

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DOMAĆA ZADAĆA IZ TEHNIKE VISOKOG NAPONA
SUSTAV ZA LOCIRANJE MUNJA

Zagreb, svibanj 2014.

1. Zadatak

Riješite zadatke i dokument s rješenjima postavite na sustavu Moodle:

1. Odredite distribuciju amplituda i grešaka sustava za lociranje munja u prošlom tjednu i mjesecu vašeg rođenja. Ukoliko se dogodi da u odabranom tjednu/mjesecu ima manje od 1000 udara odaberite godinu prije:

- a. Za sve udare munja
- b. Za udare oblak-zemlja
- c. Za pozitivne udare oblak-zemlja
- d. Za negativne udare oblak-zemlja

Preslikajte statističku tablicu i prokomentirajte je obzirom na vrijednosti srednje struje, medijana struje, maksimalne struje i greške u odabranom vremenskom razdoblju.

(ako je netko rođen 10. veljače 1990. odabire mjesec veljaču 2014. i tjedan od 10. do 16. veljače 2014., a ako je netko rođen 18. lipnja 1991. odaberite lipanj 2013. i tjedan od 17. do 23. lipnja 2013.).

2. Odaberite jednu 110 kV/x transformatorsku stanicu na području Republike Hrvatske te za razdoblje od 2009. do 2013. godine odredite:
 - a. Gustoću udara munja oblak-zemlja iz niskorezolucijske karte
 - b. Broj grmljavinskih dana iz niskorezolucijske karte
3. Odaberite jedan 110 kV ili 220 kV dalekovod na području Republike Hrvatske i na temelju maksimalne prosječne gustoće udara munja u njegovom koridoru odredite ugroženost dalekovoda od atmosferskih prenapona (broj udara u dalekovod). Dalekovodi 110 kV i 220 kV razine imaju jedno zaštitno užje. Geometriju stupa procijenite na temelju dosad napisanih konstrukcijskih zadataka.

Na sustav LLS spajate se na stranici <http://lls.zvne.fer.hr/LLS/>

Korisničko ime: student

Lozinka: ZVNEstudent2013

2. Rješenje

2.1. Zadatak 1

2.1.1. Tjedna statistika

Rezultati pretrage za tjedan:

Početak: 27.05.2013. 00:00

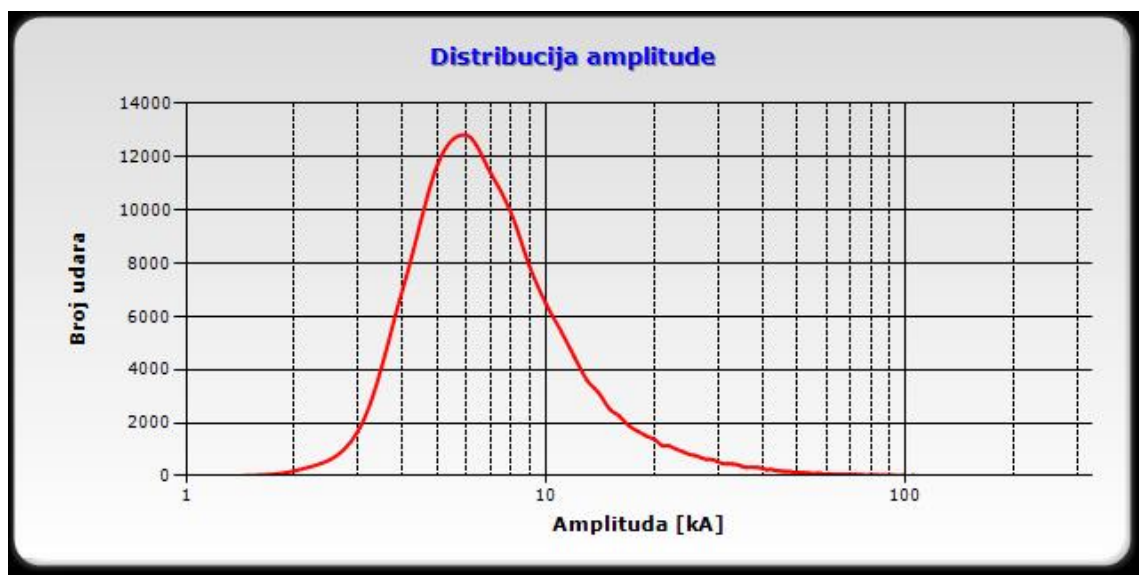
Kraj: 03.06.2013. 00:00

Tablica 1. Tjedna statistika udara munje

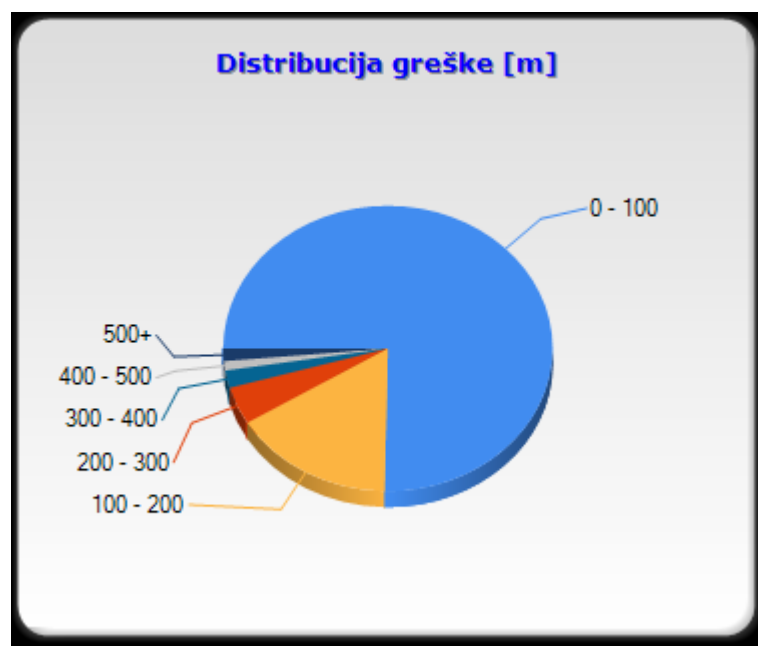
Tip	Broj udara	Srednja struja	Medijan struje	Maksimum struje	Srednja greška	Medijan greške
Sve	114060	14,1 kA	9,2 kA	327,1 kA	101 m	63 m
OZ	85260	14,9 kA	9,7 kA	327,1 kA	76 m	59 m
OO	28800	11,7 kA	7,9 kA	268 kA	175 m	110 m
OZ+	25297	15 kA	8,3 kA	327,1 kA	82 m	61 m
OZ-	59963	14,8 kA	10,4 kA	264,4 kA	74 m	58 m
OO+	14031	11,7 kA	7,8 kA	268 kA	185 m	115 m
OO-	14769	11,7 kA	8,1 kA	206,6 kA	166 m	106 m

KOMENTAR: Iz tablice se može primijetiti kako je broj OZ udara veći od OO tipova. Srednja struja OZ tipova je u prosjeku veća od OO tipova za 2-3 kA. Srednja struja najveća je kod OZ+ tipa i iznosi 15 kA. Medijan struje za OZ tipove iznosi od 8.3-10.4 kA dok je kod OO tipova manji te iznosi 7.9-8.1 kA. Najveća vrijednost maksimuma struje kod OZ tipova iznosi 327.1 kA(kod OZ+), a najmanja 264.4 kA(kod OZ-), dok razlika iznosi 62.7 kA. Kod OO tipova, najveća vrijednost maksimuma struje iznosi 268 kA, dok najmanja vrijednost maksimuma struje iznosi 206.6 kA te razlika iznosi 61.4 kA. Srednja greška kod OZ tipova je manja u odnosu na OO tipove, odnosno gotovo više od 2 puta je manja. Isto je i sa medijanom greške. Najviše ukupnih udara je pri vrijednosti od 6 kA. Distribucija greške pokazuje 85936 udara unutar 100 m, dok je 1604 udara na više od 500 m.

a) Za sve udare munja:

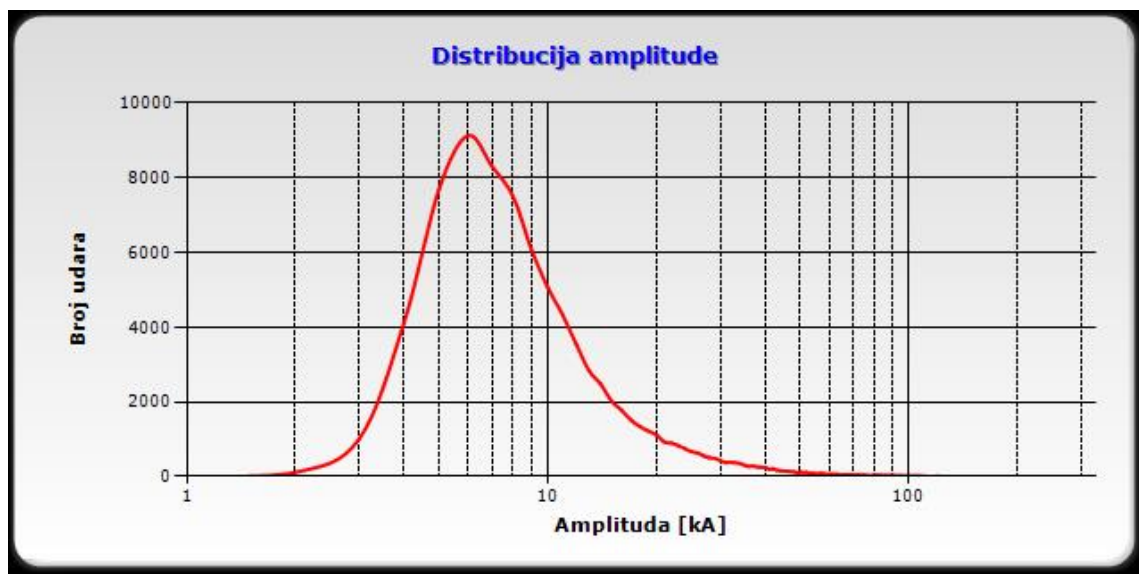


Slika 1. Distribucija amplitude za sve udare munja

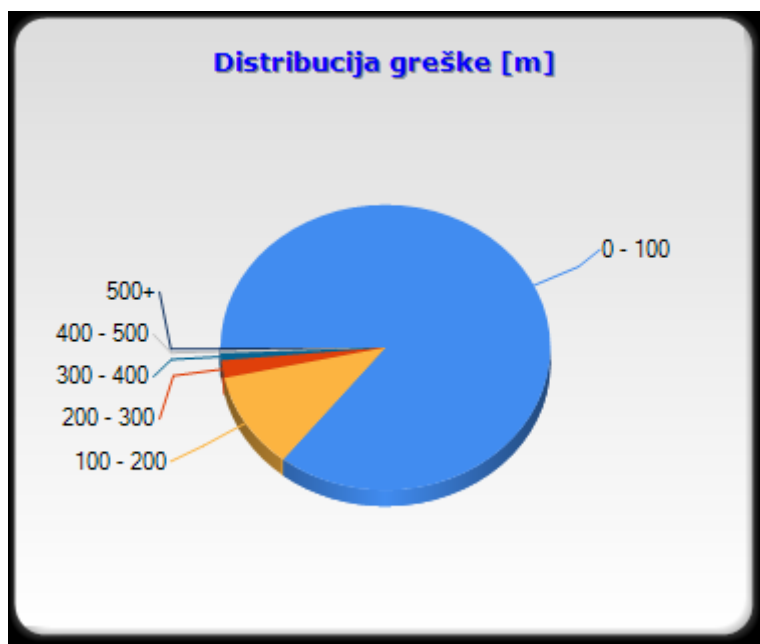


Slika 2. Distribucija greške za sve udare munja

b) Za udare OZ:

