Proračun parametara jednoţilnog 35kV kabela korištenjem DIgSILENT programskog alata

Kuric, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:833673

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I

INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Sveučilišni preddiplomski studij

Proračun parametara jednožilnog 35kV kabela korištenjem DIgSILENT programskog alata

Završni rad

Dominik Kuric

Osijek, 2019

Sadržaj

1.UVOD 1
1.1.Zadatak završnog rada 1
2.KABELI 2
2.1. Oznake i vrste kabela 2
2.2. Konstrukcija kabelaN2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y 4
2.3. Otpor kabela 5
2.4. Induktivitet kabela 7
2.5. Kapacitet kabela 9
2.6. Gubici kabela 11
3. PRORAČUN PARAMETARA KABELA 12
3.1. Proračun parametara kabela u programu DIgSILENT 12
3.2. Odabir kabela 19
4. ZAKLJUČAK 21
LITERATURA 23
SAŽETAK 24
ŽIVOTOPIS 25

1.UVOD

Vodovi su elementi mreže koji međusobno povezuju druge elemente mreže. Primjerice, kabelima možemo povezati dvije trafostanice ili trafostanicu i potrošače. Vodovi mogu biti izvedeni kao nadzemni vodovi ili kabelski vodovi, odnosno kraće samo kabeli. Kabeli su skuplji te je samo njihovo postavljanje skuplje od nadzemnih vodova, stoga se najčešće koriste u distributivnim mrežama u urbanim sredinama te u prijenosnoj mreži kao podvodni kabeli.

Kabeli se kao i nadzemni vodovi sastoje od električnih parametara, a to su: otpor, odvod ili vodljivost, kapacitet i induktivitet. U ovom završnom radu bavit ćemo se izračunom tih parametara pomoću programa DIgSILENT-a za kabel N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y. Osim izračuna u programu teorijski će biti opisano kako se dolazi do parametara kabela. Parametre kabela je potrebno poznavati kako bismo u daljnjim izračunima mogli odrediti gubitke u kabelu prilikom izračuna tokova snaga te padove napona. Osim za prethodne proračune, bitno je poznavati i nulte komponente radi proračuna struje kratkog spoja.

1.1.Zadatak završnog rada

U završnom radu potrebno je izračunati parametre zadanog kabela u programu DIgSILENT. Nadalje, potrebno je teorijski opisati izračun parametra.

2.KABELI

2.1. Oznake i vrste kabela

Kabeli se mogu podijeliti na trožilne i jednožilne kabele. Nadalje, kabeli se međusobno razlikuju po vrsti materijala koji se koristi kao vodič, a on može biti od aluminija ili bakra te prema vrsti izolacije. U oznaci kabela spoznaje se kakav je tip kabela odnosno kakvu izolaciju ima. Oznake kabela prema normama su: DIN VDE 0271/0276, DIN 0250 i HRN HD 603 S1. Dane su u tablici 2.1.[1].

Oznaka	Opis oznake
Vezanje za normu	
N	DIN VDE standard
(N)	Slično DIN VDE standardu
Materijal vodiča	
A	Aluminij
-	Bakar (bez oznake)
Izolacijski materijal vodiča	
Y	PVC
2X	Umreženi polietilen - XLPE
2Y*	Polietilen - PE
Koncentrični vodič(ekran)	
C	Koncentrični bakreni vodič

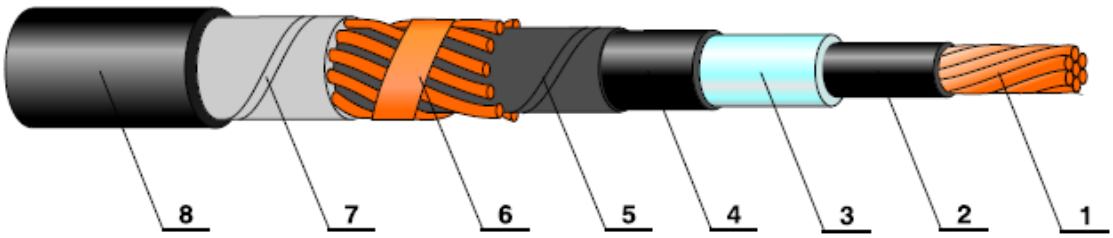
CW	Koncentrični bakreni vodič postavljen valovito duž vodiča
CE	Koncentrični bakreni vodič preko svake žile
S	Ekran(mreža) od bakrenih žica
SE	Ekran(mreža) od bakrenih žica preko svake žile
H	Vodljivi slojevi
(F)	Longitudinalna vodootporna barijera
Armiranje	
B	Armiranje sa čeličnom trakom
F	Armiranje sa galvanizirajućom čeličnom trakom
G	Dodatno armiranje sa galvanizirajućom čeličnom trakom
R	Armiranje sa galvaniziranim okruglim čeličnim žicama
Vanjski plašt	
K	Olovo
KL	Aluminij
Y	PVC
2X*	Umreženi polietilen - XLPE
2Y	Polietilen - PE
M*	Plastični (PVC) plašt i gumena ispuna
Izvedba sa ili bez zaštitnog voda	
J	Sa žuto-zelenim zaštitnim vodom
0	Bez žuto-zelenog zaštitnog voda
JZ*	Sa žuto-zelenim zaštitnim vodom i numeriranim crnim žilama
Oblik vodiča	

R	Okrugli
S	Sektorski
E	Puni presjek
M	Višežični

Tablica 2.1.Označavanje kabela[1]

Sada kada se poznaju oznake kabela, mogu se rastumačiti oznake N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y kabela za koji ćemo računati parametre. Dakle, N znači da se radi o DIN normi odnosno standardu, A znači da je vodič od aluminija, 2X izolacijski materijal je umreženi polietilen, S ekran od bakrenih žica, (F) longitudinalna vodootporna barijera, 2Y vanjski plašt od polietilena.

2.2. Konstrukcija kabela N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y



Slika 2.1 Konstrukcija kabela[2]

Oznake sa slike [2]:

1.Vodič: bakreno ili aluminijsko uže, zbijeno

2.Ekran vodiča: poluvodljivi sloj na vodiču

3.Izolacija: XLPE

4.Ekran izolacije: poluvodljivi sloj na izolaciji

5.Separator: bubriva vrpca poluvodljiva

6.Električna zaštita (ekran): od bakrene žice i bakrene trake

7.Separator: bubriva vrpca

8.Vanjski plašt: PE-HD

Vodič ovog tipa kabela može biti aluminij ili bakar. Ekran vodiča je poluvodljivi sloj, specifična vodljivost takvih materijala nalazi se između one koju ima bakar i one koju ima XLPE, pa se zbog toga nazivaju "poluvodički" ekrani. Primarna zadaća je da omogući glatko i kontinuirano sučelje između vodiča i izolacije bez šupljina, ali i sprječava jaka električna naprezanja. Izolacija je XLPE koja je plastomer, ali osim XLPE koriste se još i elastomeri te kod starijih kabela i papir. Ekran izolacije je također poluvodički sloj, a služi nam za simetričnu raspodjelu radijalnog naprezanja u izolaciji, eliminaciju tangencijalnih i longitudinalnih naprezanja na površini izolacije, zaštitu kabela od induciranih i/ili direktnih prenapona te se valna impedancija ravnomjerno raspoređuje duž kabela, što pridonosi sniženju potencijala prenaponskog vala.[3]

