok struja sekundarnog namota je najčešće 5 A.



Slika 5.4.2: Strujni mjerni transformator tip CTBO[19]

### 5.4.2. Naponski mjerni transformatori

Zadaća je naponskih mjernih transformatora da napon potrošača (mreže) snizi u razmjeru prijenosnog odnosa na iznos prikladan mjernim uređajima. Osim toga oni ujedno izoliraju mjerne uređaje. Svaki naponski transformator karakteriziraju nazivne vrijednosti napona primarnog i sekundarnog namota, nazivni omjer transformacije, admitancija, nazivna snaga, te razred točnosti. Svaki naponski mjerni transformator odabiremo po primarnom naponu i nazivnoj snazi primara. Standardne vrijednosti napona primara su: 3000,5000,10000, 20000,30000,35000 V.....

, dok sekundarni namot je najčešće 100V. Naponske mjerne transformatore spajamo u strujni krug tako da primarne stezaljke transformatora spojimo paralelno između dva voda, a na stezaljke sekundara spojimo mjerni uređaj.



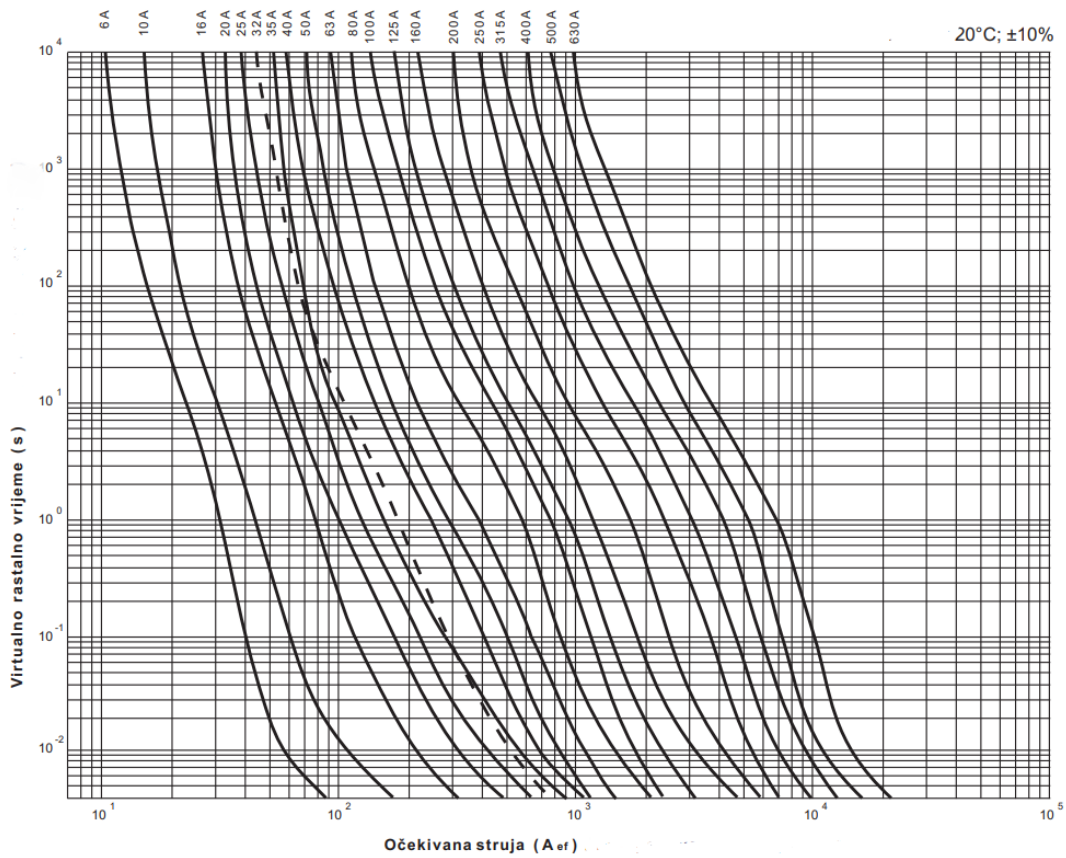
Slika 5.4.3: Naponski mjerni transformator tip SCT2[20]

