

Korelacije ispada visokonaponskih dalekovoda i atmosferskih pražnjenja

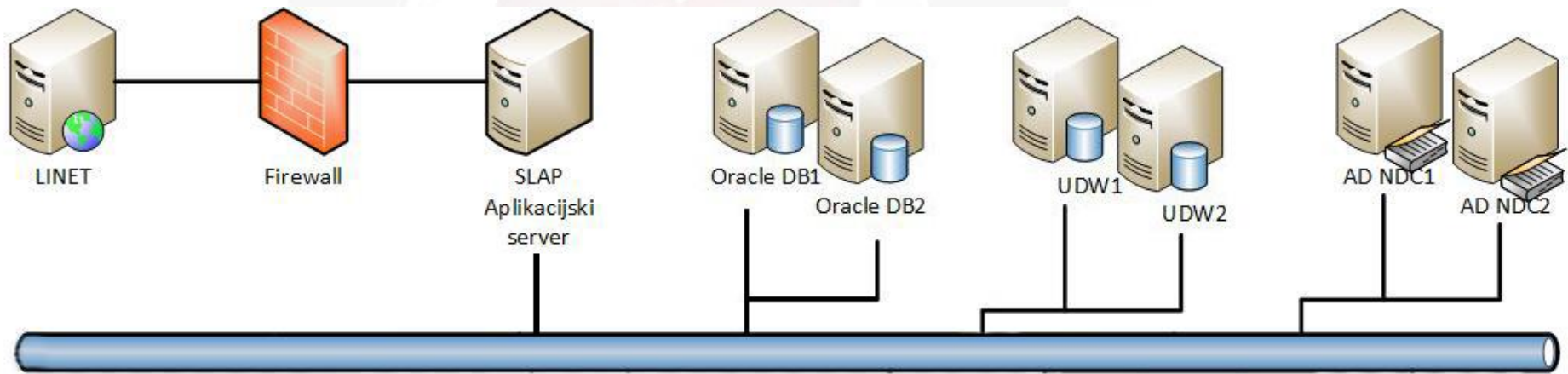
Prof. dr. sc. Ivo Uglešić
Dr. sc. Božidar Filipović-Grčić
Dr. sc. Bojan Franc
Nina Stipetić, mag. ing.
Pavao Križić, mag. ing.



FER

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
F A K U L T E T
ELEKTROTEHNIKE
I RAČUNARSTVA

SLAP kao funkcija vođenja sustava u NDC-u



Shema povezivanja s drugim poslužiteljima HOPS-a

* Pristup sustavu moguć iz cijelog Intraneta HOPS-a

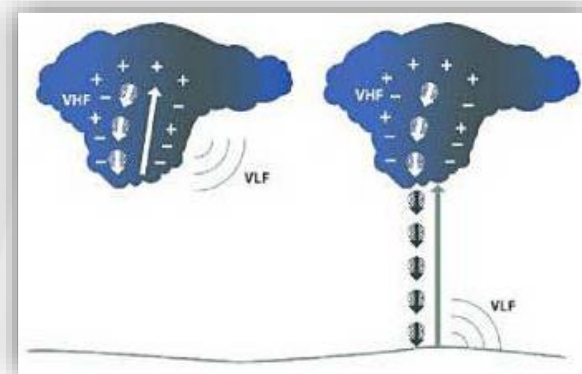
Rad sustava za lociranje atmosferskih pražnjenja



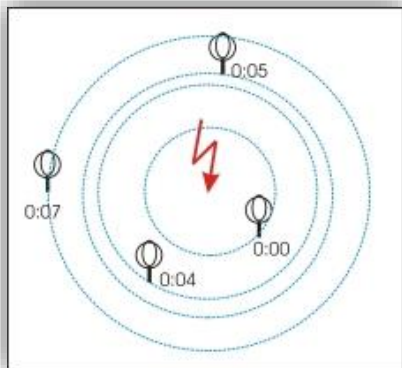
Atmosfersko pražnjenje ili udar munje



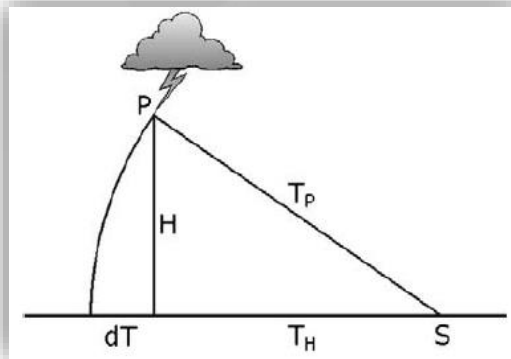
Dva ortogonalna senzorska kruga mjere magnetsku indukciju kao vremensku funkciju u frekvencijskom rasponu (1 kHz – 200 kHz)



VNF/NF frekvencijski opseg za detekciju atmosferskih pražnjenja



TOA (Time-Of-Arrival) metoda za određivanje lokacije atmosferskih pražnjenja



3D algoritam za određivanje lokacija atmosferskih pražnjenja

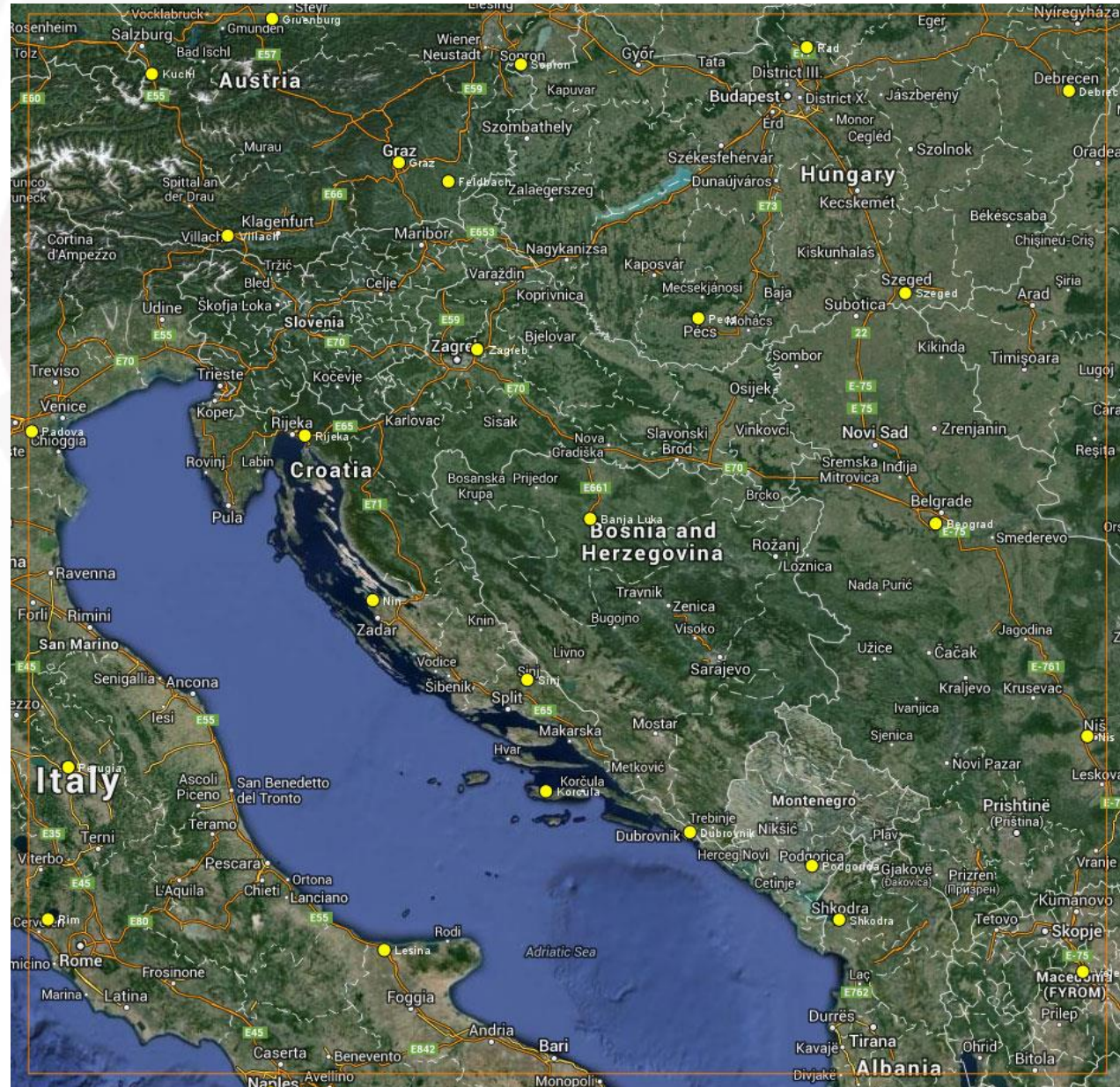


Tok podataka: senzori -> centar -> korisnici

Mreža senzora 2018

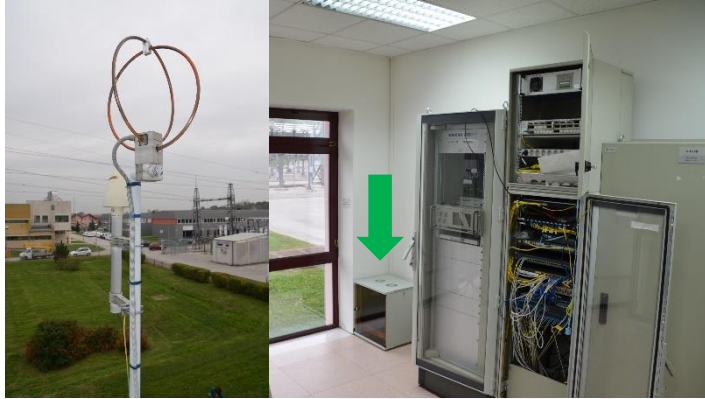


- Raspored senzora
 - TS Melina
 - studeni 2008
 - TS Komolac
 - studeni 2008
 - TS Žerjavinec
 - travanj 2010
 - TS Blato
 - travanj 2011
 - TS Sinj
 - svibanj 2013
 - TS Nin
 - srpanj 2013



Mreža senzora 2018

TS Žerjavinec



TS Blato



TS Nin



TS Komolac



TS Melina

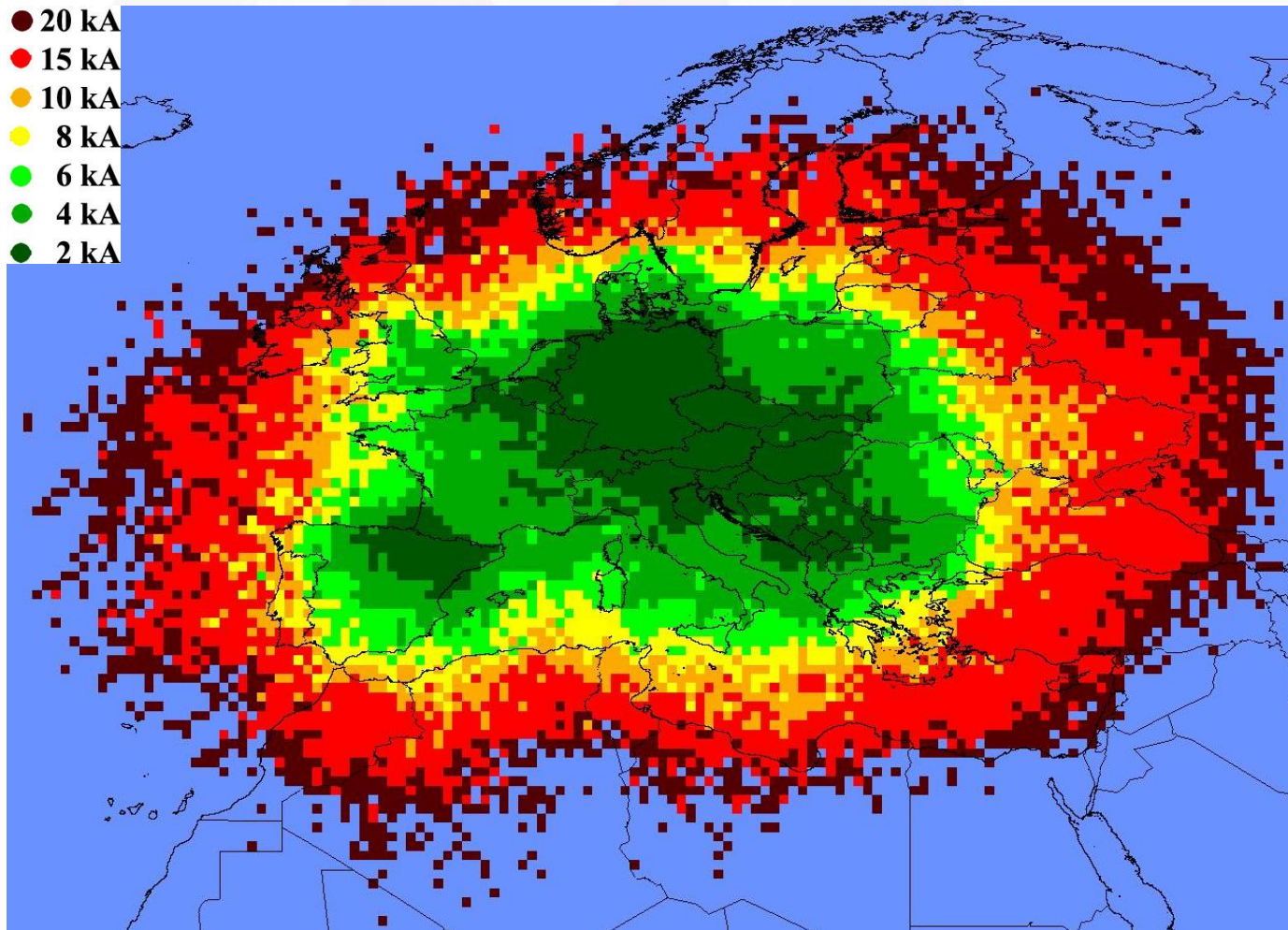


TS Sinj



Učinkovitost detekcije SLAP-a

- Sustav korišten u istraživanju
- DE = 99% za amplitudu atm. pražnjenja $I_p \geq x$ kA