2.3. Otpor kabela

Jedno od svojstava svakog materijala je električni otpor. Električni otpor vodiča pri temperaturi od $20^{o}C$ se može izračunati prema relaciji (2-1):

$$R_{20}=\rho\frac{l}{A} \tag{2-1}$$

Gdje je:

- R_{20} otpor vodiča pri $20^{o}C$ [Ω]

- l duljina vodiča [m]

-A površina presjeka vodiča [mm^2]

-ρ specifični električni otpor [Ωm]

Međutim, prolazak struje kroz vodič izaziva porast topline odnosno temperature. Stoga je potrebno za kabele koji su pod zemljom preračunati otpor sa $20^{o}C$ na otpor temperature na kojoj će kabel raditi sljedećom relacijom[4]:

$$R_t = R_{20}(1 + \alpha(t - 20)) \qquad (2\text{-}2)$$

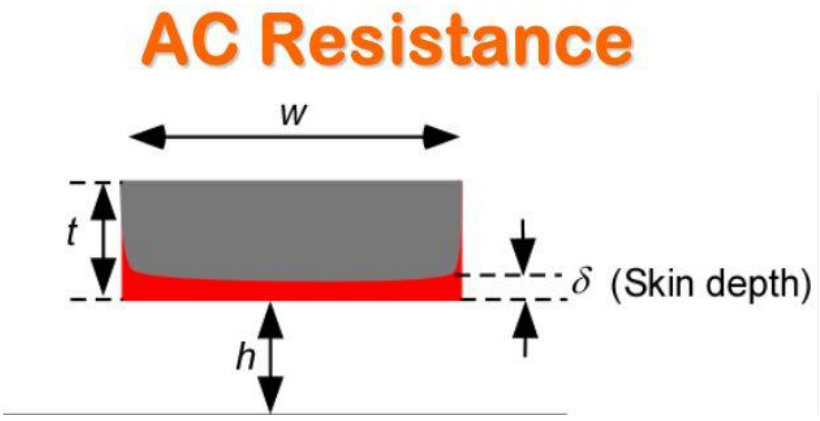
Gdje je:

- R_t otpor vodiča pri temperaturi t [Ω]

- R_{20} otpor vodiča pri $20^{o}C$ [Ω]

- α temperaturni koeficijent za vodič [$\frac{1}{K}$]

Prethodno opisani otpor naziva se još i DC otporom međutim, pošto kroz kabel teče izmjenična struja omski otpor se povećava .Taj novi otpor se u literaturi spominje kao AC otpor. AC otpor uzrokuju dva međusobno neovisna efekta, a to su skin efekt i efekt blizine. Zbog ta dva efekta mijenja se gustoća struje kroz vodič pa se presjek prividno smanjuje. Zbog toga dolazi do povećanja omskog otpora [4]. Opisane efekte najbolje nam pokazuje sljedeća slika [2.2][5]



Slika 2.2. Izmjenični omski otpor [5]

AC otpor može se izračunati prema relaciji [5]:

Gdje su:

- σ specifična vodljivost [S/m]

$$R_{ac} = \frac{l}{\sigma w \delta} = \frac{l}{\sigma w \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}} = \frac{l}{w}\sqrt{\frac{\pi \mu f}{\sigma}} \tag{2-3}$$

-*l* duljina vodiča [m]

-*w* širina vodiča

- δ dubina skin efekta

- μ magnetska permeabilnost [$\frac{H}{m}$]

- ω kružna frekvencija (Hz)

AC otpor može se zanemariti kod kabela većih presjeka.

2.4. Induktivitet kabela

Induktivitet kabela može se odrediti prema relaciji [4]:

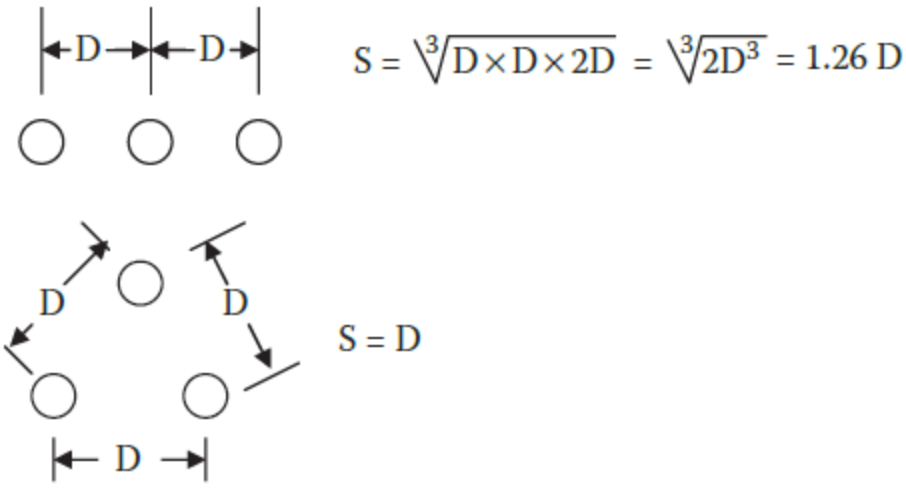
$$L = 0.2 + ln\frac{2S}{d} \tag{2-4}$$

Gdje je:

-*K* konstanta dana u tablici (2.2)

-S je udaljenost vodiča unutar kabela, udaljenost vodiča unutar trolista ili udaljenost vodiča u flat formaciji ili =1.26 x razmak tri jednožilna kabela u flat formaciji

-*d* promjer vodiča



Slika 2.3 geometrijski razmak [4]

Vrijednosti konstante K pri 50 Hz dani su u tablici [2.2]:

Broj žica u vodiču	K
3	0.0778
7	0.0642
19	0.0554
37	0.0528
61 i više	0.0514
Tlo	0.05
Šuplja jezgra vodiča	0.0383

Tablica 2.2 koeficijent K[4]

Induktivitet je posljedica međusobnog utjecaja struje i magnetskog polja. Ako se mijenja struja mijenjat će se i magnetski tok te će se inducirati napon prema Faradayevom zakonu. Takav efekt je poznat kao samoindukcija. Osim samoindukcije postoji i međuindukcija koja nastaje zbog toga što se jedan vodič nalazi u magnetskom polju drugog vodiča. Kada se izračuna induktivitet, računanje induktivne reaktancije ide preko relacije [4].