## 6. Osigurači

Niskonaponski osigurači su elementi svake niskonaponske instalacije koji nam služe za zaštitu ostalih elemenata niskonaponske instalacije od preopterećenja i kratkog spoja. Osim što osigurači štite uređaje u strujnome krugu štite i ljude od napona dodira. U praksi se koriste najčešće tri vrste osigurača, a to su brzi osigurači, spori osigurači i ultra-brzi osigurači. Svaki tip osigurača ima svoju specifično mjesto uporabe pa tako spore osigurače koristimo za zaštitu elektro motora jer elektromotori imaju veliku poteznu struju, zbog te karakteristike motora drugi tip osigurača bi non-stop pregarao. Brzi osigurači se najčešće koriste za zaštitu vodova, kabela i električne opreme od struje kratkog spoja. Ultra-brzi osigurači su prvenstveno napravljeni za zaštitu poluvodičkih komponenti kao što su tranzistori, diode i drugo. Odabir samog osigurača osim po tome što taj osigurač treba štiti od preopterećenja I struje kratkoga spoja, odabire se i po trajnoj struji u strujnom krugu. Zbog toga svaki osigurač ima svoju I-t karakteristiku u kojoj možemo vidjeti u kojem vremenskom roku će osigurač prekinuti strujni krug za određen iznos električne struje.



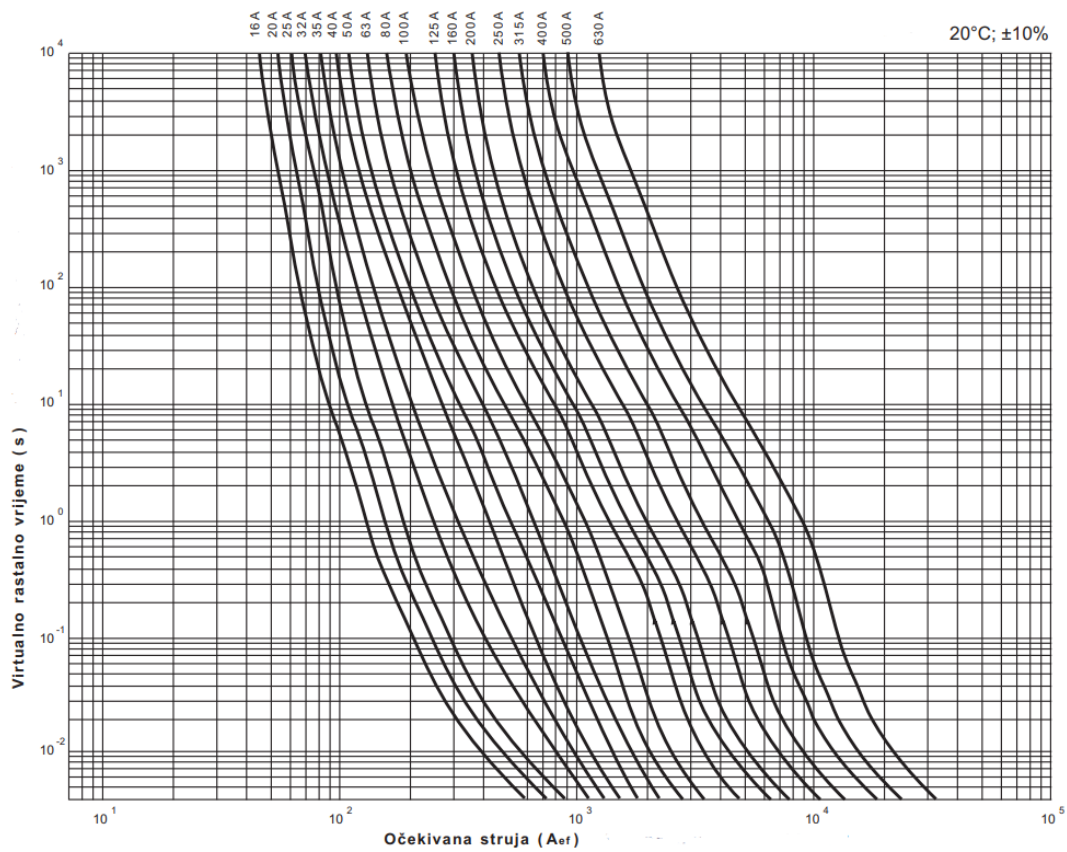
Slika 6.1: Brzi Osigurač tip 3NVO –SFL[21]