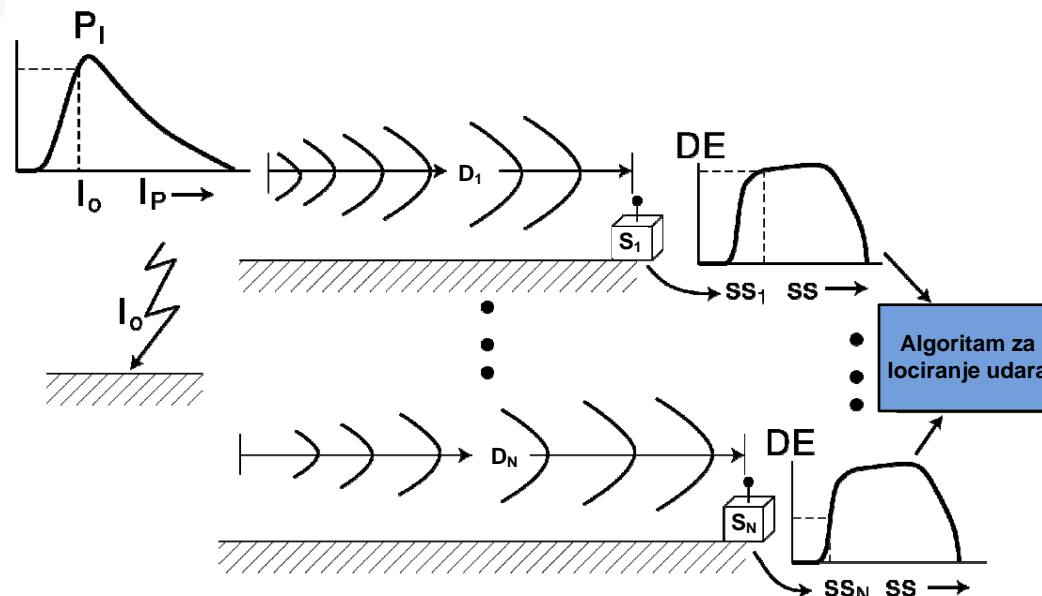


Učinkovitost detekcije SLAP-a

- Engl. Detection Efficiency (DE)
- Opća relacija za određivanje vjerojatnosti detekcije za bilo koji broj senzora u mreži:

$$DE_{ef} = \sum_{k=m}^n \left[\binom{n}{k} \times (DE_i)^k \times Q_i^{(n-k)} \right]$$

- pri čemu je $Q_i=1-DE_i$ vjerojatnost da senzor S_i nije zabilježio udar.



Određivanje amplitude struje atm. pražnjenja

- Sustav mjeri magnetsku indukciju B na lokaciji senzora

$$I_p = \frac{2 \cdot \pi \cdot D \cdot B \cdot c}{v \cdot \mu_0}$$

gdje je:

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ [H/m] – relativna permeabilnost;

c – brzina svjetlosti, $c = 3 \times 10^8$ [m/s];

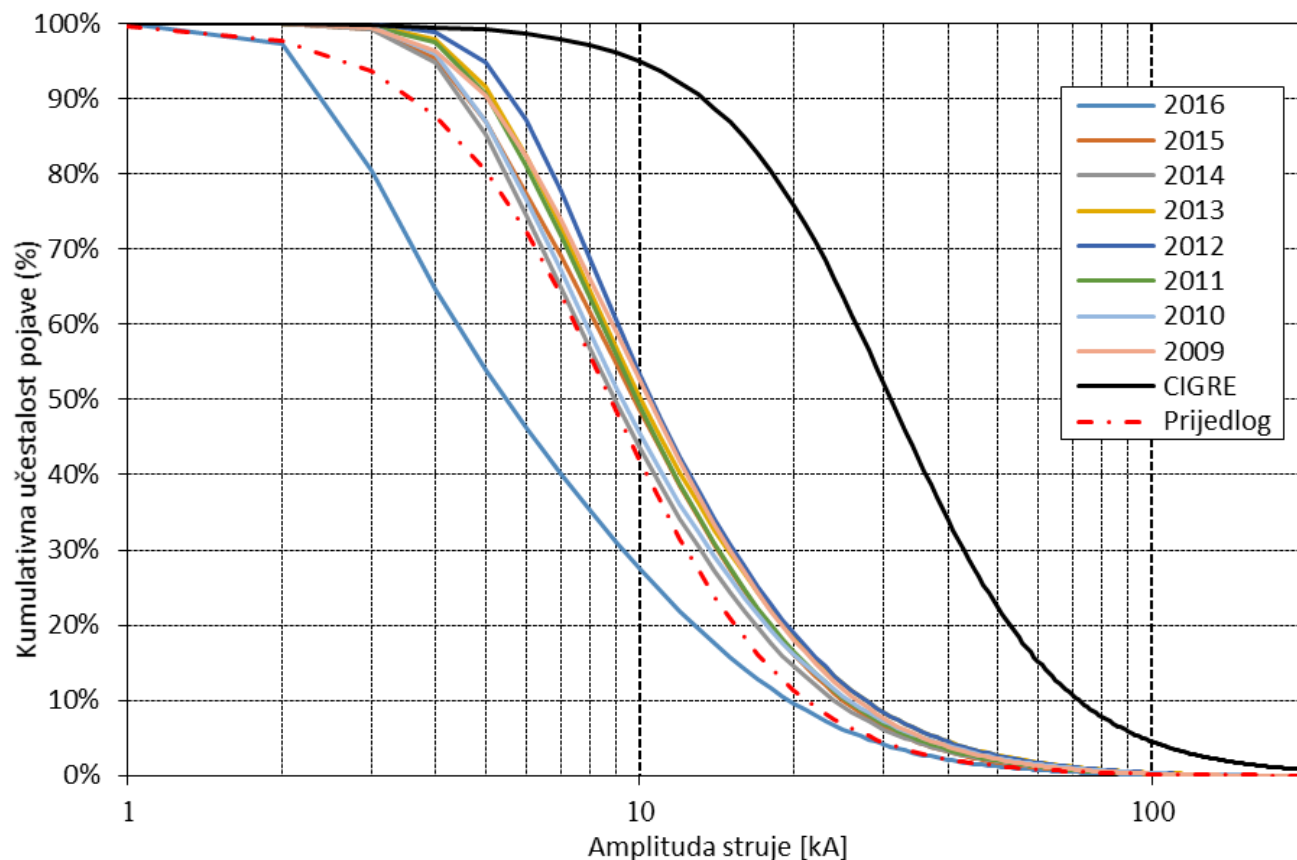
v – brzina povratnog udara, $v = 1,126 \times 10^8$ [m/s];

D – udaljenost udara od senzora [km];

B – magnetska indukcija na lokaciji senzora [T].

Amplitudna distribucija struja munja

Kumulativna amplitudna distribucija za prve silazne negativne udare



Kumul. amp dist.
prema CIGRE:

$$P = \frac{1}{1 + \left(\frac{I}{31}\right)^{2,6}}$$

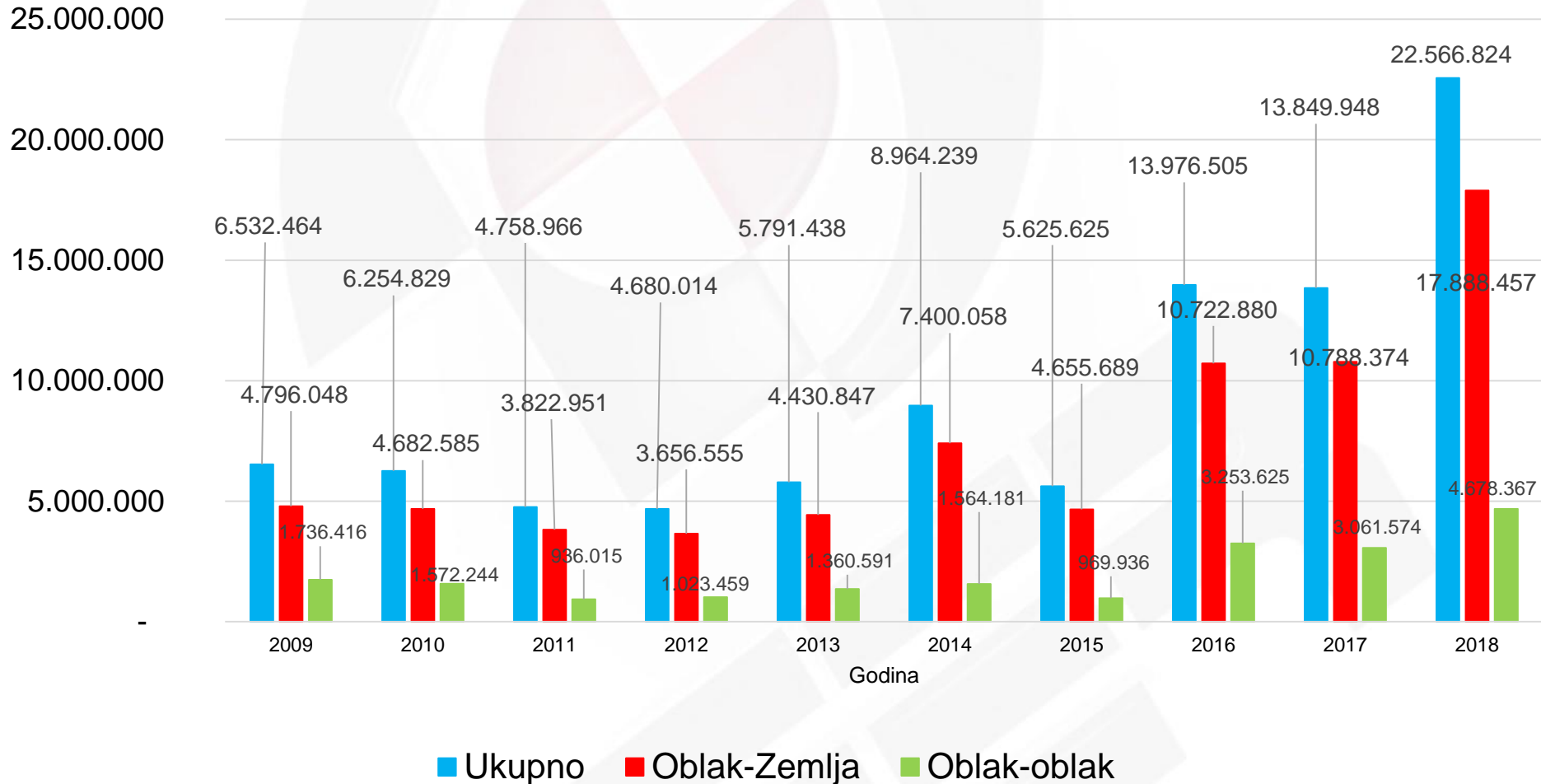
Kumul. amp dist.
prema SLAP-u:

$$P = \frac{1}{1 + \left(\frac{I}{8,8}\right)^{2,5}}$$

Broj atmosferskih pražnjenja



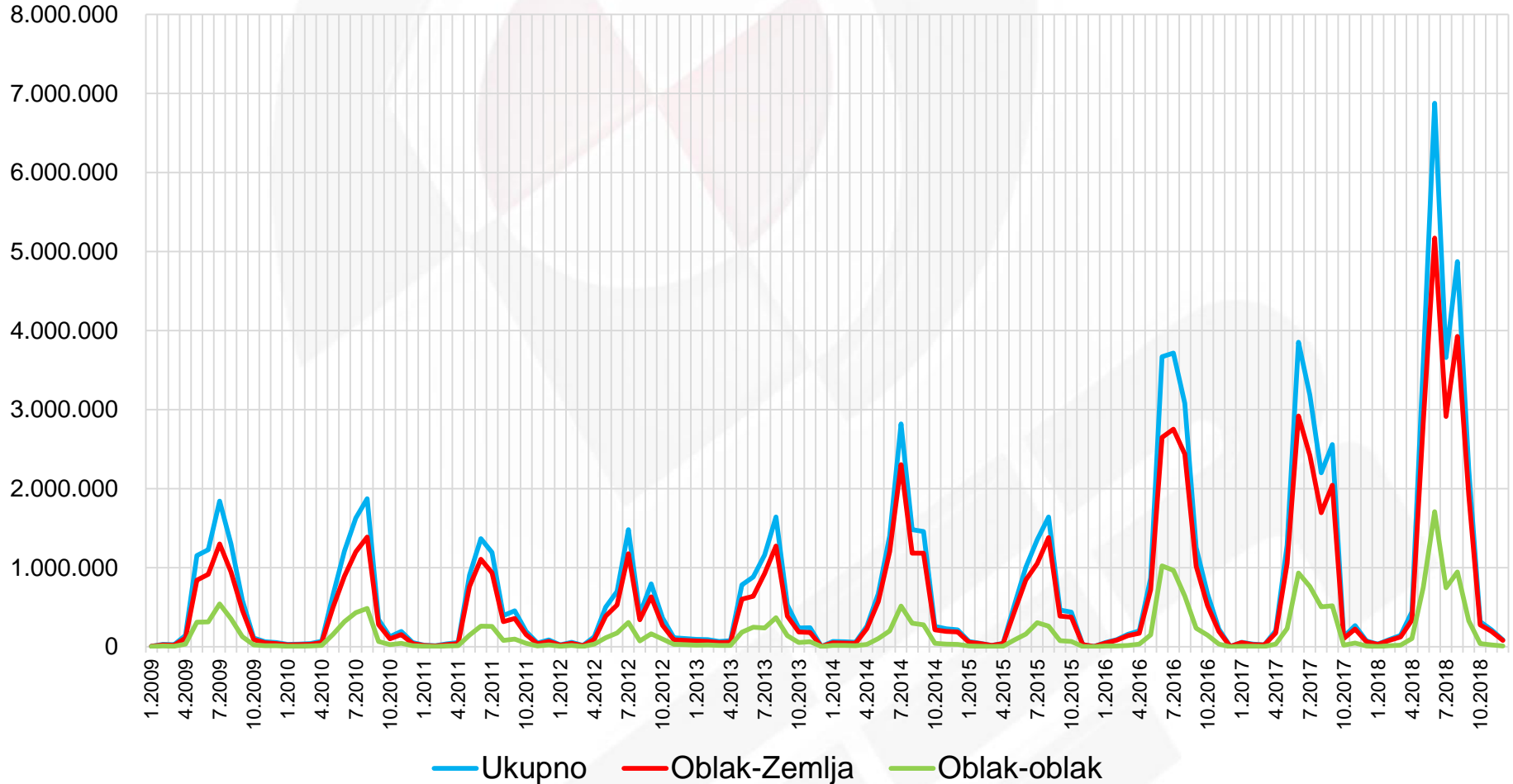
Broj atmosferskih pražnjenja u promatranom području godišnje