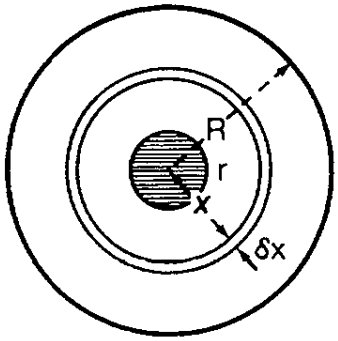
$$X_L = 2\pi f L \tag{2-5}$$

Konačno impedancija kabela se dobiva:

$$Z = \sqrt{R_{ac}^2 + X_L^2} \tag{2-6}$$

2.5. Kapacitet kabela

Kapacitet kabela nastaje zbog toga što se vodič nalazi na jednom potencijalu, a zemlja je na drugom zbog toga nastaje električno polje. Iznos kapaciteta najviše ovisi o izolaciji kabela, a kapacitet nam je bitan jer u kabelima nastaje struja punjenja kapaciteta koja je proporcionalna kapacitetu[4].



Slika 2.4. Presjek kabela [4]

Električno poje na udaljenosti x iznosi [4]:

$$E_x = \frac{q}{2\pi x \varepsilon_0 \varepsilon_r} \tag{2-7}$$

Gdje je:

-q naboj

- ε_r relativna dielektričnost

-ε_0 dielektričnost vakuuma

Rad koji obavi pozitivan naboj na neku udaljenost definira se kao napon [4]:

$$dV = -E_x dx \tag{2-8}$$

Odnosno vrijedi[4] :

$$V = \int_R^r -E_x dx \tag{2-9}$$

Uvrstimo li izraz (2-9) u integral dobivamo:

$$V = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\int_R^r \frac{dx}{x} \tag{2-10}$$

Kao rješenje integrala dobiva se:

$$V = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\ln(\frac{R}{r}) \tag{2-11}$$

Jedinični kapacitet omjer je naboja i napona:

$$C = \frac{q}{V} \tag{2-12}$$

Kapacitet kod kabela je izraženiji nego kod nadzemnih vodova, a on se računa prema [2]:

$$C = \frac{\varepsilon_r}{18\ln(\frac{D}{d})} \tag{2-13}$$

Gdje je:

- C kapacitet kabela $[\frac{\mu F}{km}]$

- ε_r relativna dielektričnost za XLPE iznosi 2,5

-*D* promjer preko izolacije [mm]

-*d* promjer vodiča uključivo i poluvodljivi sloj [mm]

Nakon što se odredi kapacitet kabela možemo odrediti kapacitivnu reaktanciju prema:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} \tag{2-14}$$

-X_c jedinična kapacitivna reaktancija $[\frac{\Omega}{km}]$

Susceptancija je obrnuto proporcionalna reaktanciji i dobiva se prema:

$$B = \omega C \tag{2-15}$$

-B jedinična susceptancija $[\frac{S}{km}]$

2.6. Gubici kabela

Kapacitet kabela se u nekim proračunima može i izostaviti, osim ako želimo odrediti gubitke u kabelu kapacitet je iznimno važan. Struja kroz kapacitet kabela naziva se još i struja punjenja kapaciteta, a određuje se prema (2-17) [2]:

$$I_c = U_0 2\pi f C \tag{2-16}$$

Gdje su:

-I_c struja punjenja kapaciteta [A/km/fazi]

-f frekvencija [Hz]

-U_0 fazni napon [V]

Zbog nesavršenosti izolatora nastaju gubici koje možemo odrediti prema [4]:

$$P_g = \omega C U_0^2 tg(\delta) \tag{2-17}$$

-P_g gubici u dielektriku [W/km po fazi]

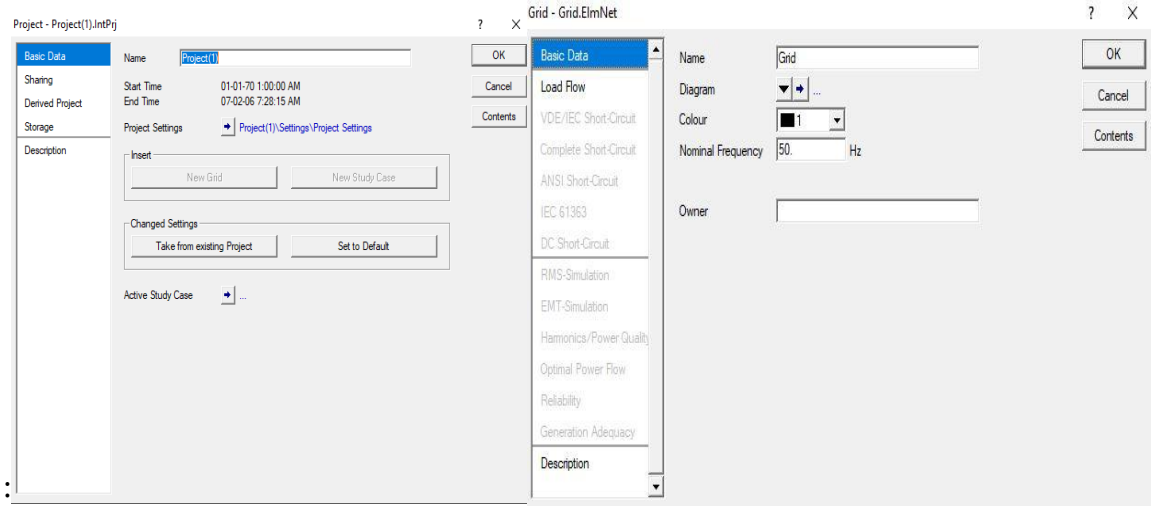
-$tg(\delta)$ faktor snage dielektrika

Osim gubitaka u dielektriku postoje i Joulovi gubici zbog prolaska struje kroz vodič. Postoje i gubici u metalnim plaštevima te gubici zbog vrtložnih struja u ekranu [4].

3. PRORAČUN PARAMETARA KABELA

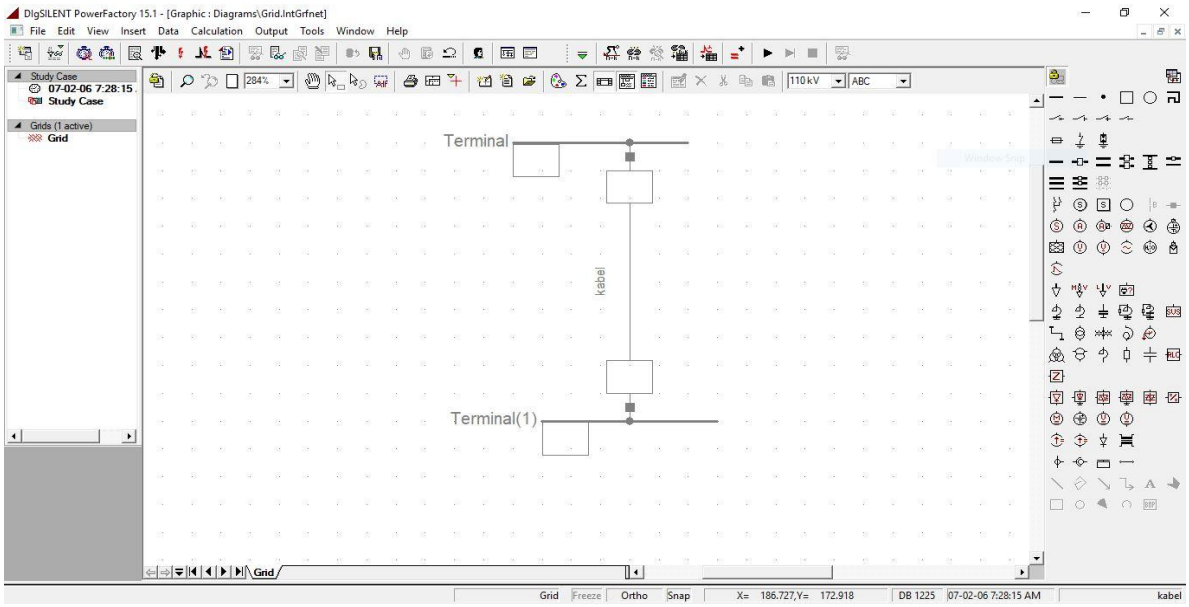
3.1. Proračun parametara kabela u programu DIgSILENT