Slika 6.2: t-I brzih osigurača[21]



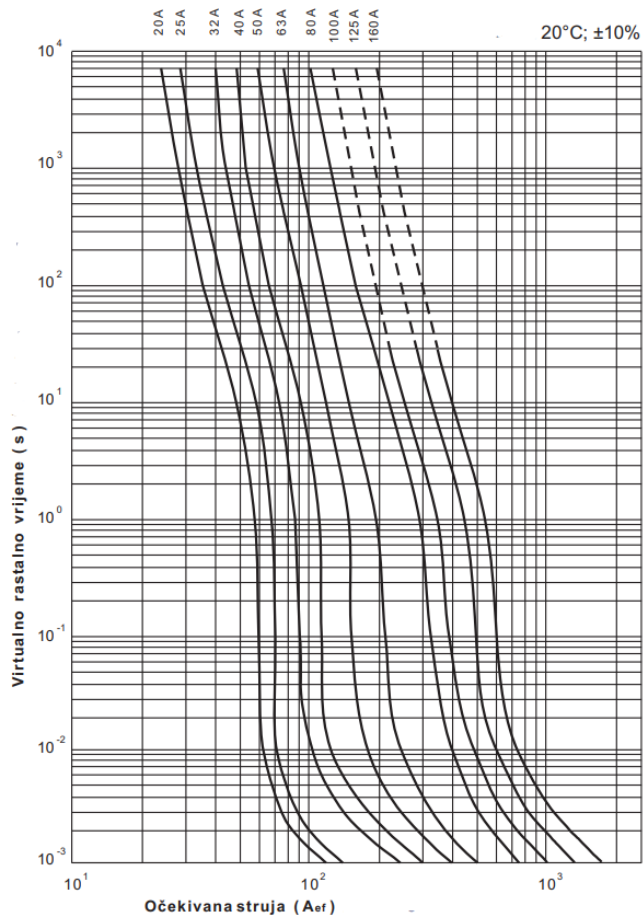
Slika 6.3: Spori osigurač tip 3NVO[21]



Slika 6.4: t-I sporih osigurača[21]



Slika 6.5: Ultra brzi osigurač tip UBV[21]



Slika 6.6: t-I ultra-brzih osigurača[21]

## 7. Edukacijska ploča niskog napona

Edukacijska ploča niskog napona je sastavni dio ovoga rada, sama ploča je napravljena na način da se može vidjeti поблише sastav pojedinog elementa koji koristimo u niskonaponskim instalacijama kako bi lakše mogli shvatiti uporabu te sam princip rada elemeta. Na ploči se nalaze sljedeći elementi:

Kabel – NYCY 24x1,5 mm<sup>2</sup> – sastoji se od 24 bakrena vodiča presijeka 1,5 mm<sup>2</sup> koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera, te oko elastomera se nalaze pocinčane okrugle žice koje su obavijene pocinčanom čelićnom trakom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



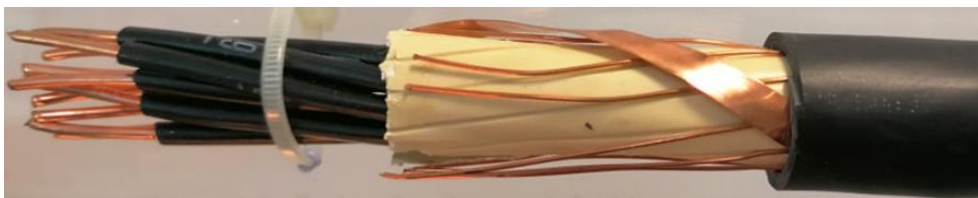
Slika 7.1: Kabel – NYCY 24x1,5mm<sup>2</sup>

Kabel – NYCY 14x2,5 mm<sup>2</sup> – sastoji se od 14 bakrenih vodiča presijeka 2,5 mm<sup>2</sup> koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera, te oko elastomera se nalaze pocinčane okrugle žice koje su obavijene pocinčanom čelićnom trakom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