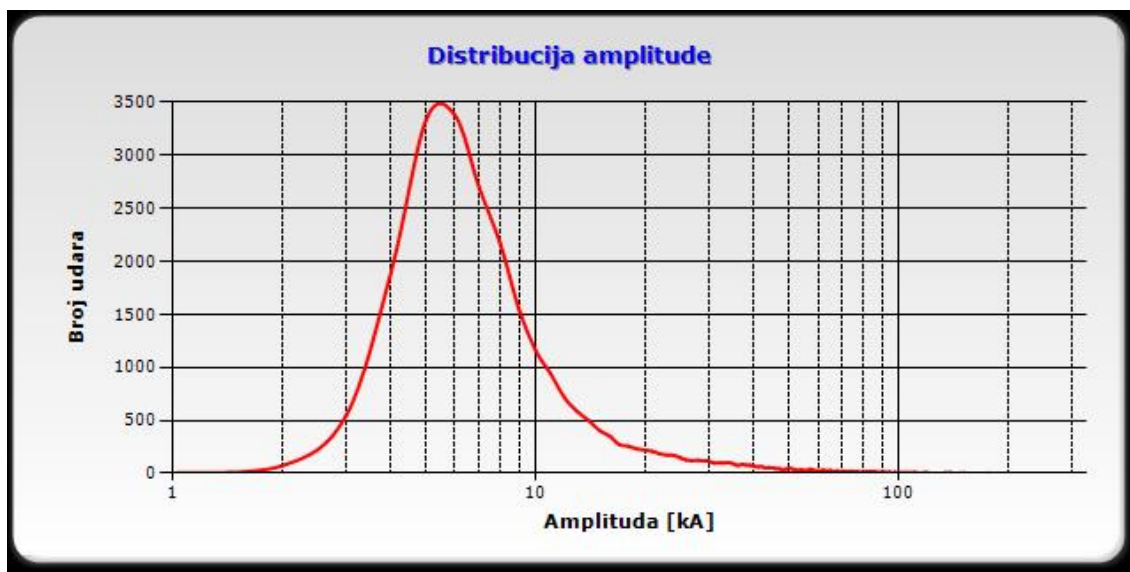


Slika 3. Distribucija amplitude za OZ udare munja

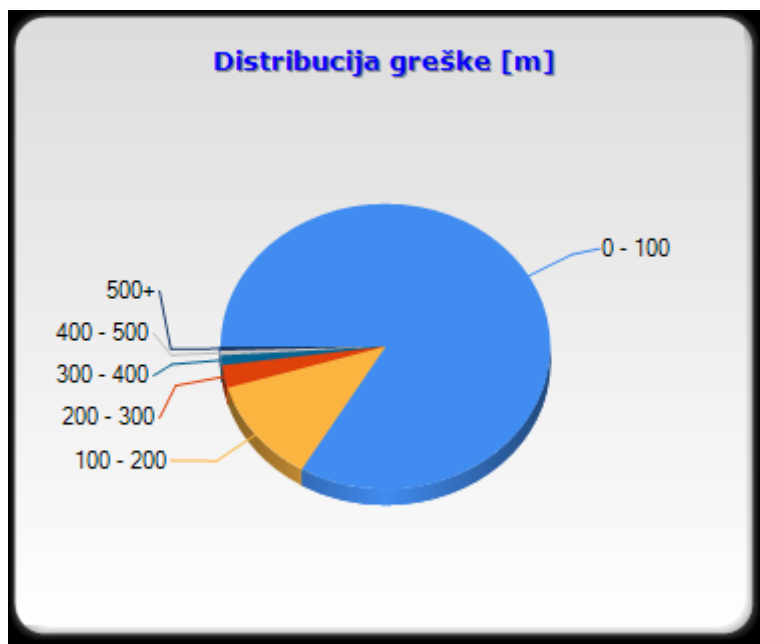


Slika 4. Distribucija greške za OZ udare munja

c) Za pozitivne udare OZ:

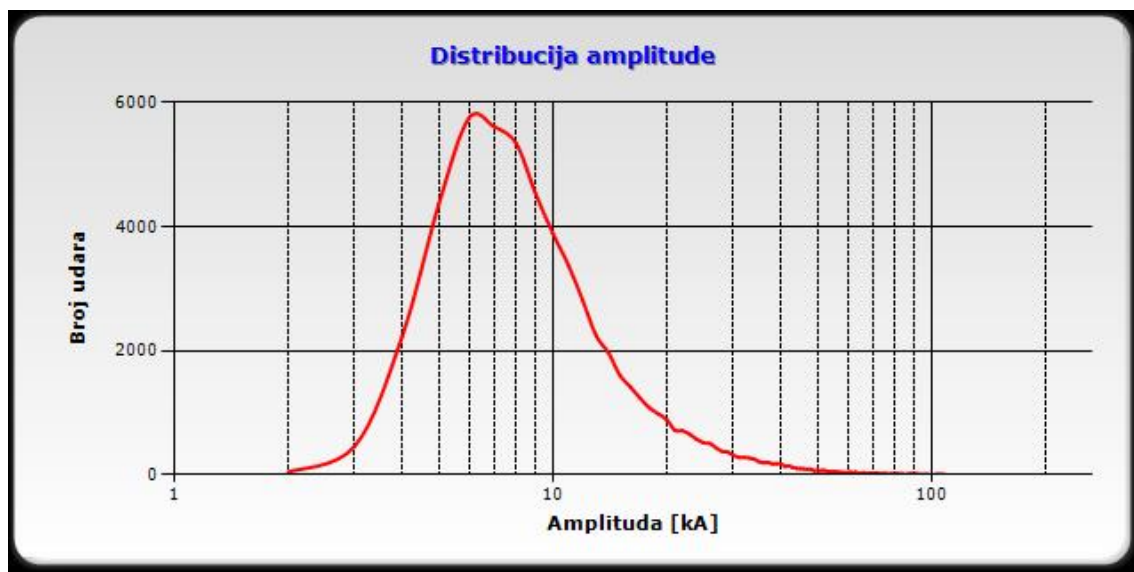


Slika 5. Distribucija amplitude za pozitivne udare OZ munja

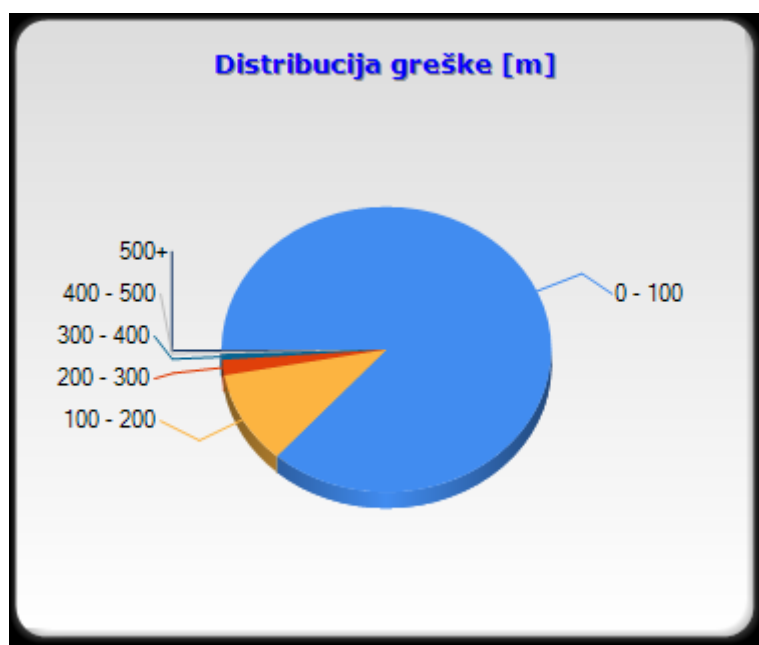


Slika 6. Distribucija greške za pozitivne udare OZ munja

d) Za negativne udare OZ:



Slika 7. Distribucija amplitude za negativne udare OZ munja



Slika 8. Distribucija greške za negativne udare OZ munja

2.1.2. Mjesečna statistika

Rezultati pretrage za mjesec:

Početak: 01.06.2013. 00:00

Kraj: 01.07.2013. 00:00

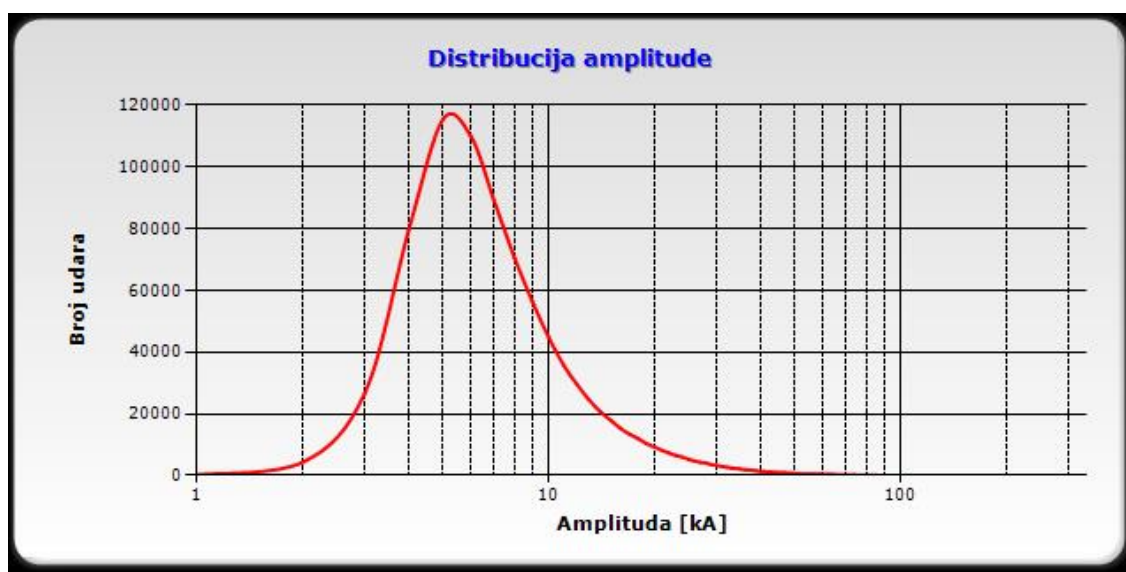
Tablica 2. Mjesečna statistika udara munje