Broj atmosferskih pražnjenja



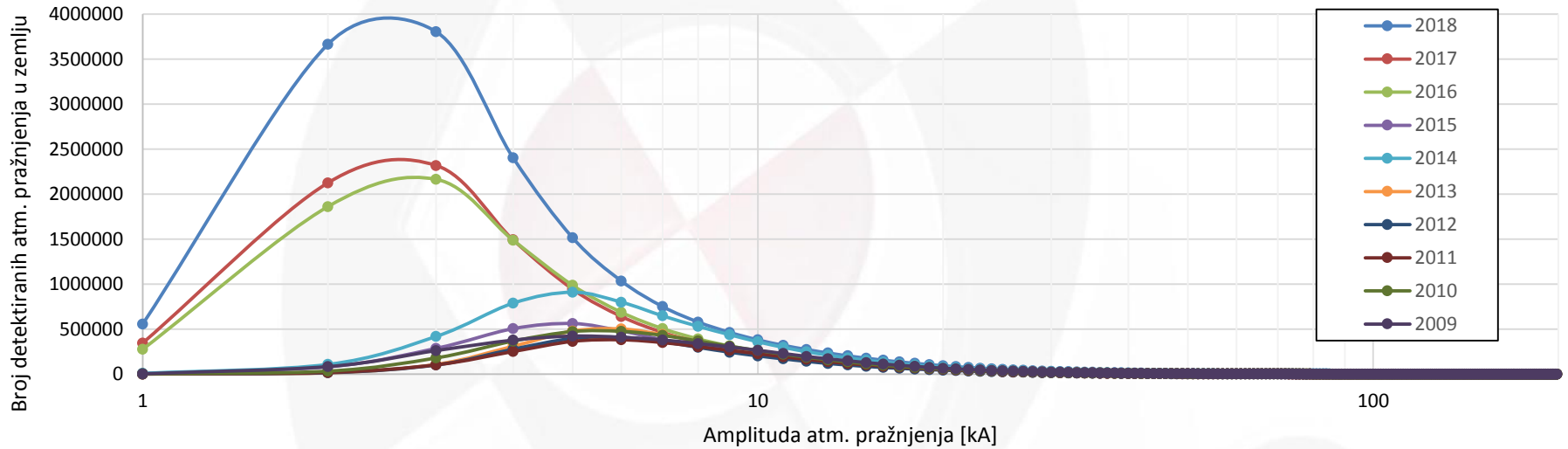
Broj atmosferskih pražnjenja mjesečno



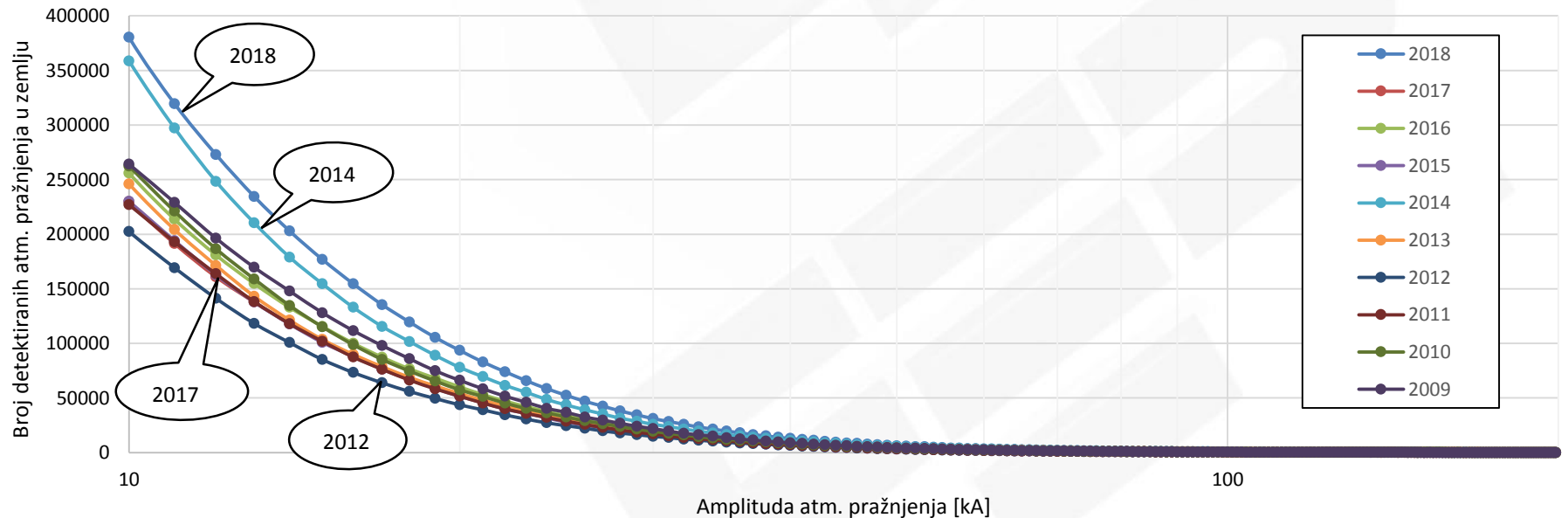
Detekcija atm. pražnjenja u zemlju po amplitudi



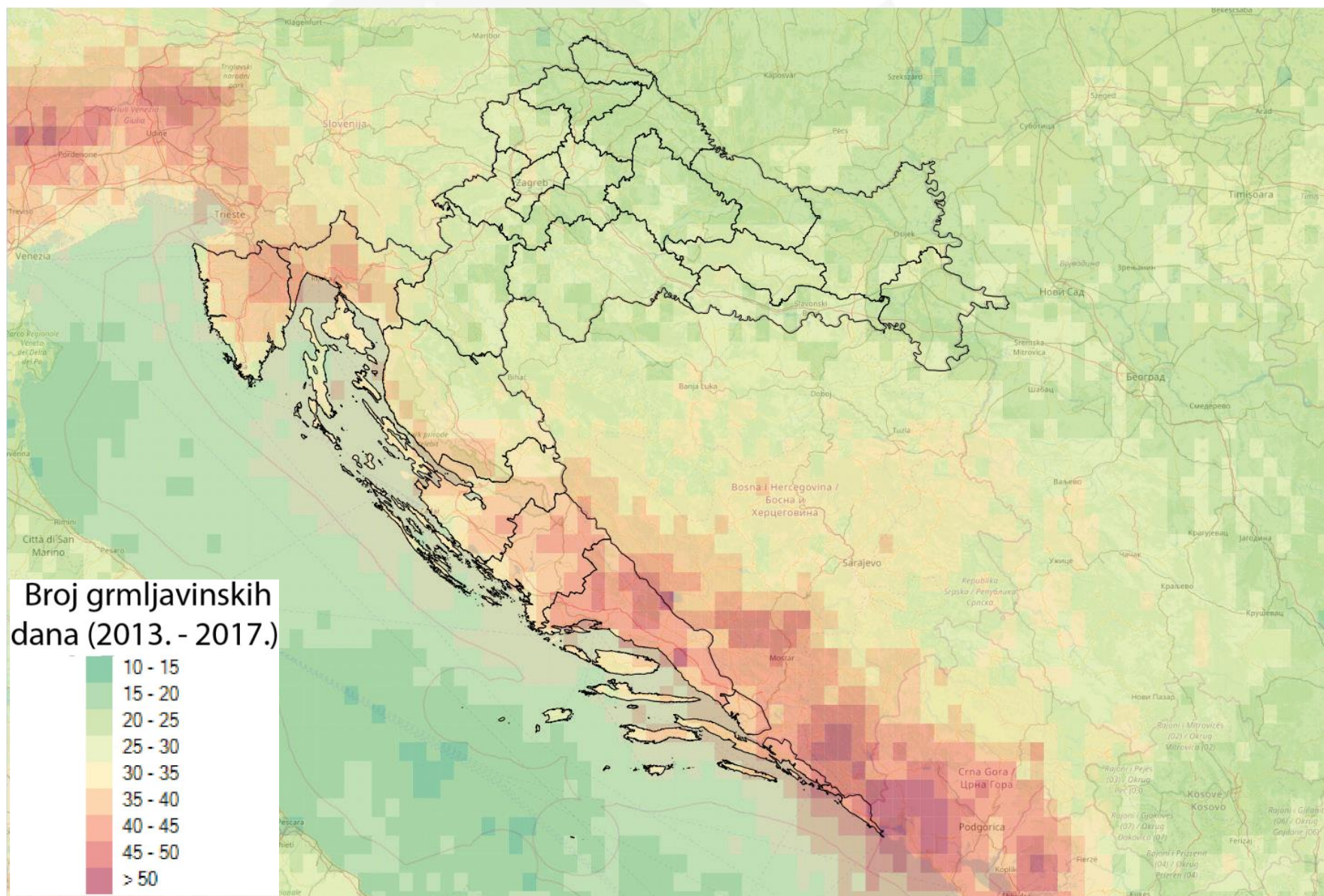
Detekcija atm. pražnjenja u zemlju po amplitudi struje [kA]



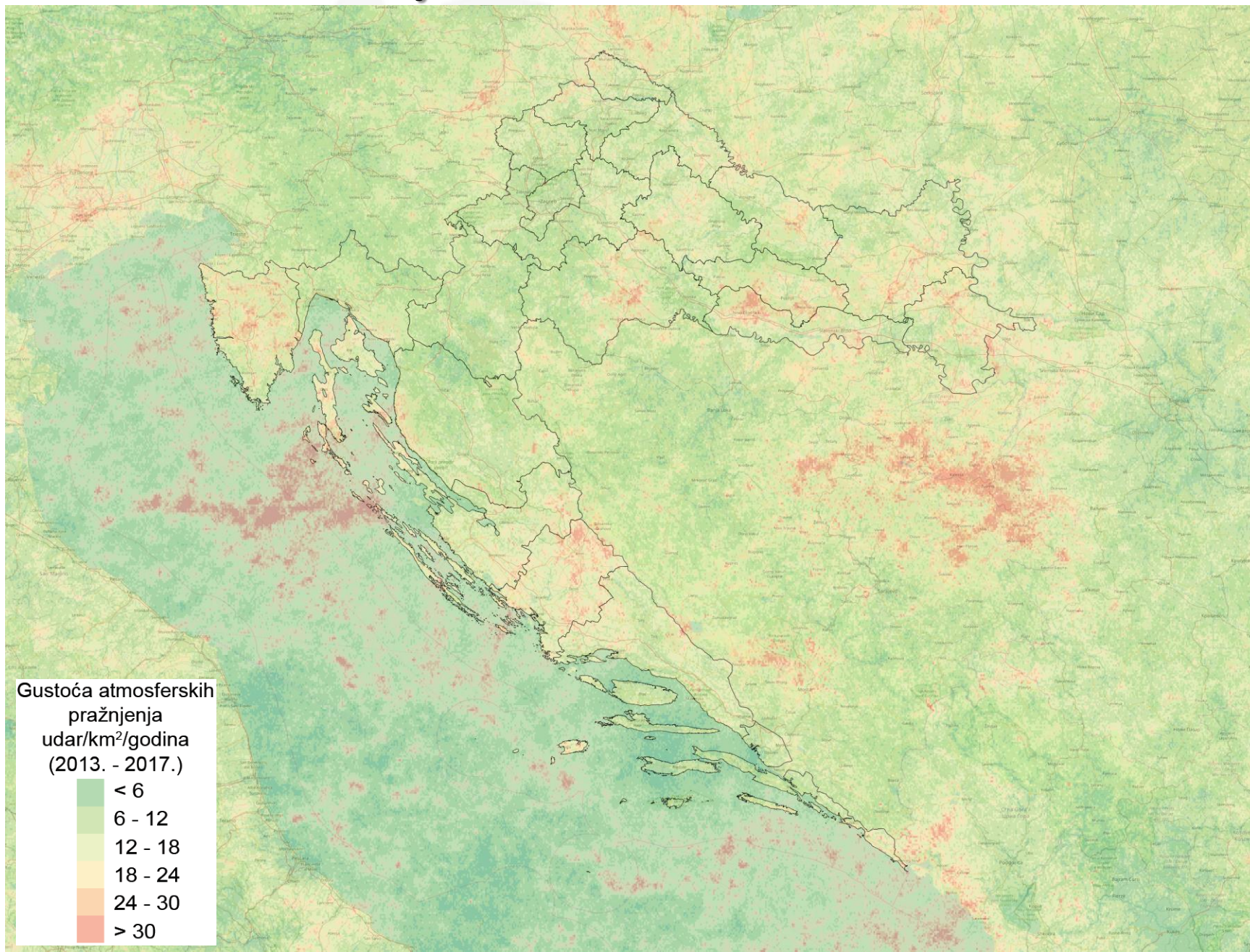
Detekcija atm. pražnjenja u zemlju po amplitudi za struje ≥ 10 kA



Izokeraunička razina u RH 2013.-2017.