Slika 7.2: Kabel – NYCY 14x2,5mm<sup>2</sup>

Kabel – NYCY 10x2,5 mm<sup>2</sup> – sastoji se od 10 bakrenih vodiča presijeka 2,5 mm<sup>2</sup> koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera, te oko elastomera se nalaze pocinčane okrugle žice koje su obavijene pocinčanom čelićnom trakom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



Slika 7.3: Kabel – NYCY 10x2,5mm<sup>2</sup>

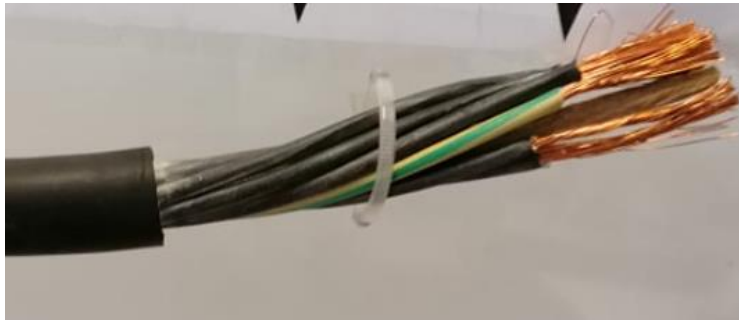


Kabel – NYCY  $2 \times 4 \text{mm}^2$  – sastoji se od 2 bakrena vodiča presijeka  $4 \text{mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera, te oko elastomera se nalaze pocinčane okrugle žice koje su obavijene pocinčanom čeličnom trakom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



Slika 7.4: Kabel – NYCY  $2 \times 4 \text{mm}^2$

Kabel – H07RN8-F-  $8 \times 1,5 \text{mm}^2$  – sastoji se od 8 bakrenih vodiča presijeka  $1,5 \text{mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Plašt kabela je sačinjen od gume, te zbog toga ima veliku elastičnost.



Slika 7.5: Kabel – NYCY  $8 \times 1,5 \text{mm}^2$

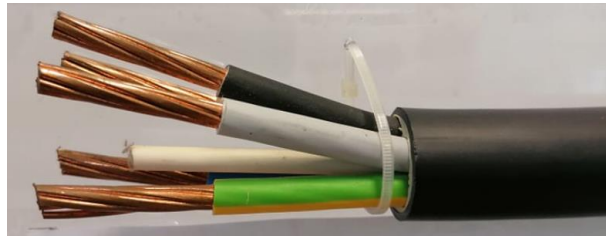
Vodić– Elkaleks-  $4 \times 70 \text{mm}^2$ ,  $2 \times 16 \text{mm}^2$  – sastoji se od snopa 4 aluminijska voda od  $70 \text{mm}^2$  i 2 aluminijska vodiča presijeka  $16 \text{mm}^2$ . Aluminijski vodovi su izvedeni tako da su isprepleteni od više vodiča manjeg presijeka. Svaki vod je posebno izoliran u PVC masu. Svih 6 vodova je međusobno isprepleteno te tako čine jedno uže.



Slika 7.6: Vodić– Elkaleks-  $4 \times 70 \text{mm}^2$ ,  $2 \times 16 \text{mm}^2$



Kabel – NYY-J  $5 \times 25 \text{mm}^2$  – sastoji se od 5 bakrenih vodiča presijeka  $25 \text{mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



Slika 7.7: Kabel – NYY-J  $5 \times 25 \text{mm}^2$

Kabel – EYY-J  $5 \times 10 \text{mm}^2$  – sastoji se od 5 bakrenih vodiča presijeka  $10 \text{mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



Slika 7.8: Kabel – EYY-J  $5 \times 10 \text{mm}^2$

Kabel – NAYY-J  $4 \times 150 \text{mm}^2$  – sastoji se od 4 aluminiska vodiča sekcijskog presijeka presijeka  $150 \text{mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



Slika 7.9: Kabel – NAYY-J  $4 \times 150 \text{mm}^2$

Spojka kabela Scotchcast 3M za promjer kabela od 29 – 64  $mm^2$ , te za promjer vodiča do 1.5 $mm^2$  do 10  $mm^2$ . Spojka je napravljena od plastike ,a ispuna spojke smolom scotchcast 470.