Proračun u programu DIgSILENT nije kompliciran. Nakon što se pokrene program odabere se File>New>project. Nakon toga se pojavi novi prozor u koji upisujemo ime projekta i potvrđujemo mrežu frekvencije 50 Hz.



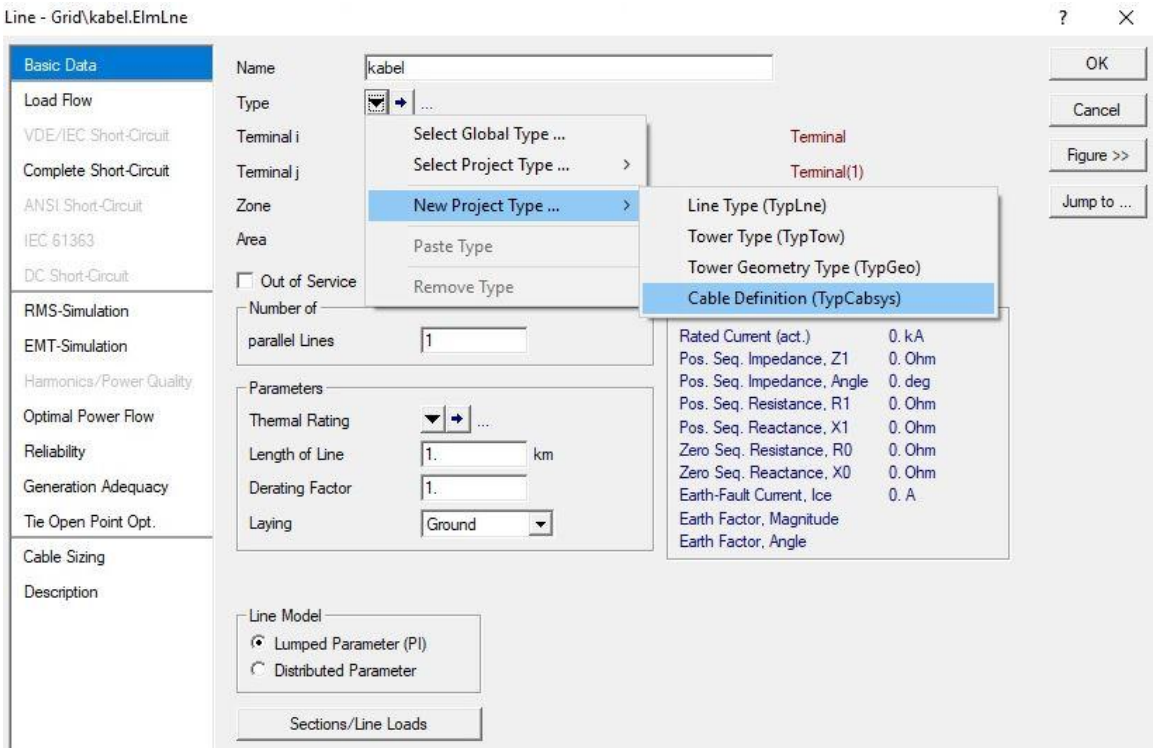
Slika 3.1.Otvaranje projekta[6]

Nakon što smo otvorili novi projekt, s desne strane vidimo simbole elemenata mreže te nacrtamo neki kabel(line) s dvije jednostavne sabirnice(bus).



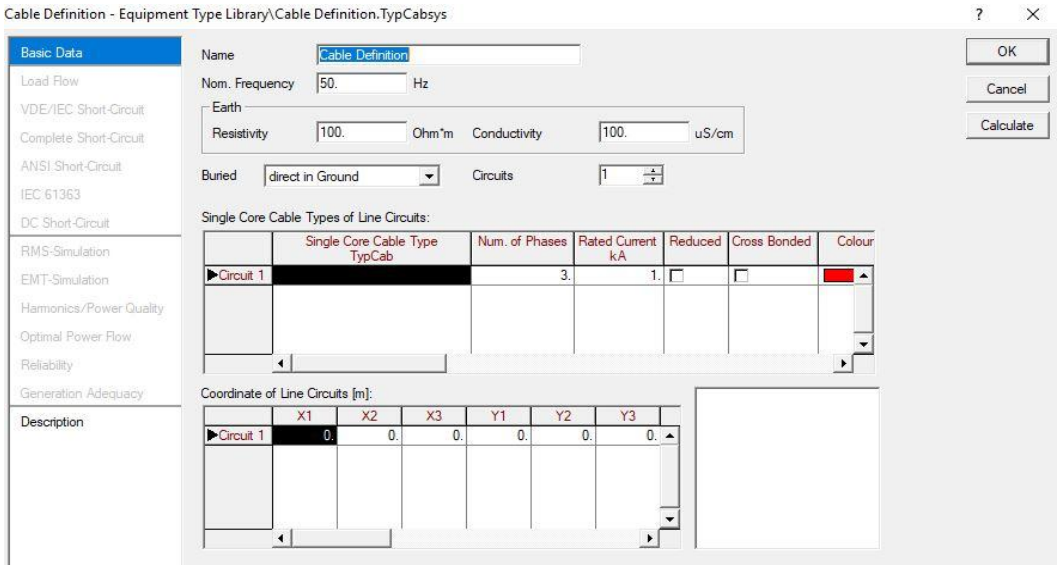
Slika 3.2. Jednostavan sustav[6]

Zatim odaberemo element "line" te nam se ponude mogućnosti odabira nekog od gotovih kabela ili definiranje vlastitog. Odabiremo opciju za definiranje vlastitog u sljedećim opcijama:



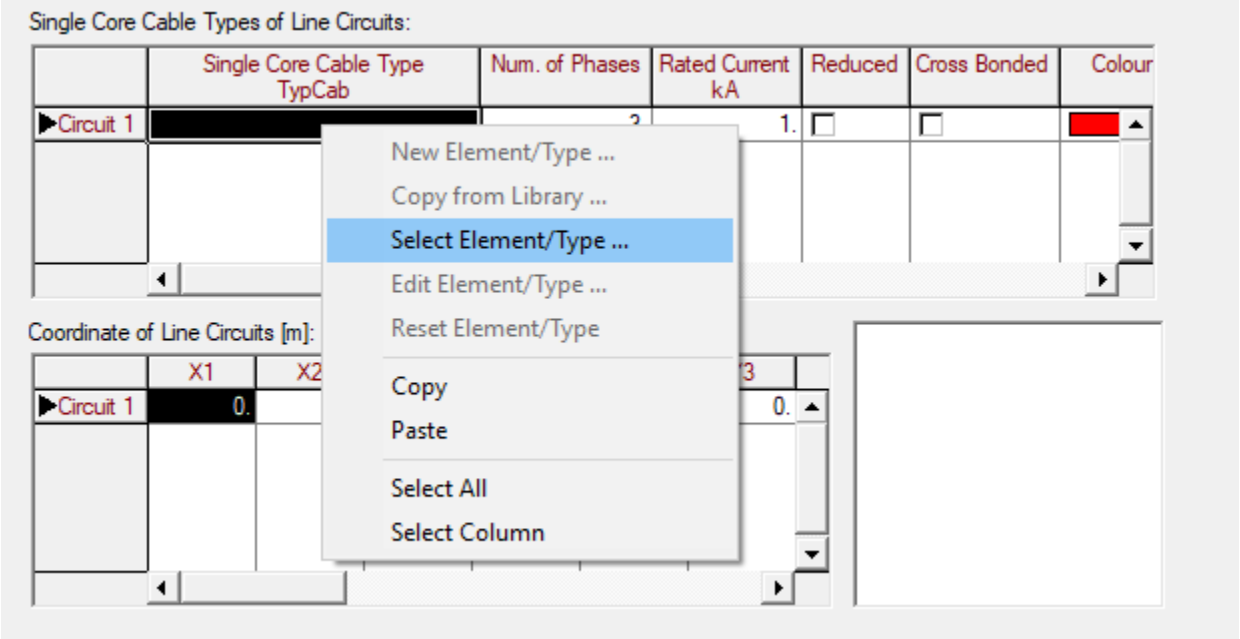
Slika 3.3. Definiranje vlastitog kabela[6]

Nakon odabira ovih opcija pojavljuje se sljedeći prozor:



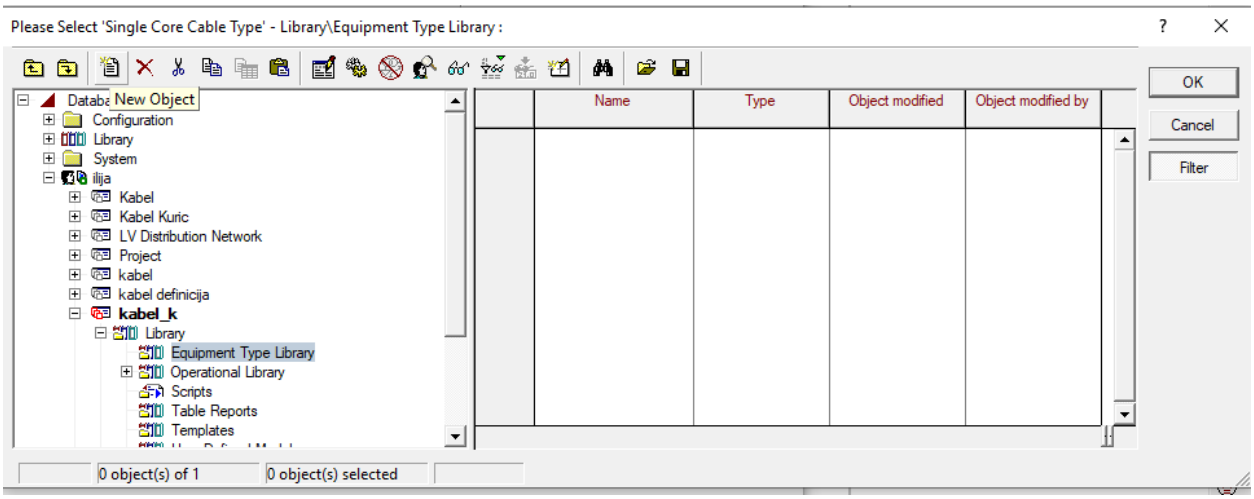
Slika 3.4. Odabir nazivne struje i smještaja kabela[6]

Kada se pojavi ovaj prozor u crno polje ispod "Single Core Cabel Type" kliknemo desnim klikom miša i odaberemo "Select Element/Type".



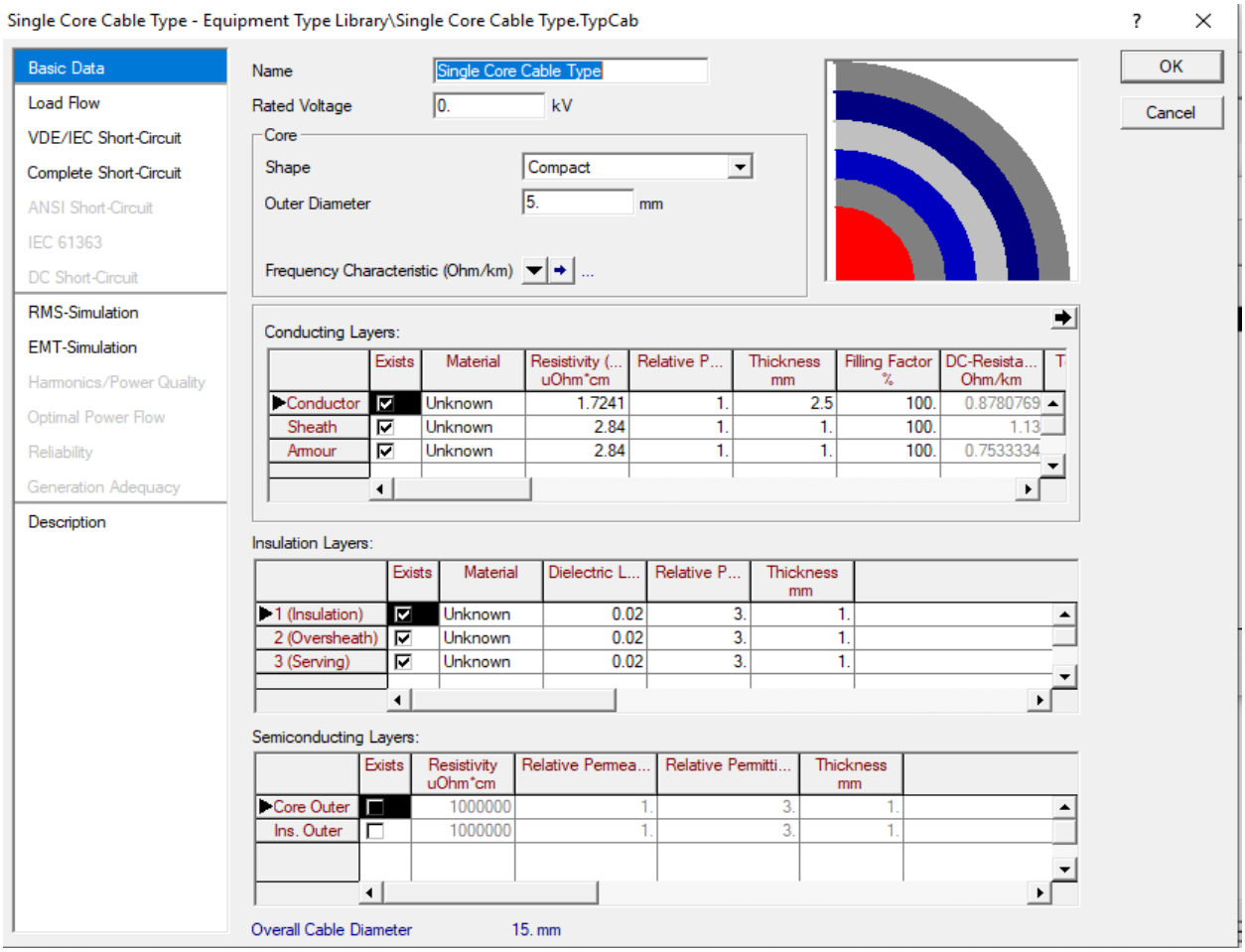
Slika 3.5.Odabir tipa jednožilnog kabela[6]