Tip	Broj udara	Srednja struja	Medijan struje	Maksimum struje	Srednja greška	Medijan greške
Sve	881550	11,7 kA	8,2 kA	336,7 kA	116 m	66 m
OZ	636264	12,8 kA	9 kA	336,7 kA	80 m	59 m
OO	245286	8,7 kA	6,7 kA	268,2 kA	210 m	141 m
OZ+	182233	10,4 kA	7 kA	336,7 kA	89 m	63 m
OZ-	454031	13,8 kA	10,1 kA	324,6 kA	76 m	57 m
OO+	123747	8,2 kA	6,4 kA	268,2 kA	218 m	150 m
OO-	121539	9,3 kA	7 kA	223,2 kA	203 m	132 m

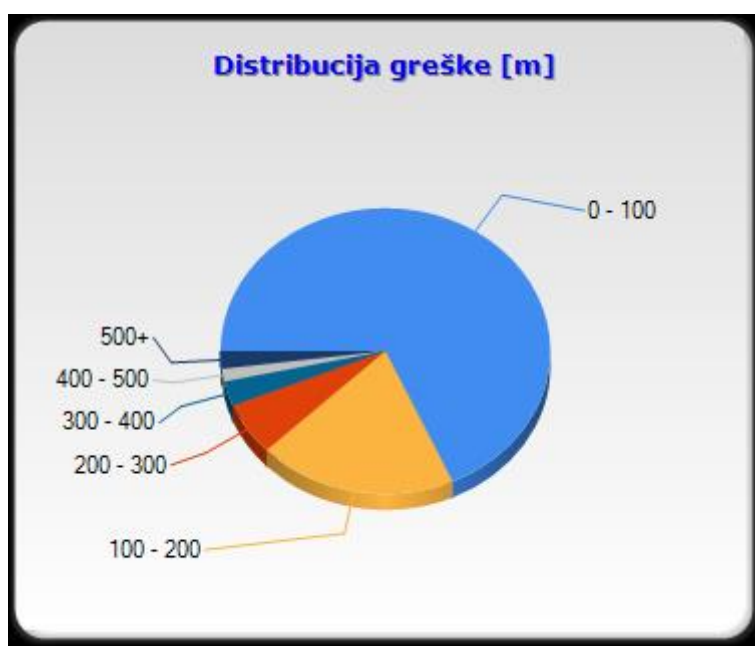
KOMENTAR: Iz tablice se može primijetiti kako je broj OZ udara veći od OO tipova. Srednja struja OZ tipova je u prosjeku veća od OO tipova za 2.5-3.4 kA. Srednja struja najveća je kod OZ- tipa i iznosi 13.8 kA. Medijan struje za OZ tipove iznosi od 7-10.1 kA dok je kod OO tipova manji te iznosi 6.4-7 kA. Najveća vrijednost maksimuma struje kod OZ tipova iznosi 336.7 kA(kod OZ+), a najmanja 324.6 kA(kod OZ-), dok razlika iznosi 12.1 kA. Kod OO tipova, najveća vrijednost maksimuma struje iznosi 268.2 kA, dok najmanja vrijednost maksimuma struje iznosi 223.2 kA te razlika iznosi 45 kA. Srednja greška kod OZ tipova je manja u odnosu na OO tipove, odnosno gotovo više od 2 puta je manja. Isto je i sa medijanom greške. Najviše ukupnih udara je pri vrijednosti od 5 kA. Za rubne slučajeve distribucija greške pokazuje 602261 udara unutar 100 m, dok je 17592 udara na više od 500 m.

Kod mjesečne analize, pokazuje se nešto veća greška kod područja od 100 - 200 m. Mjesečna analiza pokazuje kako OO tipovi udara imaju veću promjenu greške u odnosu na OZ tjedne tipove udara. Vrijednosti medijana amplitude za u svim slučajevima su gotovo 3 puta manje od onih koji daje CIGRE(~31.1 kA za prvi udar), ali bliže su po vrijednosti uzastopnom udaru(~12.3 kA).

a) Za sve udare munja:

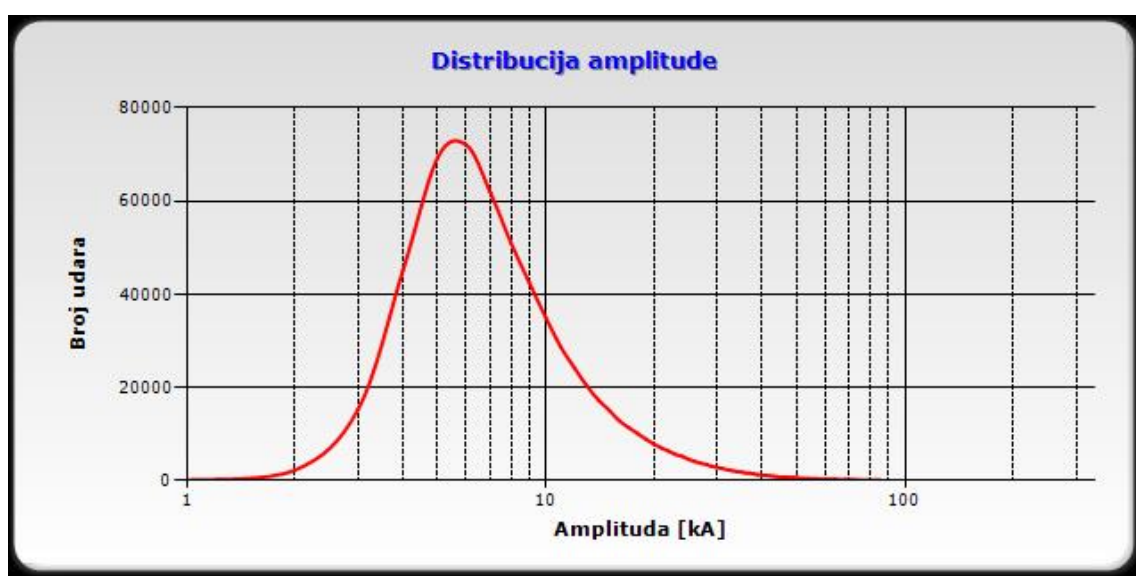


Slika 9. Distribucija amplitude za sve udare munja

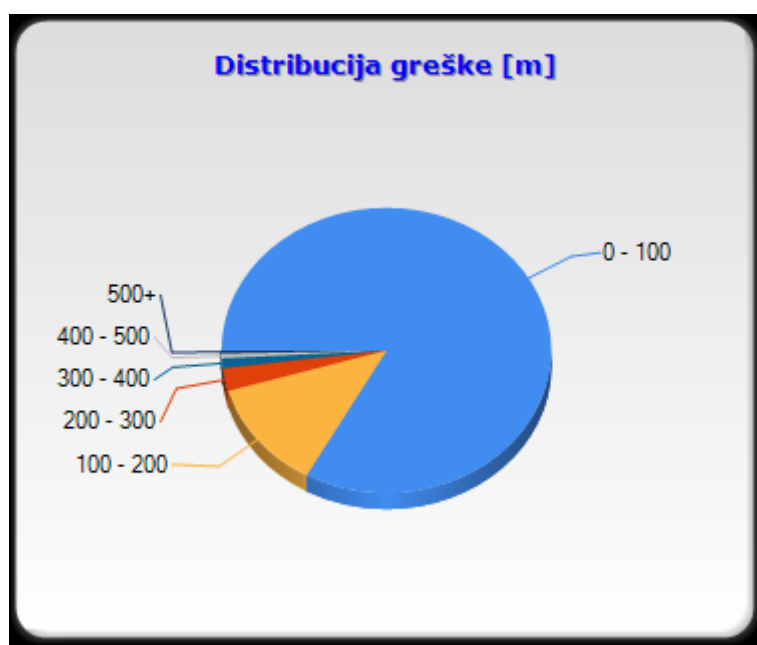


Slika 10. Distribucija greške za sve udare munja

b) Za udare OZ:

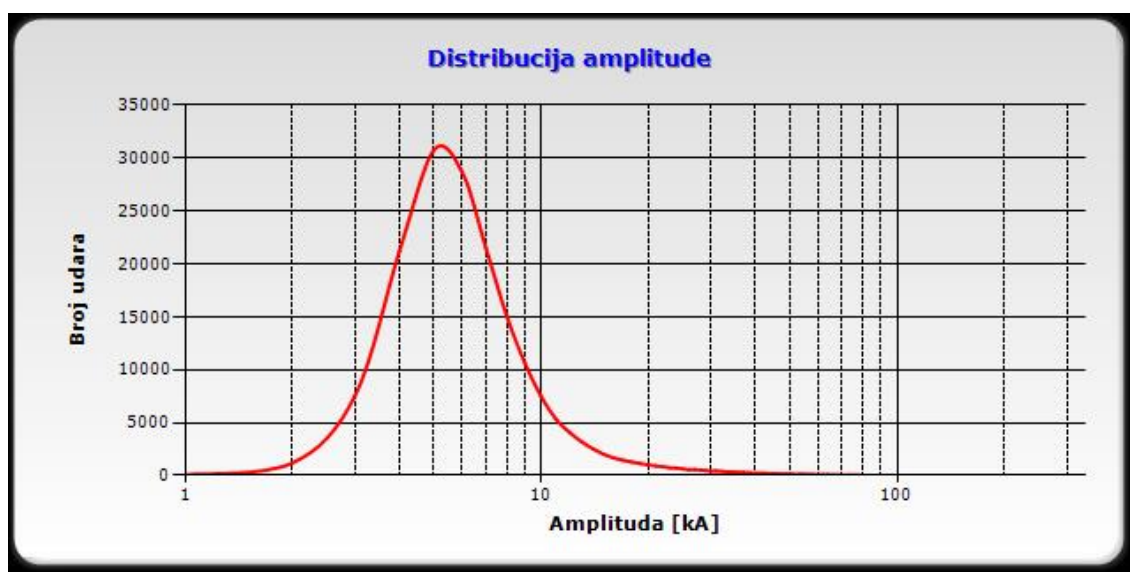


Slika 11. Distribucija amplitude za udare OZ munja

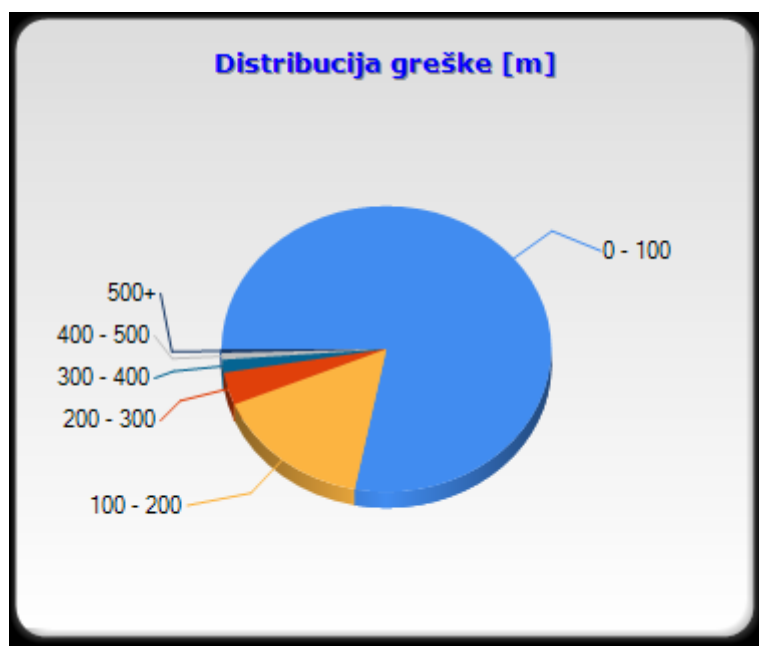


Slika 12. Distribucija greške za udare OZ munja

c) Za pozitivne udare OZ:

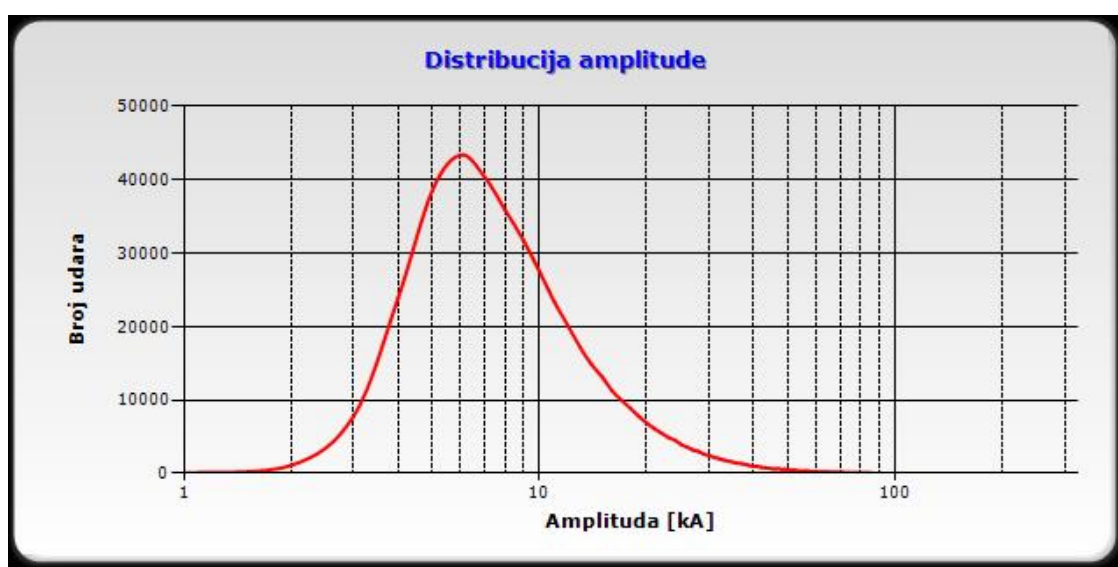


Slika 13. Distribucija amplitude za pozitivne udare OZ munja

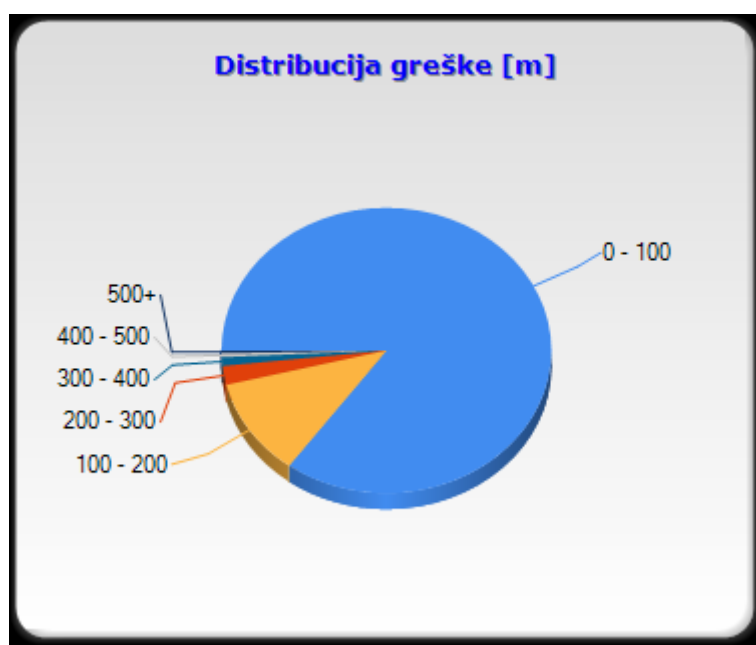


Slika 14. Distribucija greške za pozitivne udare OZ munja

d) Za negativne udare OZ



Slika 15. Distribucija amplitude za negativne udare OZ munja

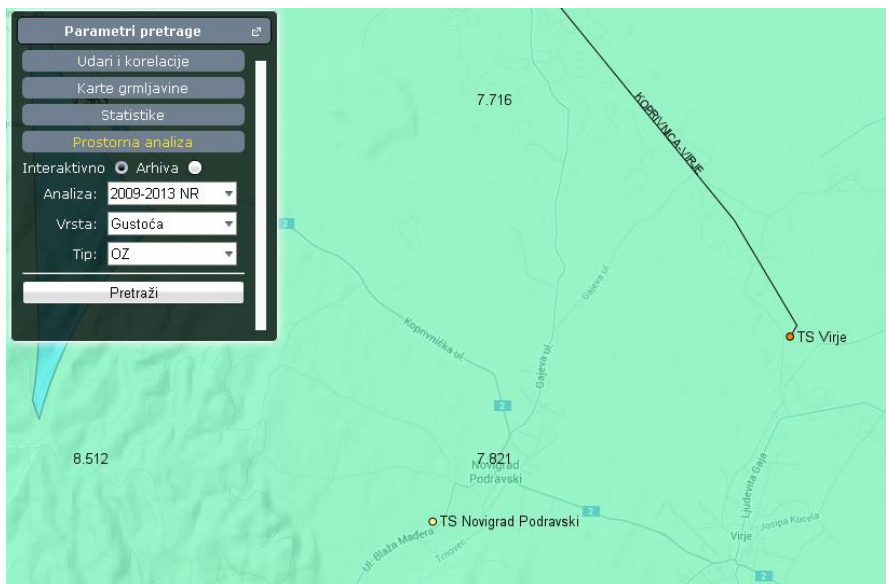


Slika 16. Distribucija greške za negativne udare OZ munja

2.2. Zadatak 2

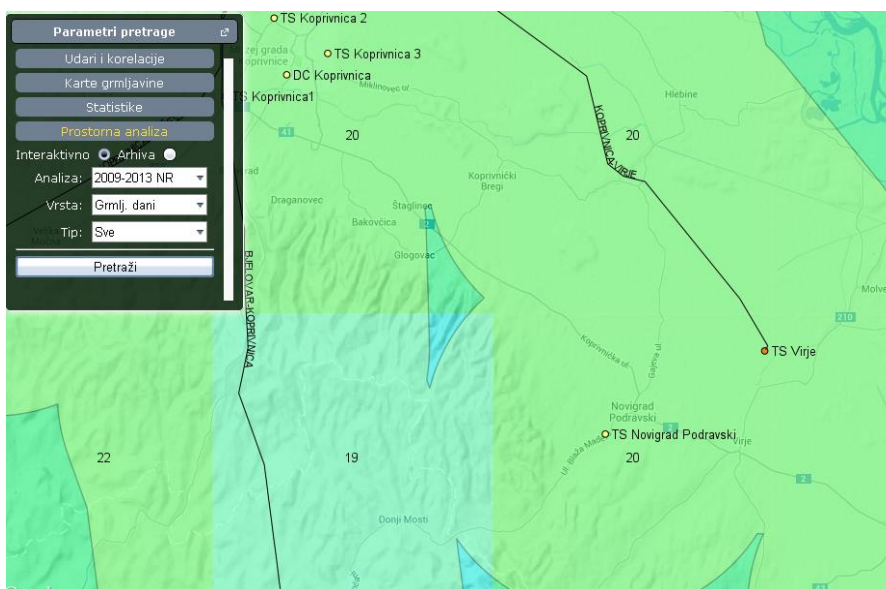
Odabrana je transformatorska stanica 110/35 kV Virje za razdoblje od 2009. do 2013. godine.

- a) Slika prikazuje gustoću udara OZ munje od 7.821 udara/km*god⁻¹.



Slika 17. Gustoća udara OZ munje za TS Virje

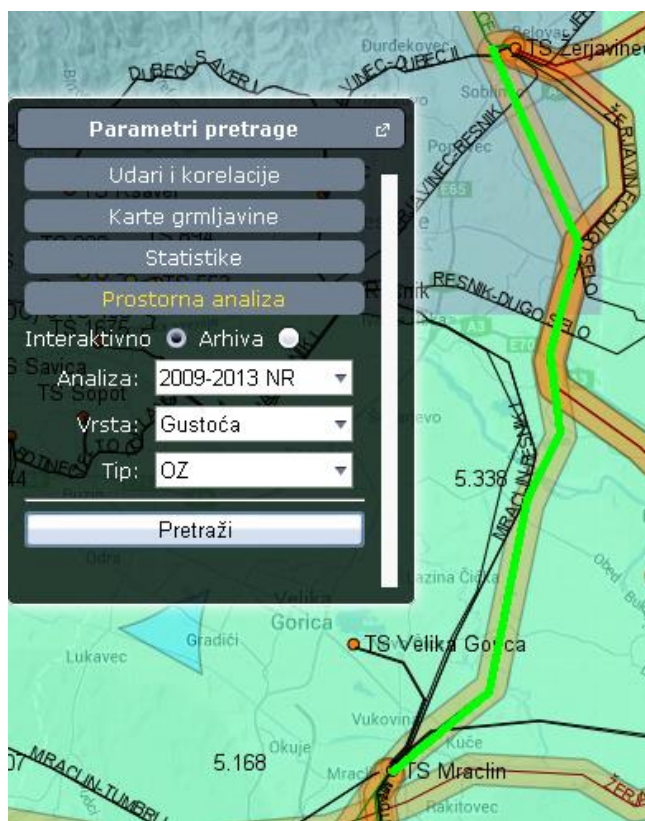
- b) Slika prikazuje broj grmljavinskih dana te za TS Virje iznosi 20 dana.



Slika 18. Broj prikaza grmljavinskih dana za TS Virje

2.3. Zadatak 3

Odabran je dalekovod 220 kV Mraclin – Žerjavinec, s maksimalnom prosječnom gustoćom udara svih munja od $5.338 \text{ udara/km} \cdot \text{god}^{-1}$. Empirijska relacija predložena od radne grupe IEEE: $N_L = N_g \cdot (w + 4 \cdot h_z^{1.09}) \cdot 10^{-3} \text{ km}^{-1} \text{ god}^{-1}$. Prosječna visina zaštitnog užeta iznad tla h_z iznosi 28.23 m. Pri uvrštenju parametara u empirijsku relaciju uz $w=0$ (zbog jednog zaštitnog užeta) broj udara munje u dalekovod je $N_L = 0.814 \text{ km}^{-1} \text{ god}^{-1}$.



Slika 19. Dalekovod 220 kV Mraclin - Žerjavinec