Slika 7.10: Spojka kabela Scotchcast 3M

Keramički izolator – S-80- nazivni napon 1 kV



Slika 7.11: Keramički izolator – S-80

Keramički izolator – N-80 – nazivni napon 1 kV



Slika 7.12: Keramički izolator – N-80

VU osigurač – Končar – NVO 3C – osigurač za napone do 500V, prekida struje iznad 400A



Slika 7.13: VU osigurač – Končar – NVO 3C

VU osigurač – ETI – NV2C - osigurač za napone do 500V, prekida struje iznad 160A



Slika 7.14: VU osigurač – ETI – NV2C

VU osigurač – Končar – NVO 3C – osigurač za napone do 500V, prekida struje iznad 80A



Slika 7.15: VU osigurač – Končar – NVO 3C

VU osigurač – ETI – NV2C - osigurač za napone do 500V, prekida struje iznad 25A



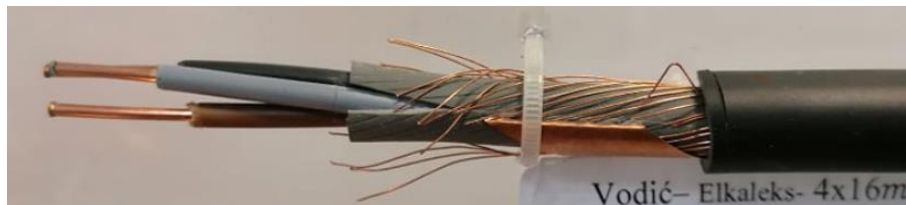
Slika 7.16: VU osigurač – ETI – NV2C

Silas - Sklopka rastavljač 000- 3P -100 A - Postavlja se na 60 mm sabirnički sustav, nazivna vrijednost struje 100A ,a nazivna vrijednost napona 690V AC. Sklopka- rastavljač je troplona s priključcima prema dolje.



Slika 7.17: Silas - Sklopka rastavljač 000- 3P -100 A

Kabel – NYCY-O  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  – sastoji se od 3 bakrenih vodiča presijeka  $2,5 \text{ mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera, te oko elastomera se nalaze pocinčane okrugle žice koje su obavijene pocinčanom čeličnom trakom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



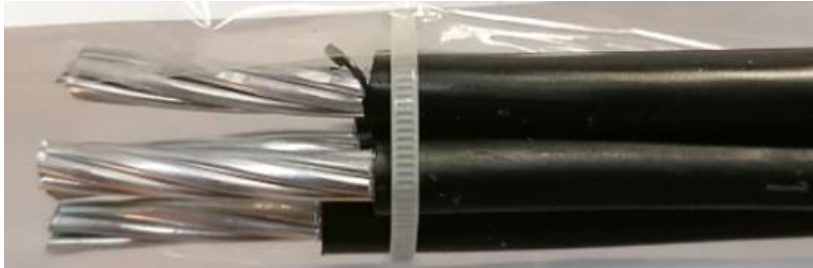
Slika 7.18: NYCY-O  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$

Kabel – NYCY-O  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  – sastoji se od 3 bakrenih vodiča presijeka  $1,5 \text{ mm}^2$  koji su međusobno izolirani PVC masom. Ispuna kabela je napravljena od elastomera, te oko elastomera se nalaze pocinčane okrugle žice koje su obavijene pocinčanom čeličnom trakom. Plašt kabela je napravljen od PVC mase.



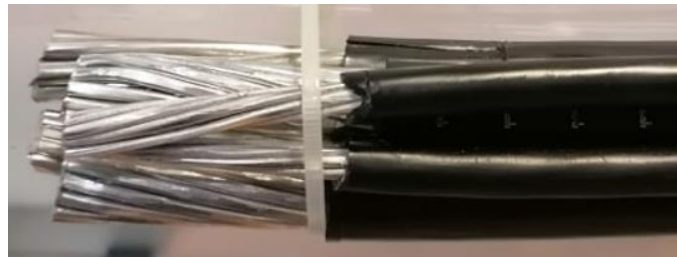
Slika 7.19: NYCY-O  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$

Vodić– Elkaleks-  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  – sastoji se od snopa 4 aluminijska voda od  $16 \text{ mm}^2$  . Aluminijski vodovi su izvedeni tako da su isprepleteni od više vodiča manjeg presijeka. Svaki vod je posebno izoliran u PVC masu. Sva 4 vodova su međusobno isprepletene te tako čine jedno uže.