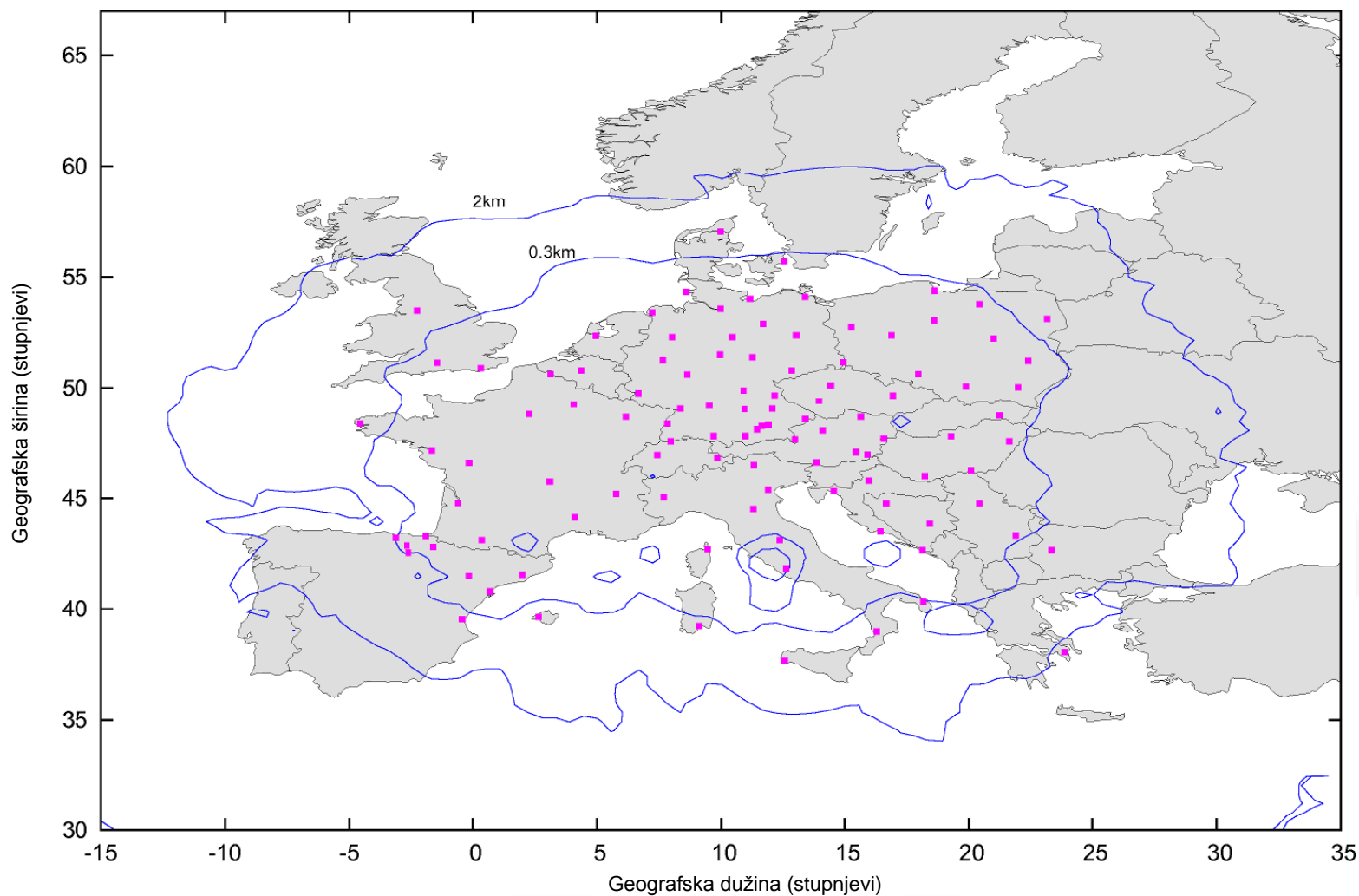


Gustoća udara munja u RH 2013.-2017.

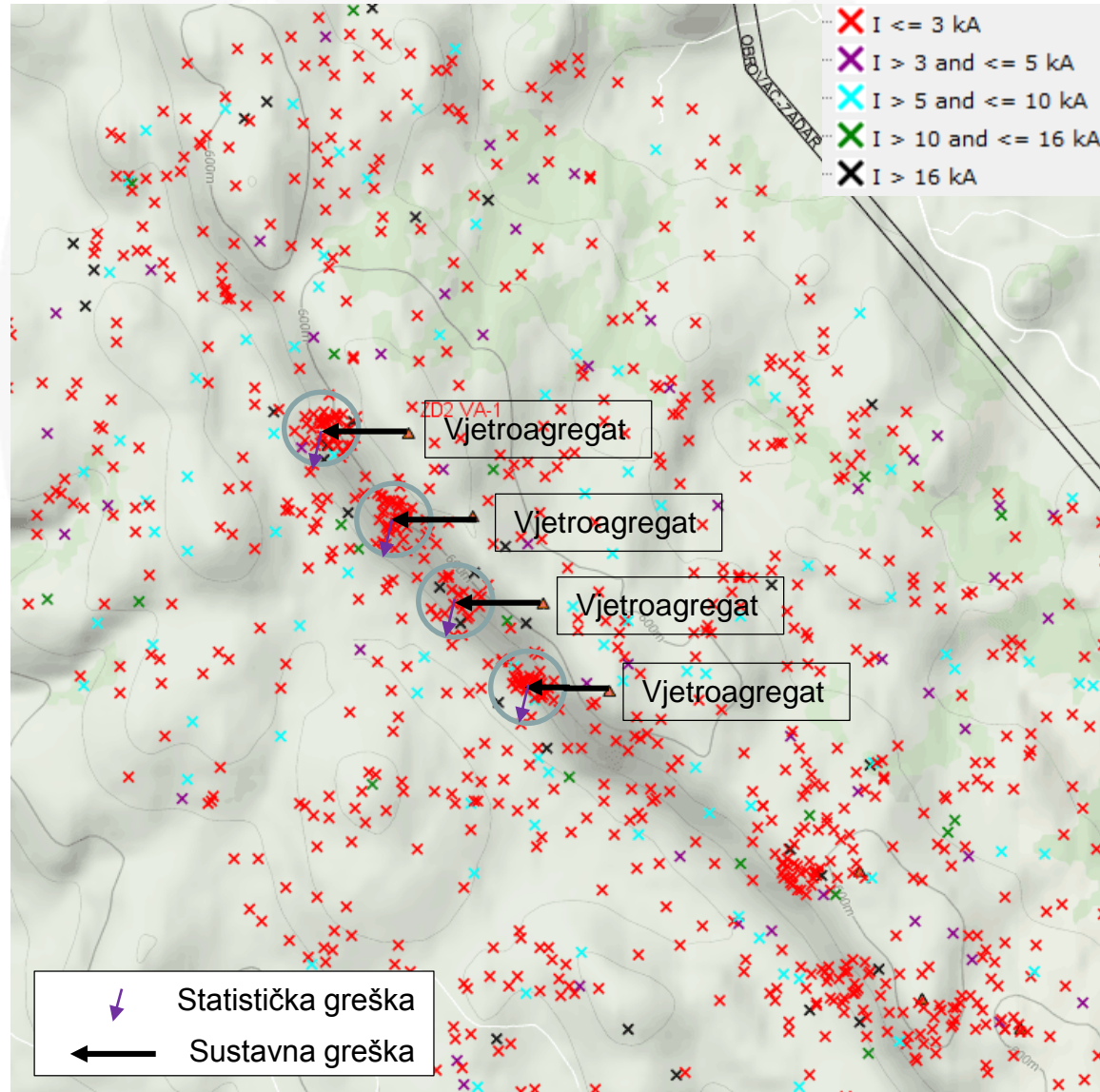


Točnost lociranja

- Engl. location accuracy, LA
- Kalibracija za udare u zemlju (95% uzoraka)