Nakon toga se pojavljuje prozor u kojem idemo na "New object":



Slika 3.6. Dodavanje novog tipa kabela u projekt[6]

Nakon svega se konačno pojavljuje prozor u kojemu unosimo parametre kabela, a on na početku izgleda kao na slici 3.7:



Slika 3.7.Početni prozor bez parametara[6]

Kabel koji je odabran za ovaj završni rad je Eelkin kabel N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y nazivnog napona 35 kV

5.3.3. Izmjere i težine XHE 49, XHE 49-A 20,8/36/42 kV — *5.3.3. Sizes and weights XHE 49, XHE 49-A 20,8/36/42 kV*

Presjek vodiča i el. zaštite / *Cross-section of Conductor and Electric Protection*	Promjer vodiča / *Conductor Cross-section*	Debljina izolacije / *Insulation Thickness*	Promjer preko izolacije / *Diameter over Insulation*	Promjer kabela cca / *Cable Diameter approx.*	Težina kabela cca / *Cable Weight approx.*		Najmanji polumjer savijanja / *Minimal Bending Radius*
					bakar / *copper*	aluminij / *aluminium*	
mm^2	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km	mm
1x35/16	7,2	8,8	27,8	36	1400	1180	540
1x50/16	8,3	8,8	28,9	37	1650	1350	550
1x70/16	10,3	8,8	30,9	39	1900	1450	580
1x95/16	11,3	8,8	31,9	41	2200	1600	610
1x120/16	12,7	8,8	33,3	43	2500	1750	640
1x150/25	14,1	8,8	34,7	45	3000	2050	670
1x185/25	15,7	8,8	36,3	47	3300	2150	700
1x240/25	18,0	8,8	38,6	49	4000	2500	730
1x300/25	20,0	8,8	40,6	52	4700	2850	780
1x400/35	23,8	8,8	44,4	56	5700	3200	840
1x500/35	26,7	8,8	47,3	58	6600	3500	870

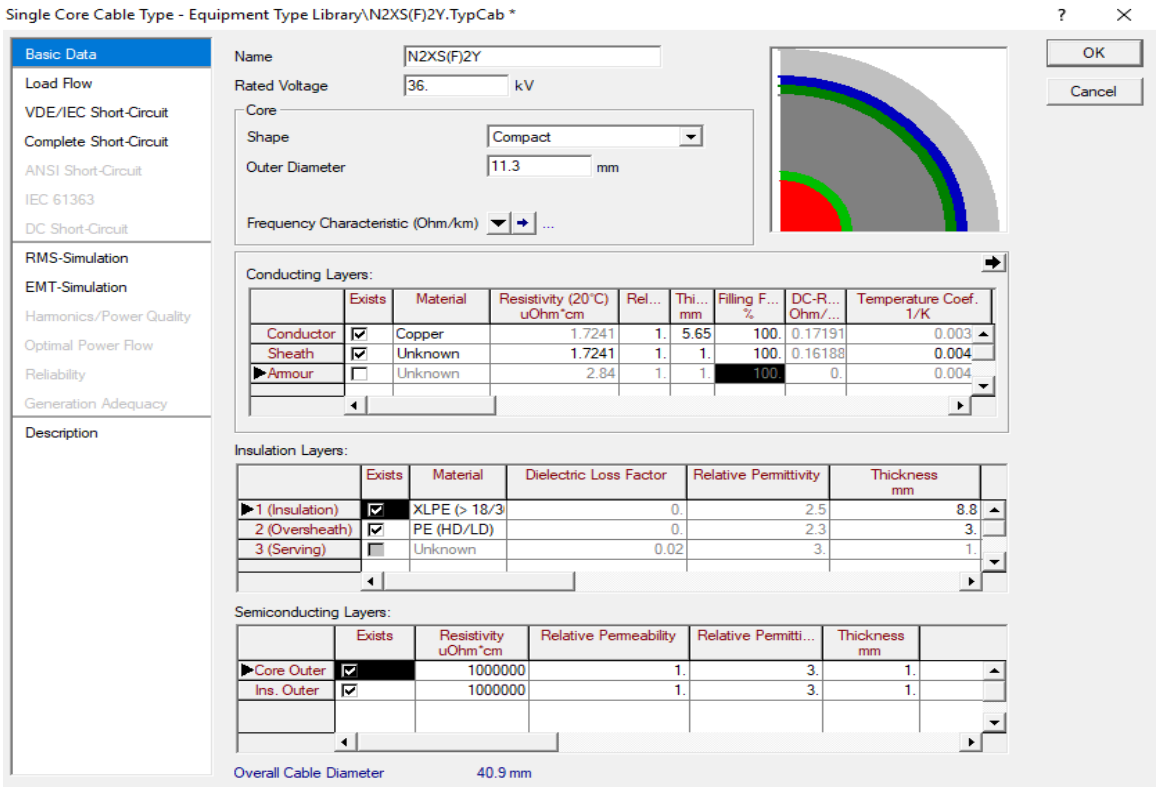
Tablica 3.1.Podaci o kabelu iz kataloga[2]

Stara oznaka kabela N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y je XHE 49, XHE 49-A. Iznad tablice pišu naponi 20.8/36/42 kV, a to znači da je kabel nazivnog faznog napona 20.8 kV, nazivni linijski napon je 36 kV, a 42 kV je maksimalan napon mreže. Sada se može krenuti s popunjavanjem prozora sa slike 3.7. Odabrali smo kabel 1x95/16.