Slika 7.20: Vodić– Elkaleks-  $4 \times 16 \text{ mm}^2$

Vodić– Elkaleks-  $1 \times 70 \text{ mm}^2$ ,  $2 \times 16 \text{ mm}^2$  .  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  – sastoji se od snopa 1 aluminijska voda od  $70 \text{ mm}^2$  . 2 aluminijska vodiča presijeka  $16 \text{ mm}^2$  i 3 aluminijska snopa od  $25 \text{ mm}^2$  Aluminijski vodovi su izvedeni tako da su isprepleteni od više vodiča manjeg presijeka. Svaki vod je posebno izoliran u PVC masu. Svih 6 vodova je međusobno isprepletene te tako čine jedno uže.



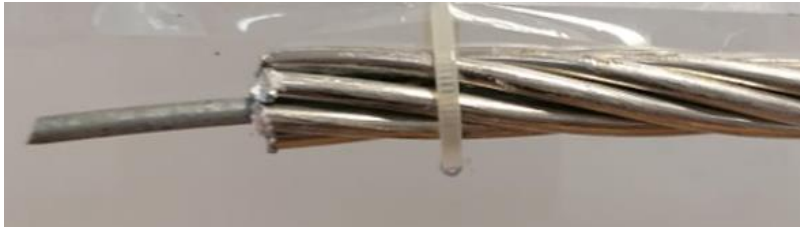
Slika 7.20: Vodić– Elkaleks-  $1 \times 70 \text{ mm}^2$ ,  $2 \times 16 \text{ mm}^2$  .  $3 \times 25 \text{ mm}^2$

Vodić– AlFe-  $25/4 \text{ mm}^2$  je aluminijski nadzemni vod koji je sačinjen od 6 aluminijskih vodiča manjeg presijeka i jednog čeličnog voda. Vodovi su isprepleteni oko središnjeg čeličnog voda te tako zajedno čine jedno uže presijeka  $25 \text{ mm}^2$



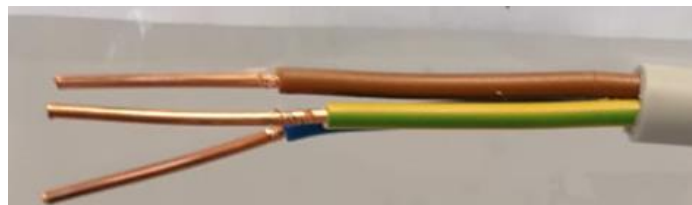
Slika 7.21: Vodić– AlFe-  $25/4 \text{ mm}^2$

Vodić– AlFe-  $35/6\text{ mm}^2$  je aluminski nadzemni vod koji je sačinjen od 6 aluminijskih vodiča manjeg presijeka i jednog čeličnog voda. Vodovi su isprepleteni oko središnjeg čeličnog voda te tako zajedno čine jedno uže presijeka  $35\text{ mm}^2$



Slika 7.22: Vodić– AlFe-  $35/6\text{ mm}^2$

Kabel – PP/Y  $3 \times 2,5\text{ mm}^2$  – Sastoji se od tri bakrena vodiča presijeka  $2,5\text{ mm}^2$  koja se međusobno izolirana PVC masom te smiještena unutar zajedničkog plašta od PVC-a. Ovaj tip kabela se najčešće koristi za kućne instalacije, zbog tog razloga izolacija vodića je različitih boja radi lakše upotrebe kabela.