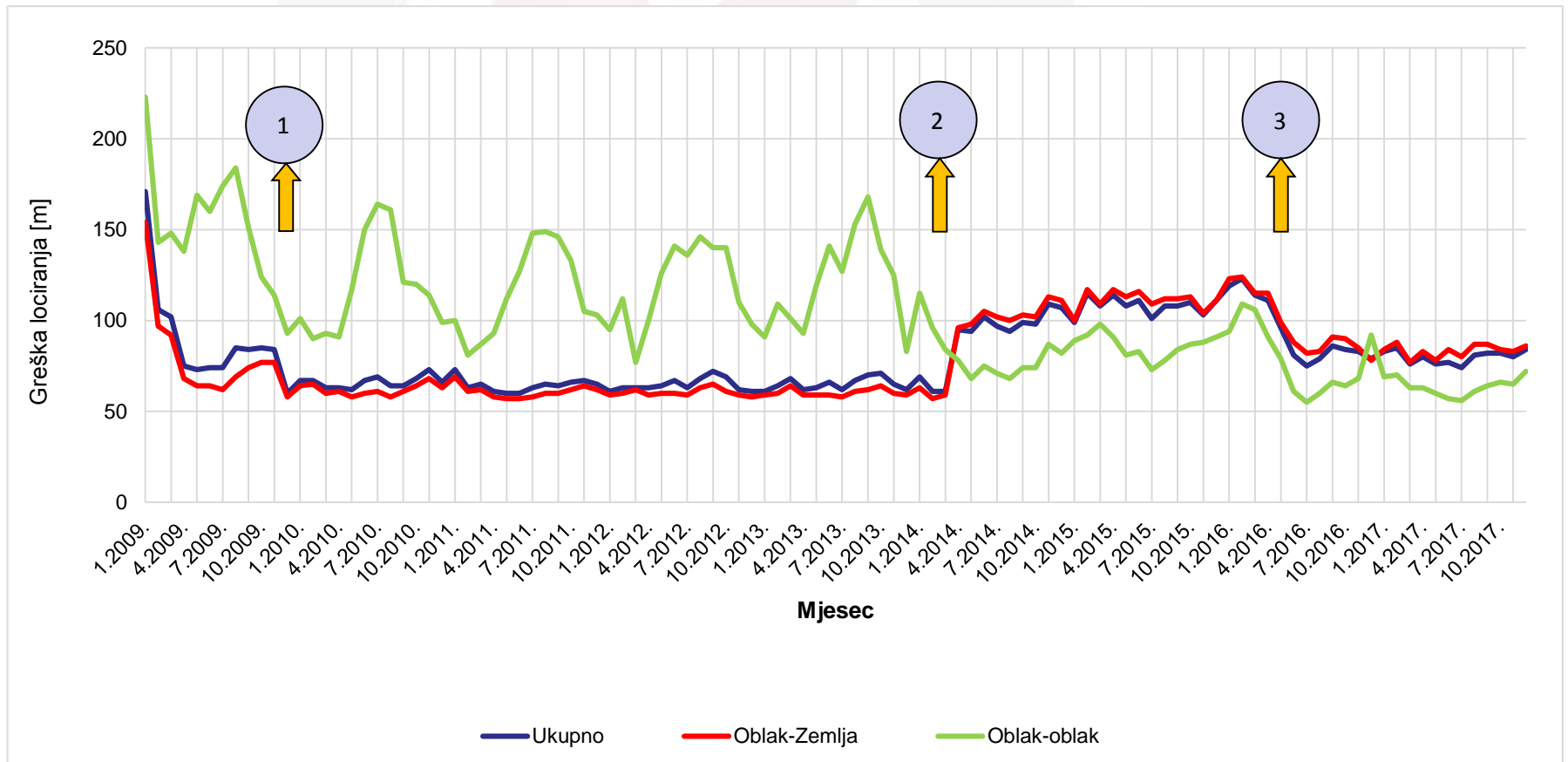


Točnost lociranja sustava

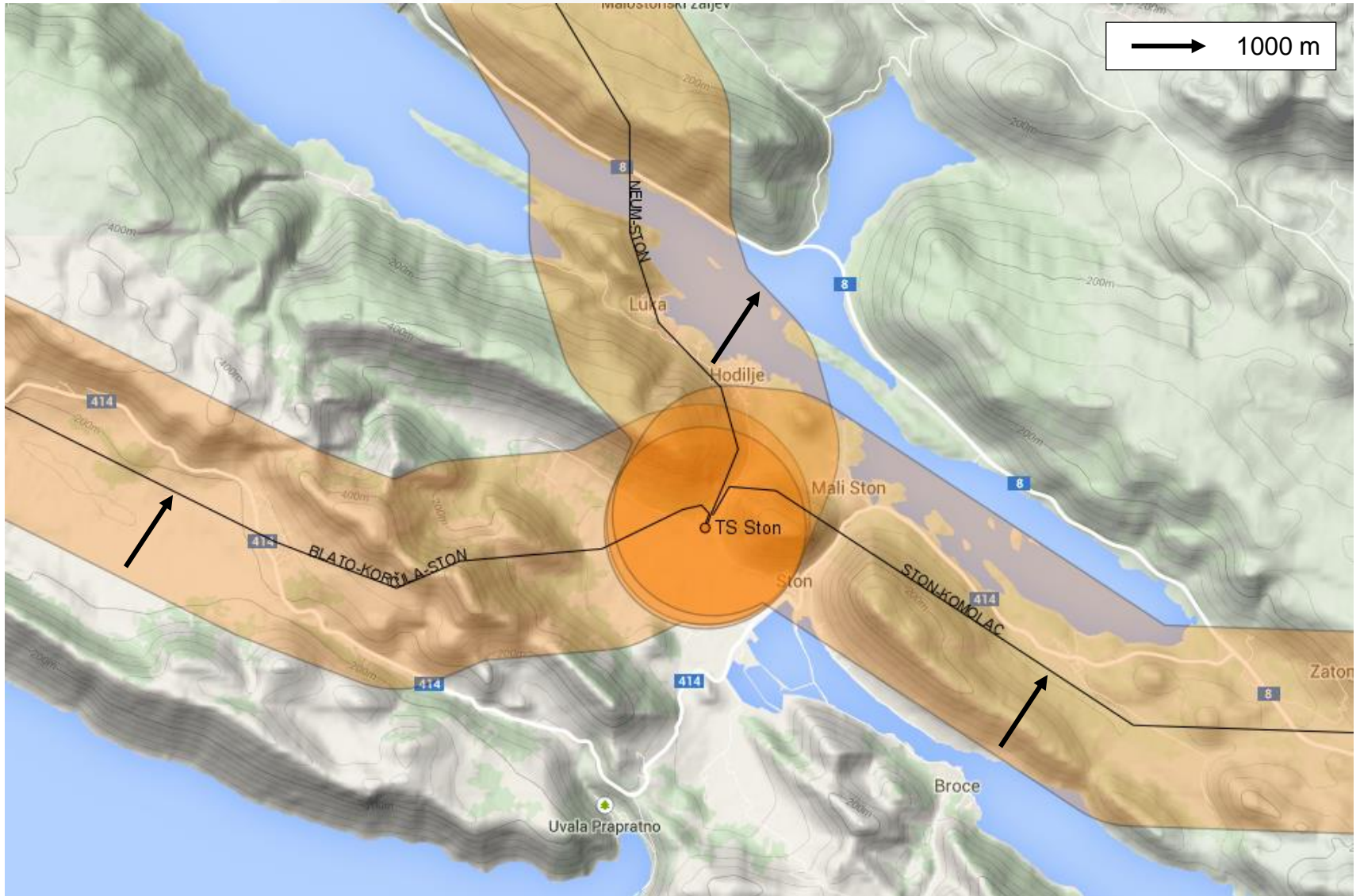


Srednja greška lociranja 2009. – 2017.

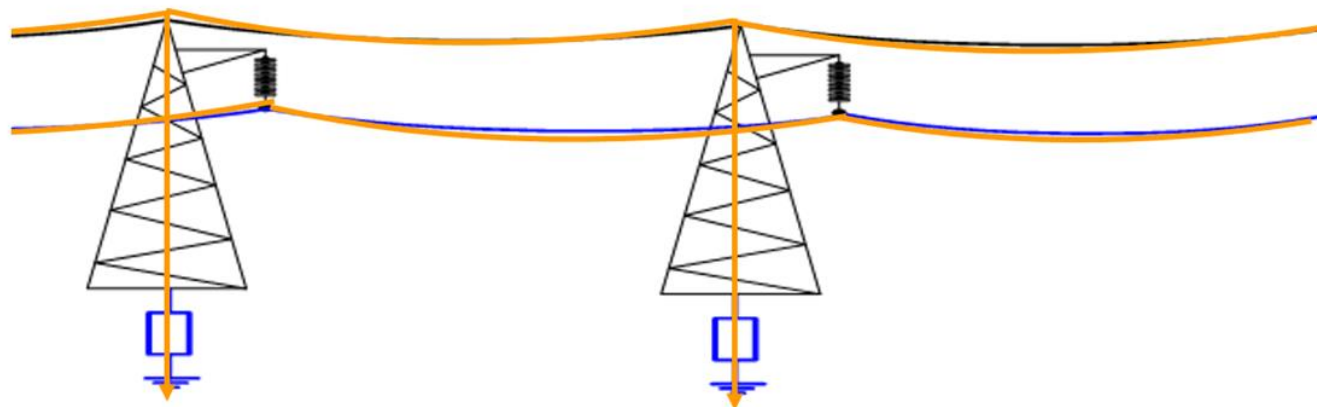
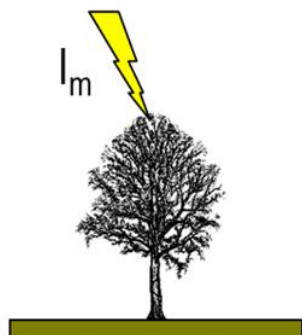
- Parametar greške lociranja se mijenja tokom rada sustava



Točnost lociranja sustava



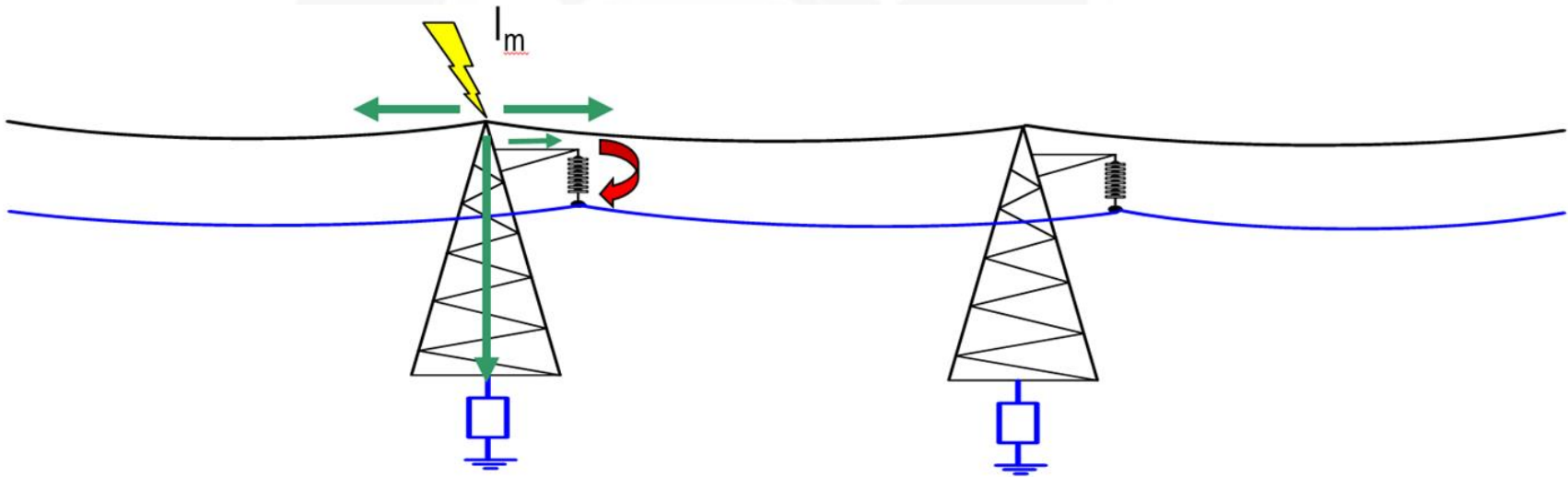
Bliski udar uz pojavu induciranog prenapona



Nazivni napon [kV]	Izolacijska razina na atmosferske impulse
123	450
	550
145	450
	550
	650
170	550
	650
	750
245	650
	750
	850
	950
	1050

Nazivni napon [kV]	Izolacijska razina na atmosferske impulse
362	950
	1050
	1175
420	1050
	1175
	1300
	1425
	1550
525	1175
	1300
	1425
	1550
	1675
765	1675
	1800
	1950
	2100
	2100

Udar u dalekovodni stup ili zaštitno uže



$$U_s = \frac{i_m}{\frac{1}{R_s} + \frac{2}{Z} + \frac{1}{Z_0}}$$

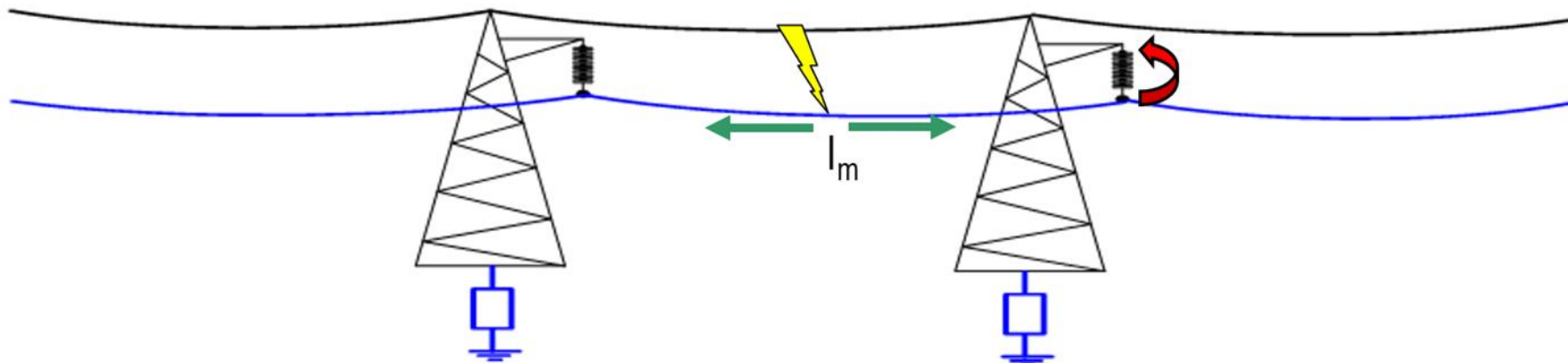
i_m – struja munje u kA

R_s – otpor uzemljenja stupa u Ω

Z – valni otpor zaštitnog užeta

Z_0 – valni otpor kanala munje

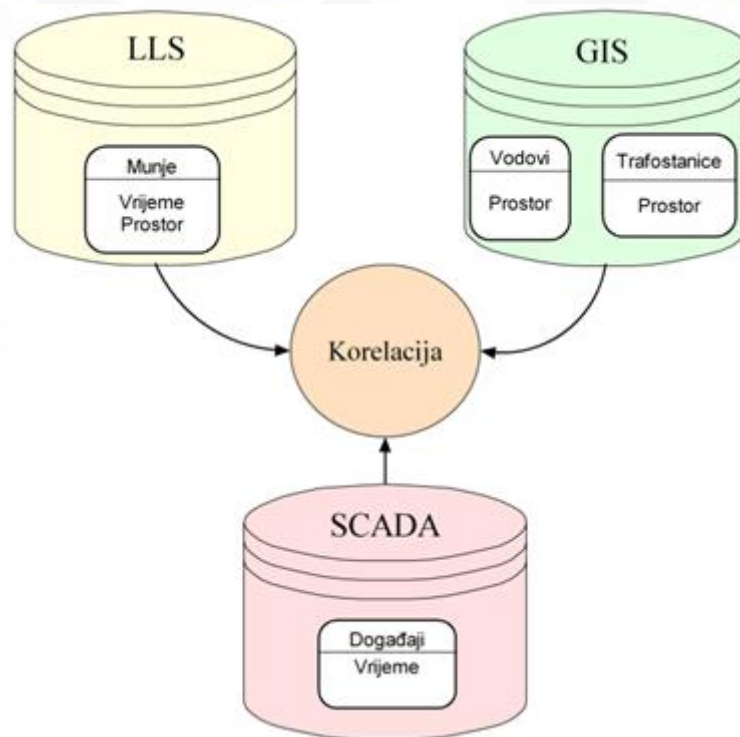
Direktni udar u fazni vodič



Nazivni napon (kV)	Kritična struja i_k (kA)	Vjerojatnost preskoka %
225	5 ili 6	95 %
400	8 ili 9	87 %
750	18 ili 20	62 %
1.000	25 ili 30	48 %
1.300	35 ili 40	35 %