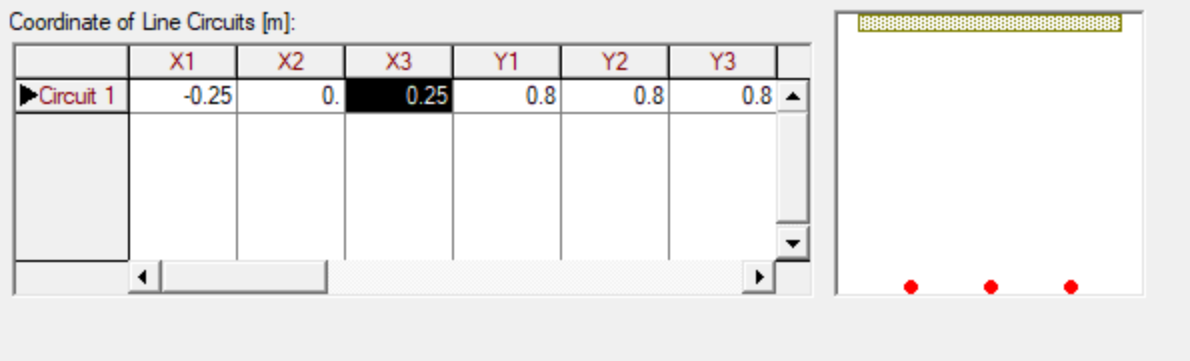
Koraci u popunjavanju:

1. Ime kabela unosimo N2XS(F)2Y
2. Nazivi napon(rated voltage) 36 kV
3. "Core shap" oblike jezgre odabiremo compact (još su ponuđeni hollow i segmental)
4. "Outer diametar" vanjski promjer, unosimo 11.3 mm, a to je promjer vodiča
5. U grupi "conductor layer" unosimo materijal bakar te program sam povlači iz "outer diametra" promjer vodiča
6. Idući sloj je poluvodički i uključujemo "core outer"
7. Sljedeći sloj je izolacija XLPE debljine 8.8 mm
8. Zatim uključujemo "inside outer" u "semiconductors layer" što predstavlja ekran izolacije, a to je poluvodički sloj
9. "Electric protection/screen" je bakrena žica međutim, pošto nije ponuđena u "sheath" onda to ostavljamo nepoznatim, ali unosimo otpornost bakra
10. Zadnje se unosi "oversheath"(vanjski plašt) PE-HD

Nakon što se unesu parametri u DIgSILENT prema koracima od 1. do 10. prozor izgleda kao na slici 3.8. Kontrola da smo dobro popunili jest slika gore u desnom kutu koja se mijenja kako mijenjamo debljine slojeva i kako izbacujemo ili ubacujemo pojedine slojeve te ukupni promjer kabela koji je prema katalogu 41 mm, a ovdje je 40.9 mm. Na kraju nam ostaje unijeti način na koji se kabeli polažu, dubinu i njihov međusobni razmak. Kabeli se najčešće polažu na dubinu od 0.8 m pa smo odabrali tu vrijednost te su međusobno udaljeni 25 cm. Upravo je geometrija položaja kabela jedna od najbitnijih čimbenika jer izravno utječe na neke od parametara.

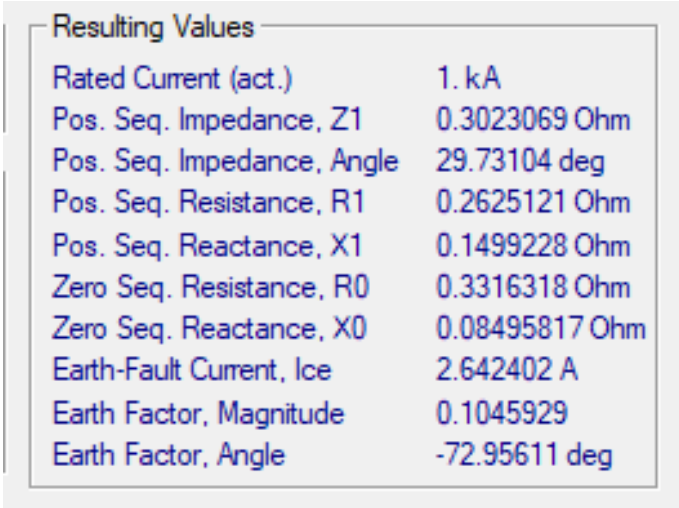


Slika 3.8 Uneseni svi parametri[6]

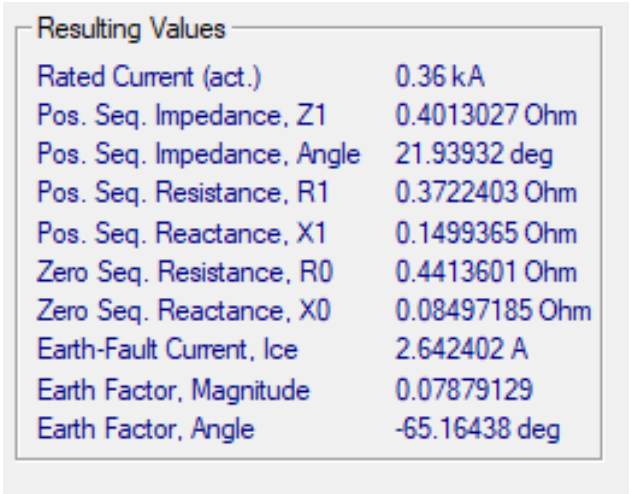


Slika 3.9 Položaj kabela[6]

Sada samo odaberemo "calculate" i kliknemo na "ok". Nakon toga se pojavi prozor kao sa slike 3.3 te nam pokaže rezultate izračuna[6].



Slika 3.10 Rezultati proračuna za bakar



Slika 3.11. Rezultati proračuna za aluminij

Rezultati proračuna dani su na slikama 3.10 i 3.11 iz koje možemo iščitati rezultate. Na slici su prikazane i nazivne struje(rated current). Ona je jedina ručno unesena vrijednost. Rezultati koji su dobiveni u programu su očekivani. Iz rezultata se može vidjeti da se razlikuju otpornost bakra i aluminija te da reaktancija nije mijenjala vrijednosti.

3.2. Odabir kabela

Sve opisano u prethodnim poglavljima je važno kako bismo u praksi odabrali kabel pravog presjeka. Za odabir kabela postoji nekoliko kriterija [4].

1. Napon kabela mora biti jednak ili veći od napona mreže [3]
2. Nazivna struja kabela mora biti veća od nazivne struje koju zahtijevaju potrošači [3]

$$I_n = \frac{P_n}{U cos\varphi \sqrt{3}} \tag{3-1}$$

-P_n snaga potrošača [W]

- U linijski napon potrošača [V]

-cos φ faktor snage potrošača

-I_n nazivna struja potrošača [A]

3. Presjek kabela mora biti takav da izdrži trajno dozvoljenu struju kabela.
   -trajno dozvoljena struja je manja od nazivne struje kabela zbog različitih utjecaja koji se daju koeficijentom utjecaja okoline C koji se izračunava [3]

$$C = C_{tla}\, C_t\, C_p\, C_h \tag{3-2}$$

Gdje su :

C_t – koeficijent utjecaja temperature okoline

C_p – koeficijent utjecaja drugih paralelno položenih kabela

C_{tla} - koeficijent utjecaja toplinskog otpora medija u kojem je kabel položen

C_h - koeficijent utjecaja dubine polaganja

Svi koeficijenti se mogu pronaći u elka katalogu.