Slika 7.23: Kabel – PP/Y  $3 \times 2,5\text{ mm}^2$





Slika 7.24: Prikaz edukacijske ploče nisko naponskih instalacija

## 8. Zaključak

Nisko naponske instalacije su skup svih instalacija čiji nazivni napon ne prelazi naponsku razinu od 1 kV. Ovakav tip instalacije osim što mora biti pouzdan za prijenos električne energije od trafostanice do samog krajnjeg korisnika, te takva instalacija mora biti sigurna za uporabu. Svaka električna instalacija se sastoji od skupa elemenata koji su međusobno povezani u zatvoreni strujni krug, te svaki element ima svoju zadaću koju obavlja u pojedinom sustavu. Takav jedan skup elemenata se sastoji od elemenata zaštite, elemenata koji su potrebni za mjerenje i elemenata koji služe za upravljanje takvim sustavom. Elemente takvog sustava treba pravilno odabrati kako bi taj sustav radio. Svaki element sustava ima svoje karakteristične veličine po kojima se on odabire. Kako bi sustav bio siguran za uporabu i za okolinu zaslužni su nam uređaji zaštite koji se brinu za same elemente u sustavu od preopterećenja i struja kratkog spoja, ali i od napona dodira kako živa bića nebi došla u opasnost, osim što takve elemente postavljamo za zaštitu oni nam pomažu kako bi lakše odklonili kvar, to postizemo uvodeći selektivnost zaštite. Upravljačke elemente odabiremo sukladno zahtjevima sustava kako bi mogli upravljati sustavom, to nam je bitno kada se dogodi nekakav kvar u sustavu da ga možemo sigurno i efikasno odkloniti. Mjerni elementi u sustavu nam služe za stalnu kontrolu stanja u sustavu kako bi mogli konstantno kontrolirati strujne i naponske prilike u samoj mreži. Također mjerni elementi kao što su strujni i naponski transformator nam služe kako bi mogli izvršiti mjerenje na mjestima gdje ne možemo klasičnim voltmetrom i ampermetrom, te služe i kao zaštita ljudi od visokog napona i struje. Sveukupni sustav električne energije osim što mora biti siguran i pouzdan mora biti osmišljen i izrađen u zadanim normama koje su propisane.



## LITERATURA

- [1] Enciklopedija - <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=17564> - 21.8.2020
- [2] Elektro blog-spot - <http://e-elektro.blogspot.com/2010/03/tn-sustav-mreza-nn-naiona.html> - 21.8.2020
- [3] Elektro blog-spot - <http://e-elektro.blogspot.com/2010/03/tt-i-it-sustav-mreza-nn-naiona.html> - 21.8.2020
- [4] Radio.djakovo - <https://www.radio-djakovo.hr/2016/04/zapalilo-se-elektricno-brojilo/> - 21.8.2020
- [5] Električna Struja - <https://sites.google.com/site/elektricnastuja75/home/strujni-krug/vodici-elektriciteta> - 21.8.2020
- [6] Loomen - <https://loomen.carnet.hr/course/view.php?id=3599> - 21.8.2020.
- [7] Cired - [https://www.ho-cired.hr/images/OPATIJA2018/Referati\\_po\\_studijskim\\_odborima/SO1/SO1-17.pdf](https://www.ho-cired.hr/images/OPATIJA2018/Referati_po_studijskim_odborima/SO1/SO1-17.pdf) 21.8.2020
- [8] Wiki - <https://en.wikipedia.org/wiki/Cable> 21.8.2020
- [9] Elka - <https://elka.hr/category/proizvodi/energetski-i-signalni-kabeli-do-1-kv/> 25.8.2020
- [10] Loomen - [https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/368254/mod\\_resource/content/1/ELKA%20srednjenaponski.pdf](https://loomen.carnet.hr/pluginfile.php/368254/mod_resource/content/1/ELKA%20srednjenaponski.pdf) 25.8.2020
- [11] Enciklopedija - <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=69846> - 21.8.2020
- [12] Izbor prekidača - [http://old.riteh.hr/nast/obrane/strucni\\_el/Radovi\\_17092015/Fabijanac\\_Antonio.pdf](http://old.riteh.hr/nast/obrane/strucni_el/Radovi_17092015/Fabijanac_Antonio.pdf) - 25.8.2020
- [13] Končar - [http://www.koncar-nsp.hr/docs/koncar-nspHR/documents/255/2\\_1/Original.pdf](http://www.koncar-nsp.hr/docs/koncar-nspHR/documents/255/2_1/Original.pdf) - 27.8.2020
- [14] Eti - [https://www.eti.hr//images/product\\_db/idents/en-GB/004661450\\_photo.jpg](https://www.eti.hr//images/product_db/idents/en-GB/004661450_photo.jpg) - 27.8.2020
- [15] Enciklopedija - <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=56453> - 27.8.2020
- [16] Elmark - [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/YWAuxUOCemWOorGz6k\\_\\_0BWJIJ8hxodj2IKdImSx8qH8YgNr\\_zxA5uKggURpgWCmlmCIttK-8ci-qo9\\_tSgRdYt\\_ZU8tTNABT4ZzZlGHXQfelsN3lIbIbC5QMWlilgMiNvU](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/YWAuxUOCemWOorGz6k__0BWJIJ8hxodj2IKdImSx8qH8YgNr_zxA5uKggURpgWCmlmCIttK-8ci-qo9_tSgRdYt_ZU8tTNABT4ZzZlGHXQfelsN3lIbIbC5QMWlilgMiNvU) 29.8.2020
- [17] Elmark - [https://hr.elmarkstore.eu/data/uploads/moxesImages/oi53kn2zpz5qs718sjul\\_sa1bf90y9jvz78bhnw\\_scale600x600.png](https://hr.elmarkstore.eu/data/uploads/moxesImages/oi53kn2zpz5qs718sjul_sa1bf90y9jvz78bhnw_scale600x600.png) - 29.8.2020
- [18] V. Uzelac , Obračunska mjerenja u elektrodistribuciji, Zambelli d.o.o. Rijeka, ožujak 2000.
- [19] Elektrosklop - <http://www.elektrosklop.hr/strujni-transformatori-naticnog-tipa-bez-primarnog->