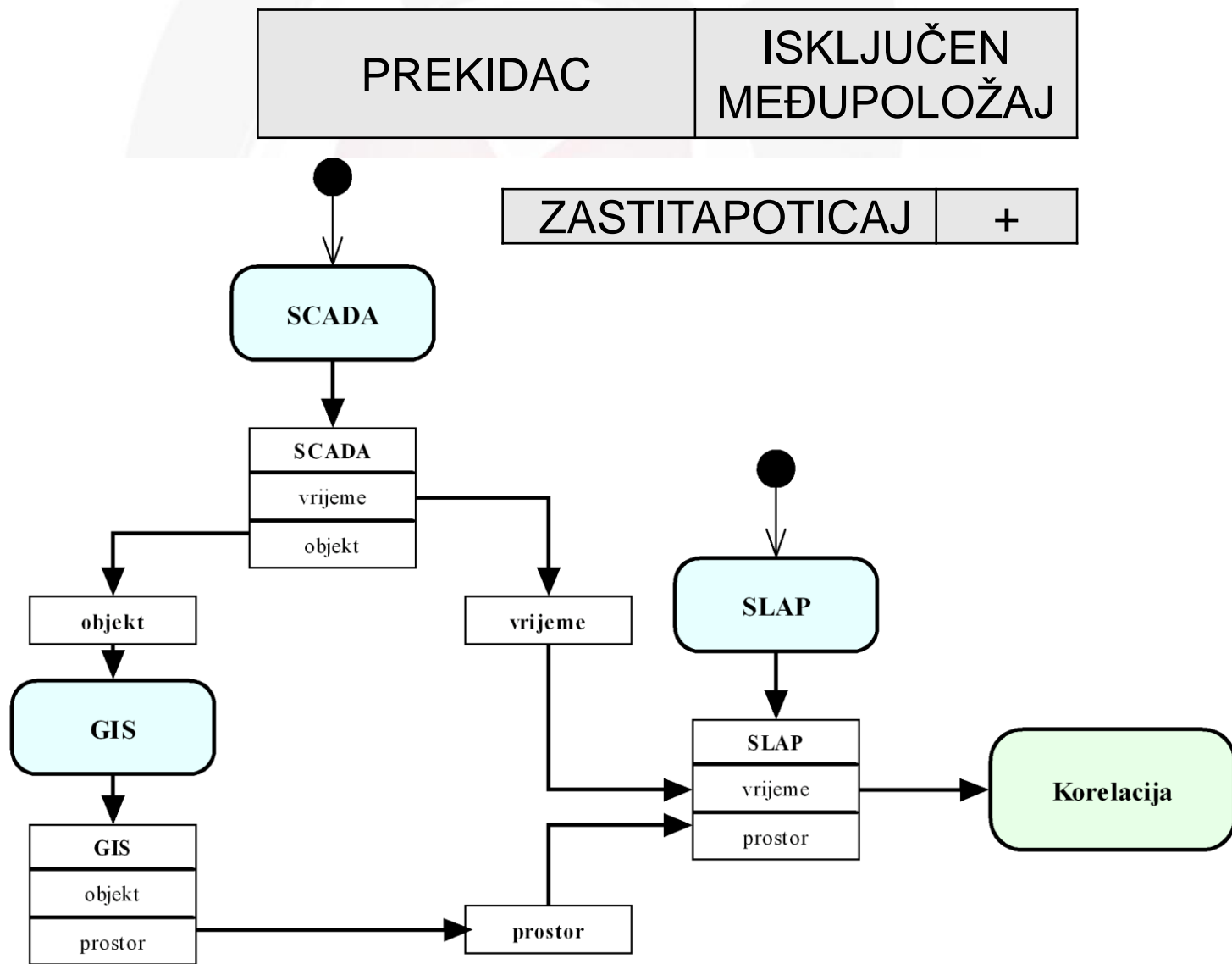
Korelacija isklopa prekidača i munja

- Prijenosni vodovi 110 kV, 220 kV, 400 kV
- Tri glavna izvora podataka za korelaciju:
 1. Sustav za lociranje atmosferskih pražnjenja (SLAP)
 2. Sustav za nadziranje upravljanja i prikupljanje podataka (eng. Supervisory Control and Data Acquisition – SCADA)
 3. Geografski informacijski sustav (GIS)



Korelacija kvara s udarom munje

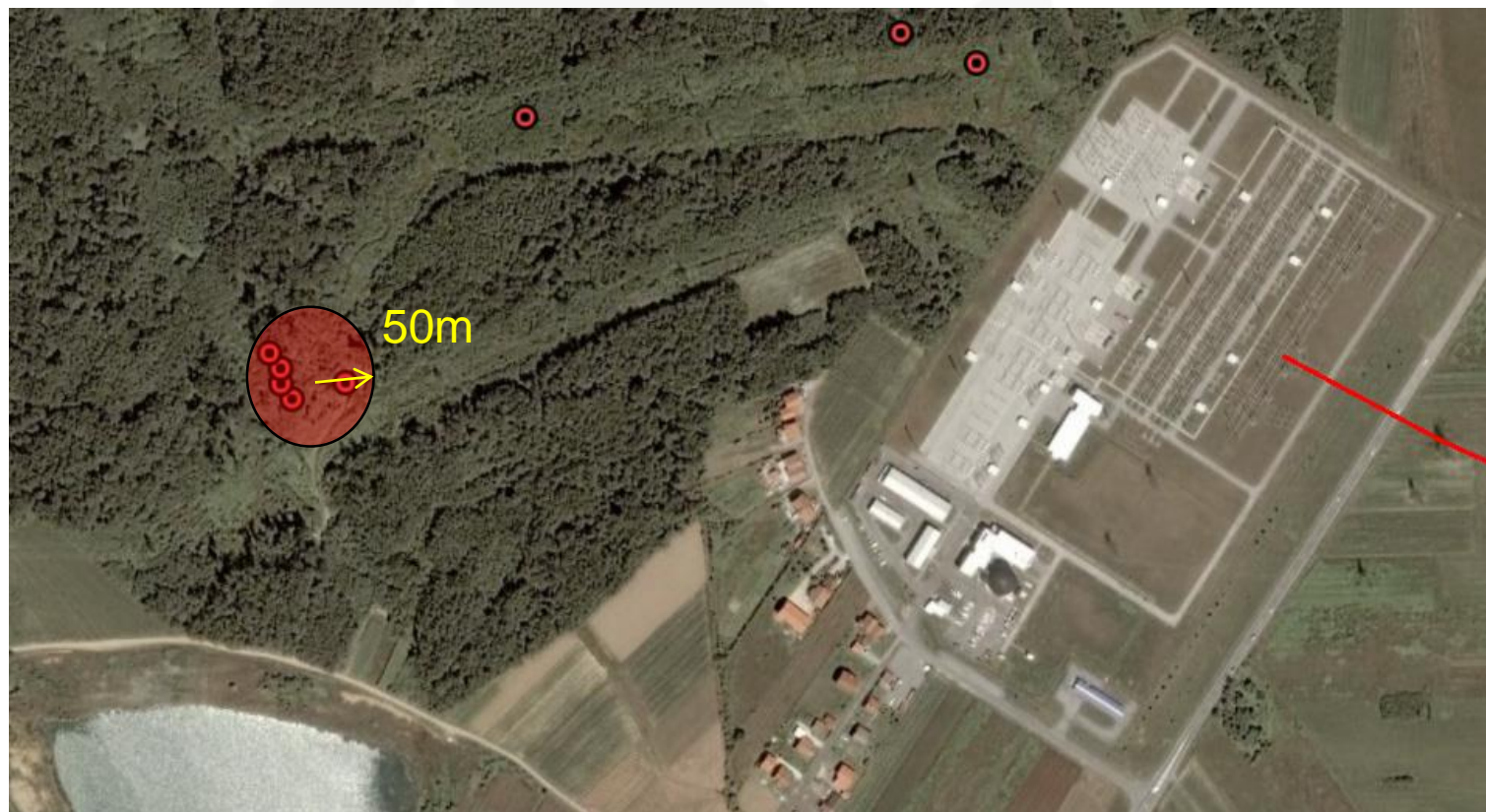
SCADA signali koji se koriste za koreliranje s udarima munja



Komponente korelacijske metode

- Algoritam za određivanje višestrukosti atm. pražnjenja
 - Grupiranje atm. pražnjenja u višestruke udare munja
- GIS alati i metode u procesu prostorne korelacije
 - Indeksiranje prostornih objekata
 - Kompenzacija greške lociranja SLAP-a
- Praćenje događaja u elektroenergetskom sustavu
 - Smetnje, kvarovi, rad sklopne opreme, prorada zaštite, itd.
- Praćenje promjena u topologiji mreže
- Vremenska korelacija događaja u mreži s atm. pražnjenjima

Višestruki udari u blizini TS Žerjavinec



Tip	GPS lokacija udara		Vrijeme		Struja (kA)	Greška (m)	
OZ	16.1549	45.8761	30.6.2009	20:59:39.730	4224	-6.1	90
OZ	16.1547	45.8764	30.6.2009	20:59:39.919	1069	-9.4	60
OZ	16.1554	45.8762	30.6.2009	20:59:40.012	20872	-5.2	50
OZ	16.1548	45.8762	30.6.2009	20:59:40.045	4438	-8.5	50
OZ	16.1548	45.8763	30.6.2009	20:59:40.076	9892	-14.9	30

$\Delta t \approx 35\text{ms}$

Algoritam za grupiranje atm. pražnjenja

- Odabrani kriteriji za grupiranje:
 - $\Delta t = 200$ ms,
 - $\Delta l = 2000$ m,
 - $t_{flashmax} = 2000$ ms,
 - $la = 200$ m,
 - $lp =$ oba polariteta,
 - $lt =$ oba tipa.
- Faktor višestrukosti za Hrvatsku:

$$FMF = 1,61$$

Višestrukost atm. pražnjenja za Hrv.



Atmosferskih pražnjenja	2.736.789
Udara munje	1.652.840
Uzastopnih udara	1.083.949
Jednostrukih udara munje	1.151.452
Udio jednostrukih udara munje	69,67 %
Višestrukih udara munje	501.388
Prosječna višestrukost	1,66
Najveća višestrukost	44

Prostorna korelacija

- Za svako atm. pražnjenje u blizini dalekovoda



Udari munja u 400 kV vodove u 2018. godini

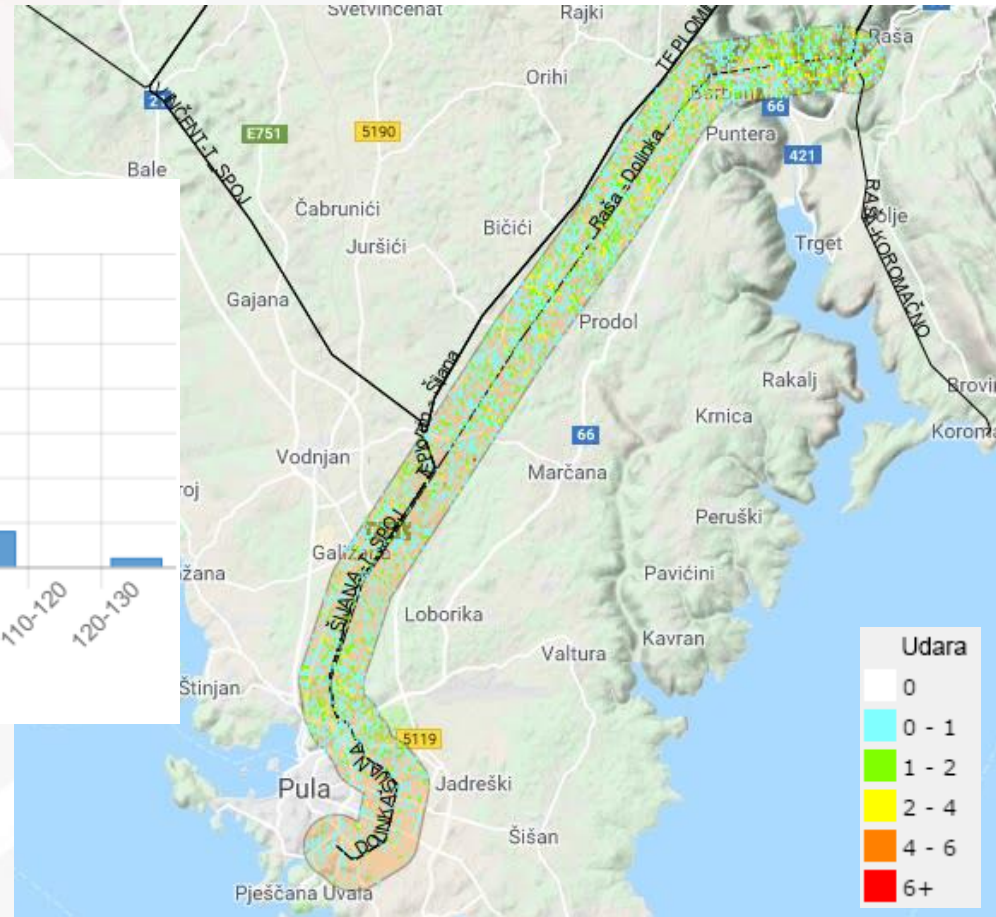


Identifikator	Naziv	Duljina [km]	Površina [km ²]	Broj udara	Gustoća [udar/km ²]	Udara / 100 km	Br. grmlj. dana
DV 408-ZG/OS	Ernestinovo - Žerjavinec	230,742	464,019	20794	44,81	9011,779	92
DV 409-OS/SR	Ernestinovo - Sremska Mitrovica 2	94,18	191,354	13643	71,3	14486,017	64
DV 410-OS/BA	Ernestinovo - Ugljevik	98,346	199,618	9353	46,85	9510,311	72
DV 411-ST/BA	Konjsko - Mostar 4	113,086	229,167	8440	36,83	7463,367	102
DV 413/1-ZG/SI	Tumbri - NE Krško (1)	48,168	99,267	5146	51,84	10683,392	41
DV 413/2-ZG/SI	Tumbri - NE Krško (2)	48,168	99,267	5146	51,84	10683,392	41
DV 418-RI/SI	Melina - Divača	66,493	135,869	6537	48,11	9831,093	78
DV 419-ST	Konjsko - RHE Velebit	100,362	203,532	11341	55,72	11300,129	89
DV 429-OS/HU	Ernestinovo - Pecs (1)	86,005	174,283	9855	56,55	11458,612	52
DV 434-RI/ST	Melina - RHE Velebit	179,747	362,063	14003	38,68	7790,413	85
DV 456-RI/ZG	Melina - Tumbri	127,3	257,084	8908	34,65	6997,668	81
DV 461-OS/HU	Ernestinovo - Pecs (2)	86,007	174,291	9855	56,54	11458,423	52
DV 475-ZG/HU	Žerjavinec - Heviz (2)	168,204	338,555	13681	40,41	8133,561	71
DV 477-ZG	Žerjavinec - Tumbri	61,176	124,65	4524	36,29	7395,007	51
DV 499-ZG/HU	Žerjavinec - Heviz (1)	168,241	338,676	13693	40,43	8138,94	71