Trajno dozvoljena struja se dobiva kao:

$$I_t = I_n \cdot C \tag{3-3}$$

4. Potrebni presjek kabela s obzirom na struju kratkog spoja [3]:

$$A = \alpha I_{kt} \sqrt{t} \tag{3-4}$$

Gdje je:

A - presjek kabela

α - koeficijent ovisi o nazivnom naponu kabela i materijalu to jest o najvećoj dozvoljenoj radnoj temperaturi vodiča

t - vrijeme trajanja kratkog spoja (vrijeme prorade zaštite), a izražava se u sekundama

I_{kt} - srednja termička struja, koja bi za vrijeme t (od nastanka do prekida) proizvela

istu količinu topline kao i struja kratkog spoja za jednako trajanje

Za odabir kabela ponekad su zadani posebni uvjeti kao što može biti pad napona ili snage, ali u svakom trenutku moraju biti zadovoljeni osnovni uvjeti.

4. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu detaljno je opisan proračun parametara N2XS(F)2Y, NA2XS(F)2Y kabela. Kao i svaki element mreže i kabel ima gubitke stoga je potrebno odrediti parametre kabela kako bi se moglo što bolje procijeniti gubitke. Gubitke u kabelu možemo podijeliti na naponske i strujne. Naponski gubici su prisutni uvijek kada je kabel pod naponom. To su primjerice gubici u izolatoru i vrtložne struje, dok strujni gubici ovise o opterećenju. Strujni gubici osim opterećenja ovise i o otporu kabela, koji najviše ovisi o vrsti materijala odnosno bakru ili aluminiju, stoga je potrebno izračunati otpor kabela kako bi unaprijed mogli pretpostaviti gubitke ovisne o opterećenju. Naponski gubici, primjerice gubitak na izolaciji, ovise o kapacitetu kabela odnosno o materijalu koji se koristi za izolaciju kabela. Odvod, odnosno vodljivost kabela može se gotovo u svim slučajevima zanemariti zato što je vrijednost ovog parametra vrlo mala.

Parametri kabela daju se po jedinici duljine, najčešće po kilometrima, ali mogu biti i neke druge jedince duljine. U završnom radu se nije previše osvrtalo na tu činjenicu jer duljina kabela koji je korišten u proračunu iznosi 1 km pa je svejedno kako prikazali rezultate, ali u praksi se koriste puno veće duljine, stoga je u svim priručnicima ili katalozima prikazan zapravo jedinični otpor, jedinični induktivitet i jedinični kapacitet. U programu DIgSILENT je izvršen proračun parametara kabela te iz rezultata možemo zaključiti nekoliko stvari. Jedinični otpor ili otpor kabela se razlikuju za aluminij i bakar, oni iznose 0.37 Ω i 0.26 Ω, što je bilo za očekivati ako se uzme u obzir da je specifična vodljivost bakra veća u odnosu na specifičnu vodljivost aluminija. Kao što se vidi iz rezultata izračuna jedinična reaktancija je jednaka za oba slučaja. Iz toga se da zaključiti kako jedinični induktivitet ne ovisi o vrsti materijala za vodič, nego ovisi o međusobnom položaju kabela. Za kapacitet kabela vrijedi da on ne ovisi o vrsti vodiča ili o međusobnom položaju vodiča, ali da najviše ovisi o vrsti materijala koji se koristi za izolaciju. Na kraju završnog rada u zadnjem potpoglavlju opisan je postupak za odabir kabela u kojemu se spominju bitni uvjeti za odabir kabela. Svi uvjeti su vrlo bitni, a ako se izostavi jedan od kriterija može doći do oštećenja kabela kao što je proboj izolacije. Preopterećenje kabela šteti kabelima te izaziva starenje izolacije te popravci kabela traju puno dulje nego kod nadzemnih vodova. Ugradnja kabela je nekoliko puta skuplja od nadzemnih vodova tako da će se primjenjivati samo

na mjestima gdje se ne mogu koristiti dalekovodi kao što je slučaj sa gradovima i nekim urbanim sredinama.

LITERATURA

1.Elektrotehnički portal dostupno na:

https://www.elteh.net/el-instalacije/kabeli/sustav-oznacavanja-energetskih-kabela.html

pristupljeno: 24.06.2019.

2.Elka katalog, dostupan na:

http://elka.hr/wp-content/uploads/2019/05/Energetski-srednjenaponski-kabeli-do-36-kV-Power-cables-up-to-36-kV_r2.pdf

3.Nikolovski S.,Elektroenergetski vodovi, materijali s predavanja, FERIT Osijek, 2014.

4.G. F. Moore, Electric Cables Handbook Third Edition Edited, Blackwell Science, 1997

5.Jose E. Schutt-Aine, Electrical & Computer Engineering, University of Illinois

Dostupno na: https://slideplayer.com/slide/1555483/

6.DIgSILENT PowerFactory priručnik, dostupan na:

https://www.digsilent.de/en/cable-analysis.html

Pristupljeno: 24.06.2019

SAŽETAK

Zadatak ovog završnog rada bio je opisati proračun parametara 35 kV kabela u programu DIgSILENT. U prvom poglavlju ovog završnog rada napisan je uvod i opis zadatka. Drugo poglavlje sadrži objašnjenja oznaka kabela, konstrukciju kabela, parametara kabela te gubitaka u kabelu. U trećem poglavlju je detaljno opisan proračun u programu DIgSILENT te opisan odabir kabela.

Ključne riječi: kabel, parametri kabela, konstrukcija kabela, proračun parametar kabela, odabir kabela

ABSTRACT

The task of this final paper is to describe the calculation of 35 kV parameters in the DIgSILENT program. The first chapter of this final paper presents the introduction and description of the task. The second chapter contains explanations of cable marking, cable parameters, cable construction and cable losses. In the third chapter, the calculation in the DIgSILENT program and the description of the cable selection are described in detail.

Keywords: cable, cable parameters, cable construction, calculation of cable parameter, cable selection

ŽIVOTOPIS

Dominik Kuric je rođen 3. kolovoza 1996. godine u Osijeku. Završio je osnovnu školu s odličnim uspjehom i 2011. godine upisuje Matematičku(III) gimnaziju u Osijeku. 2015. godine završava srednju školu s vrlo dobrim i odličnim uspjehom uz uzorno vladanje i upisuje preddiplomski studij elektrotehnike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku. Na 2. se godini studija usmjerava na izborni blok elektroenergetike.