namota/ 29.8.2020.

[20] Elektrosklop - <http://www.elektrosklop.hr/zbirni-strujni-transformatori/> - 29.8.2020.

[21] Končar - [http://www.koncar-nsp.hr/docs/koncarnspHR/documents/68/2\\_1/Original.pdf](http://www.koncar-nsp.hr/docs/koncarnspHR/documents/68/2_1/Original.pdf)  
1.9.2020.

## **SAŽETAK**

Električne niskonaponske instalacije se postavljaju na način da budu sigurne za rukovanje, te pouzdane za okolinu. Osnovne vrste električnih mreža su : elektroenergetske, gromobranske, telekomunikacijske i signalne. Odabir elemenata u mreži vršimo na način tako da zadovoljavaju potrebe sustava, ali da budu i u zadanim normama. Svaki element u mreži karakteriziraju određeni parametri koji su bitni da pojedini element može raditi u skladu sa potrebama mreže. Niskonaponske mreže od trafostanice do krajnjeg korisnika dijelimo na TT, TN-C, TN-S, TN-C-S i IT sustav. Svaki od navedenih sustava karakterizira izvedba zaštitnog voda i nul-vodiča. Elemente sustava niskonaponske instalacije dijelimo na mjerne elemente, elemente za zaštitu i elemente za upravljanje sustavom. Na edukacijskoj ploči su izloženi neki od elemenata elektroenergetske mreže kako bi detaljnije mogli vidjeti njihovu konstrukciju, te samim time imali bolji uvid u princip rada tih elemenata.

Ključne riječi: Niskonaponske mreže, elementi zaštite, osigurači, tipovi niskonaponskih mreža, odabir elemenata mreže.

## **ABSTRACT**

Electrical low voltage installations are installed in a way that is safe to operate and reliable for the environment. The main types of electrical networks are: electricity, lightning, telecommunications and signalling. We choose elements in the network in a way that meets the needs of the system, but also to be in the default standards. Each element in the network is characterized by certain parameters that are essential that each element can work according to the needs of the network. We divide low-voltage networks from substation to end user into TT, TN-C, TN-S, TN-C-S and IT system. Each of these systems is characterized by the performance of the protective water and the zero-conductor. We divide the elements of the low voltage installation system into measuring elements, protection elements and elements for system management. On the educational board are exposed some of the elements of the electricity grid so that they can see their construction in more detail, and thus have a better insight into the principle of operation of these elements.

Keywords: Low voltage networks , protection elements, fuses, types of low voltage networks, select network elements.

## **ŽIVOTOPIS**

Ivan Horvat, rođen 7.ožujka 1997. godine u Osijeku. Osnovnu školu kralja Tomislava završio je u Našicama 2011.godine. Nakon toga upisuje tehničku školu u Našicama smjer elektrotehničar. 2015.godine završava srednju školu te upisuje stručni studij Elektroenergetike na fakultetu elektrotehnike, računalstva i informatičkih tehnologija u Osijeku.