6 isklopa prekidača u 400 kV mreži usred udara munje

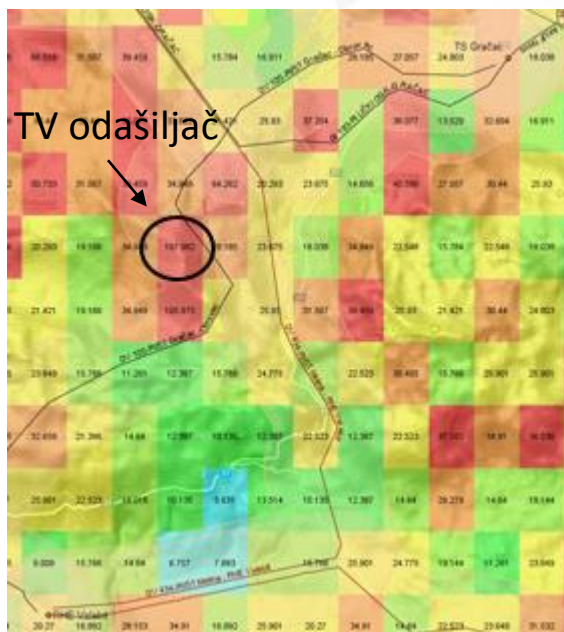
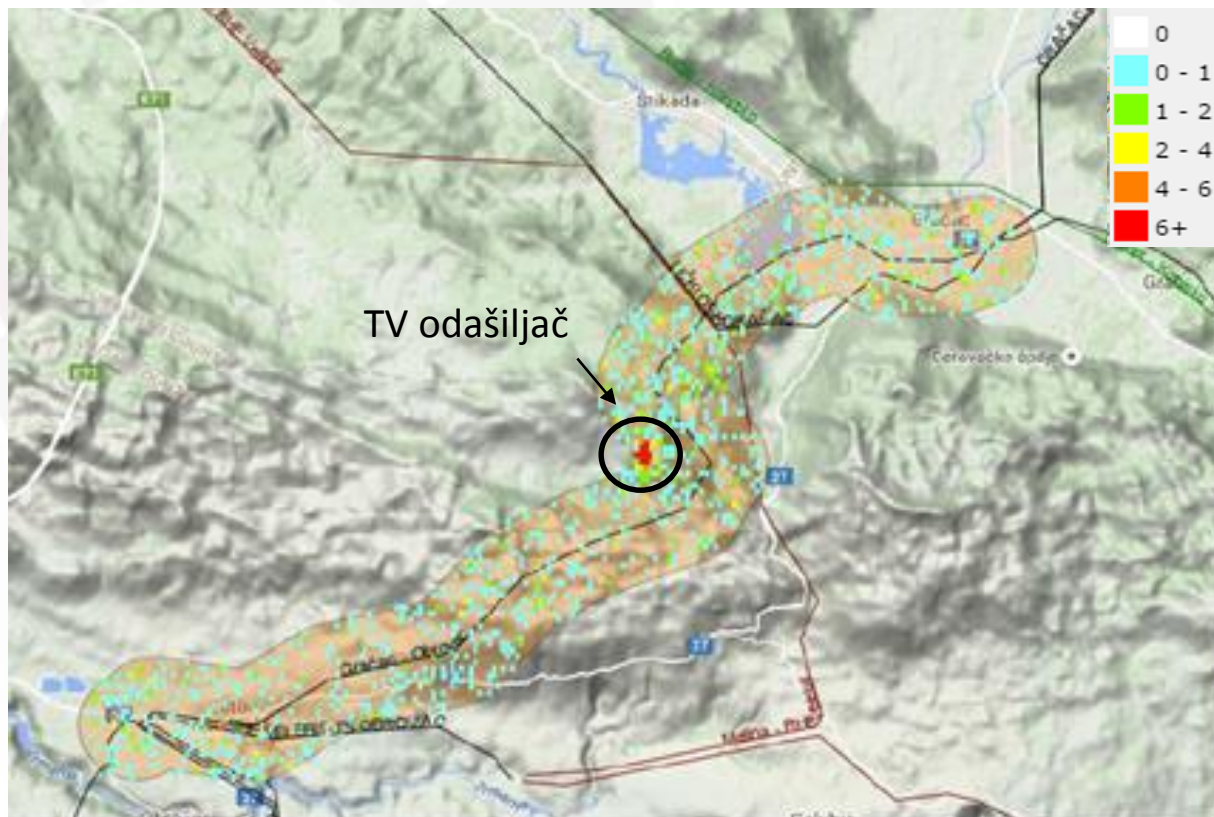
Određivanje kritičnih segmenata vodova po izloženosti udarima munja

- DV 102-RI Raša – Dolinka
 - velik broj segmenata trase s visokom gustoćom udara



Kritični segmenti trase dalekovoda

- Utjecaj drugih objekata na gustoću udara munja



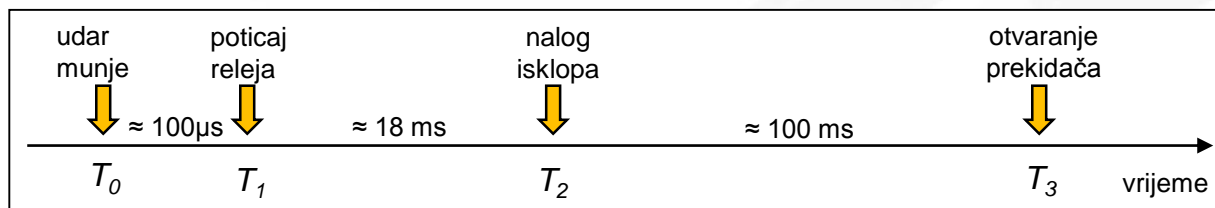
Gustoća udara područja 10 – 30 (udara * km⁻² * god⁻¹)

Na području odašiljača – 167 (udara * km⁻² * god⁻¹) 31

Djelovanje zaštite pri isklopu prekidača uslijed udara munje



R.Br.	Događaj	Radnja	Vrijeme
1.	Udar munje	Širenje smetnje od mjesta udara do sekundarne opreme u vodnom polju	$T_0 \approx 100 \mu\text{s}$
2.	Poticaj releja	Izvođenje funkcija releja (nadstrujna, zemni spoj, i dr.)	$T_1 = T_0 + \approx 100 \mu\text{s} \approx 18 \text{ ms}$
3.	Slanje naloga isklopa	Prekidač prima nalog isklopa i vrši isklop	$T_2 = T_1 + \approx 18 \text{ ms} \approx 100 \text{ ms}$
4.	Prekidač isključen		$T_3 = T_2 + 100 \text{ ms}$



Signali isklopa prekidača s obzirom na uzrok

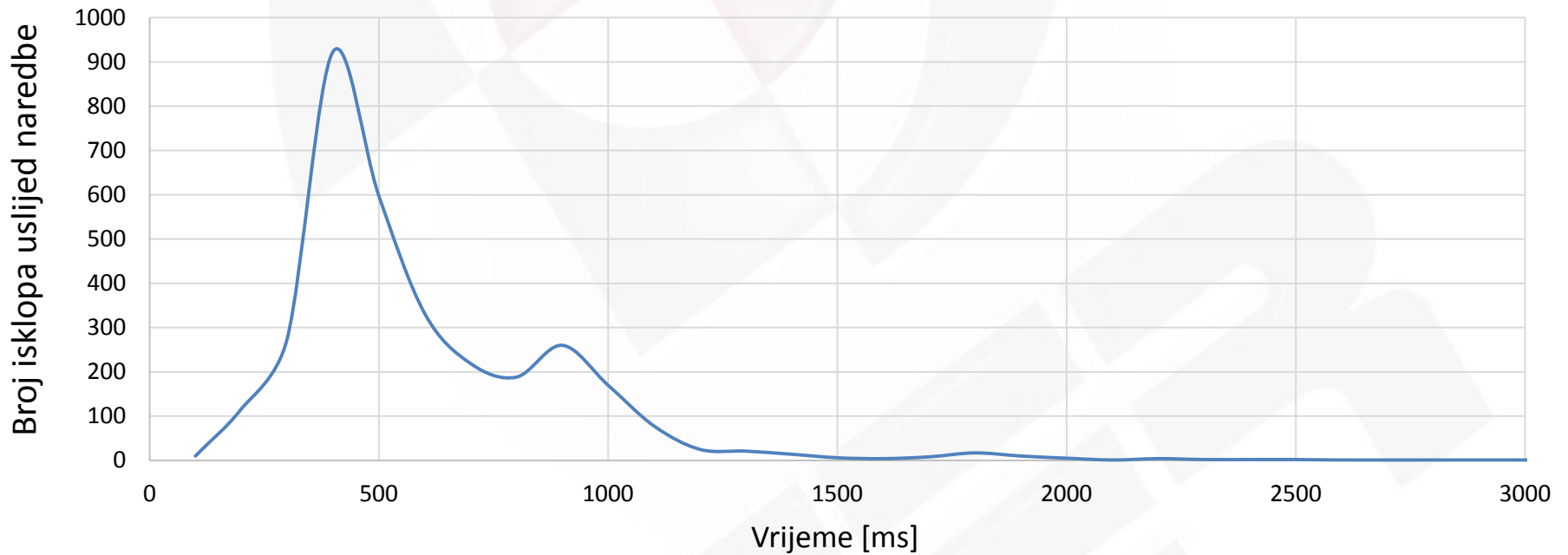


Naredbe isklopa	Broj	Isklopi	Broj	Međupoložaji	Broj
ISKLUJČEN -Naredba SYNCH	3401	ISKLUJČEN	8741	MEĐUPOLOŽAJ	1113
ISKLUJČEN -Naredba MMT	12	ISKLUJČEN B	302	MEĐUPOLOŽAJ B	42
ISKLUJČEN -Naredba HDU	9	ISKLUJČEN M SYNCH	30	MEĐUPOLOŽAJ M SYNCH	1
ISKLUJČEN -Naredba MPA	5		9073		1156
ISKLUJČEN -Naredba VCE	3				
ISKLUJČEN -Naredba KZU	1				
	3431				

Analiza isklopa prekidača uslijed naredbe isklopa



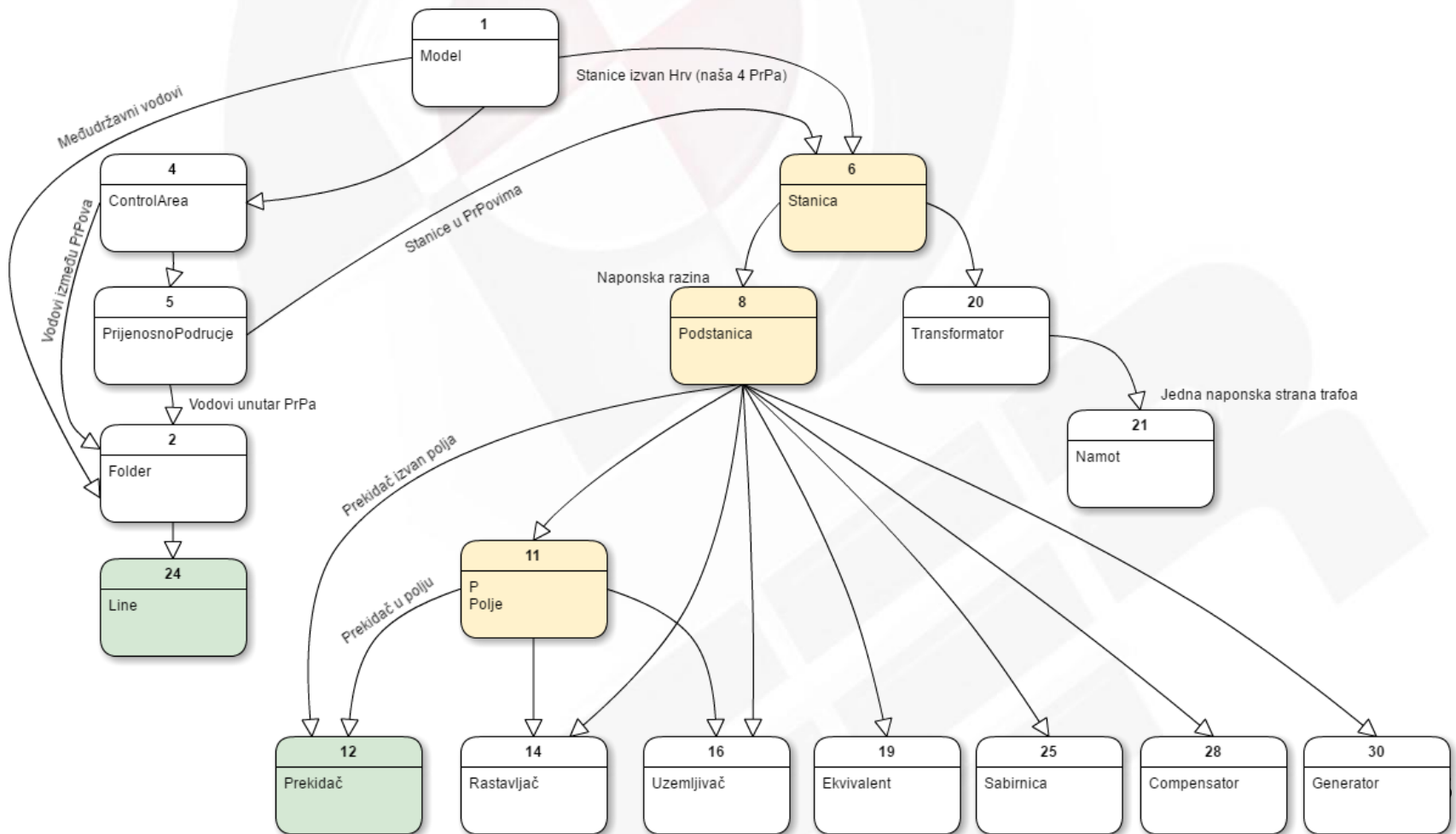
Distribucija vremenske razlike između naredbe isklopa prekidača i
odrađene sklopne manipulacije



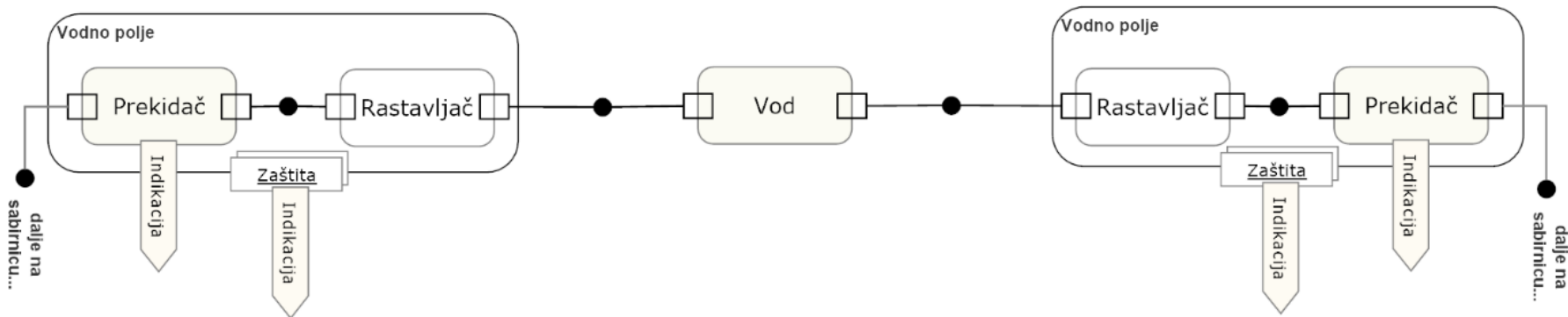
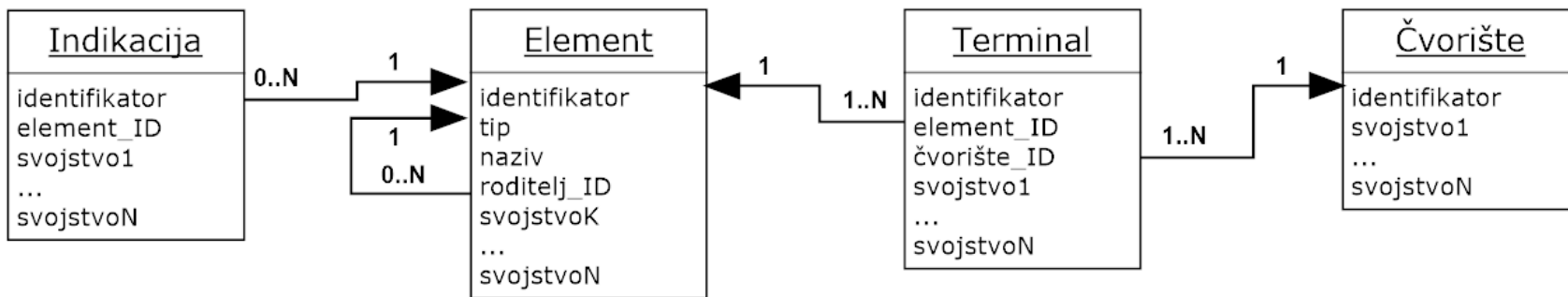
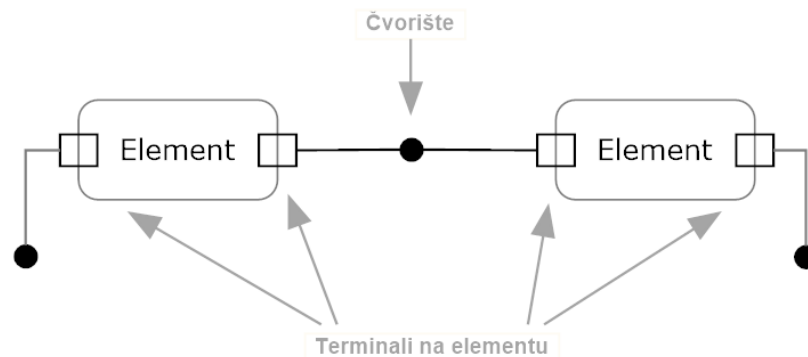
Praćenje topologije mreže

- Relacije:

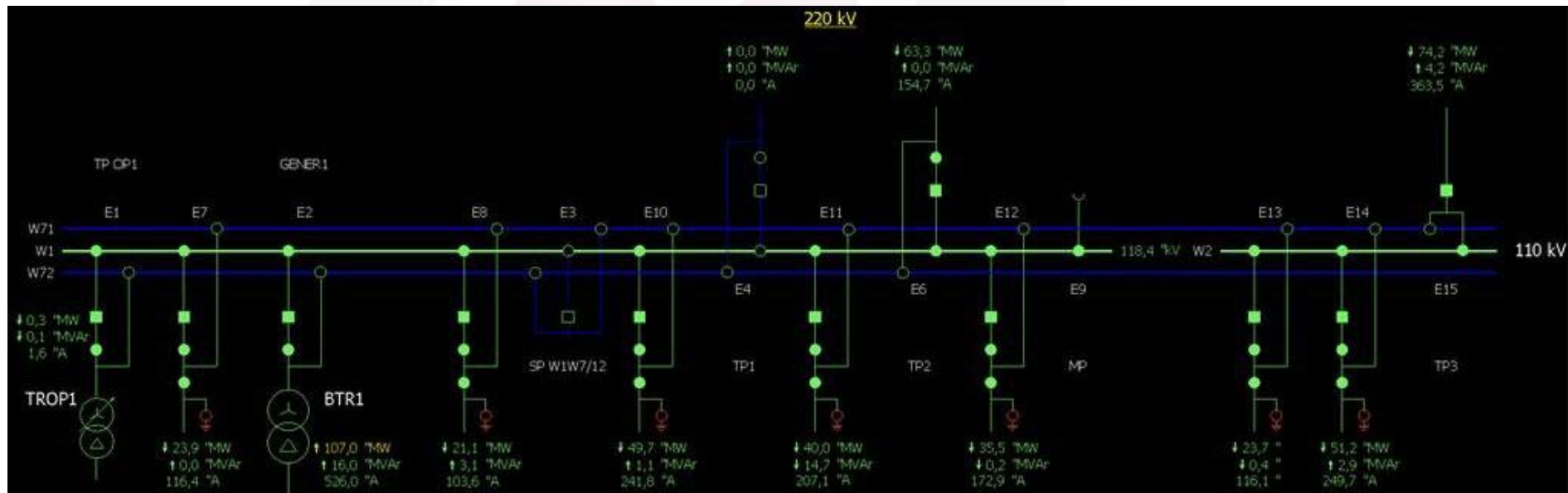
indikacija – prekidač – relej – vodno polje – vod



Model elemenata EES-a u SLAP-u



Primjer sheme na stvarnoj mreži



Ulazni podaci u korelator o događajima u mreži

- KRD lista SCADA sustava

- Velika količina podataka -> filtrirati samo potrebne podatke

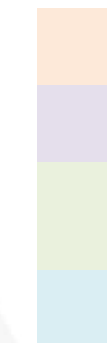
SYSTIME	MSEC	RECNO	TEXT
06.02.2013 19:01:17	963	123805	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST ISKLOP+
06.02.2013 19:01:17	963	123809	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DEF ISKLOP+
06.02.2013 19:01:17	963	123812	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST 1ST 3POL ISKLOP+
06.02.2013 19:01:17	963	123813	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA OPĆI POT +
06.02.2013 19:01:17	963	123816	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST NAPRIJED POT +
06.02.2013 19:01:17	963	123817	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA OPĆI ISKLOP+
06.02.2013 19:01:17	963	123818	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST POT +
06.02.2013 19:01:17	963	123808	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST FAZA L123 ISKLOP+
06.02.2013 19:01:17	966	123819	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA NADSTR I> POT +
06.02.2013 19:01:17	981	123822	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA ZEMSP POT +
06.02.2013 19:01:18	1	123825	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA ZEMSP POT -
06.02.2013 19:01:18	6	123852	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ ELS DIST DEF ISKLOP+
06.02.2013 19:01:18	31	123849	KOMOLAC 110 TREBINJE PREKIDAČ Q0 S ISKLJUČEN
06.02.2013 19:01:18	33	123850	KOMOLAC 110 TREBINJE PREKIDAČ Q0 ISKLJUČEN
06.02.2013 19:01:18	35	123826	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST NAPRIJED POT -
06.02.2013 19:01:18	35	123829	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST POT -
06.02.2013 19:01:18	45	123830	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA NADSTR I> POT -
06.02.2013 19:01:18	45	123833	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA OPĆI POT -
06.02.2013 19:01:18	160	123835	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST FAZA L123 ISKLOP-
06.02.2013 19:01:18	161	123839	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST ISKLOP-
06.02.2013 19:01:18	161	123840	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DIST 1ST 3POL ISKLOP-
06.02.2013 19:01:18	161	123845	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA OPĆI ISKLOP-
06.02.2013 19:01:18	181	123853	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ ELS DIST DEF ISKLOP-
06.02.2013 19:01:18	460	123846	KOMOLAC 110 TREBINJE ZAŠ 7SA DEF ISKLOP-

Nalog isklopa

Poticaj releja

Prestanak
alarma

Isklop prekidača



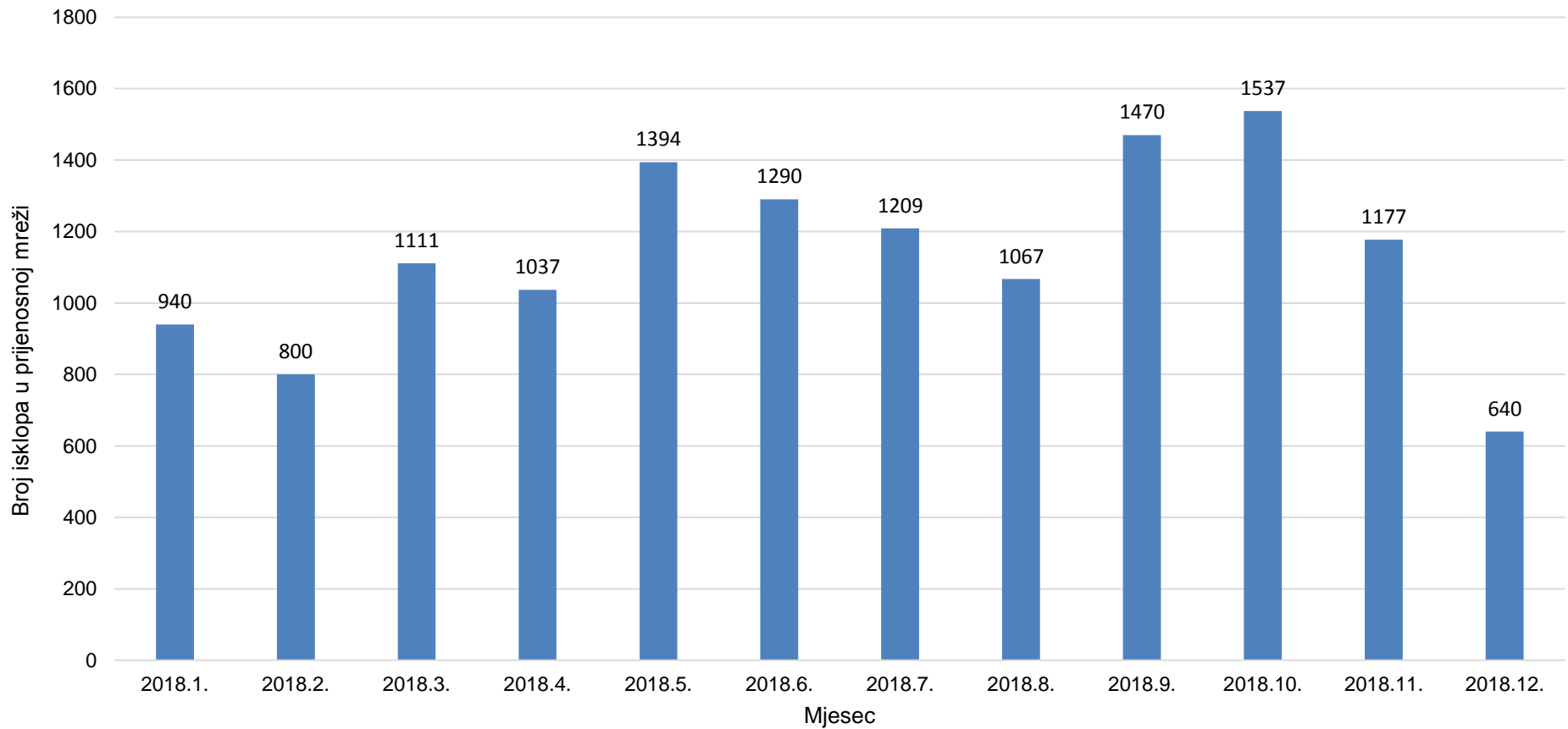
Parametri vremenske korelacije

Svojstvo	Vrijednost
<i>Točnost prostorne korelacije</i>	< 1000 metara
<i>Vremenska preciznost SLAP-a</i>	< 1 ms
<i>Vremenska preciznost signala SCADA sustava</i>	pretpostavka 1 ms (za cijeli sustav)
Signali iz SCADA sustava	lista događaja
Relacije vod – vodno polje	mrežna shema
Preuzimanje događaja iz SCADA sustava	svakih 60 sekundi (ovisi o izvedbi)
<i>Δt (munja – poticaj releja)</i>	1 sek (1000 ms) za sva vodna polja
<i>Δt (poticaj releja – isklop prekidača)</i>	2 sek (2000 ms) za sva vodna polja

Isklopi prekidača u mreži dobiveni iz SCADA sustava



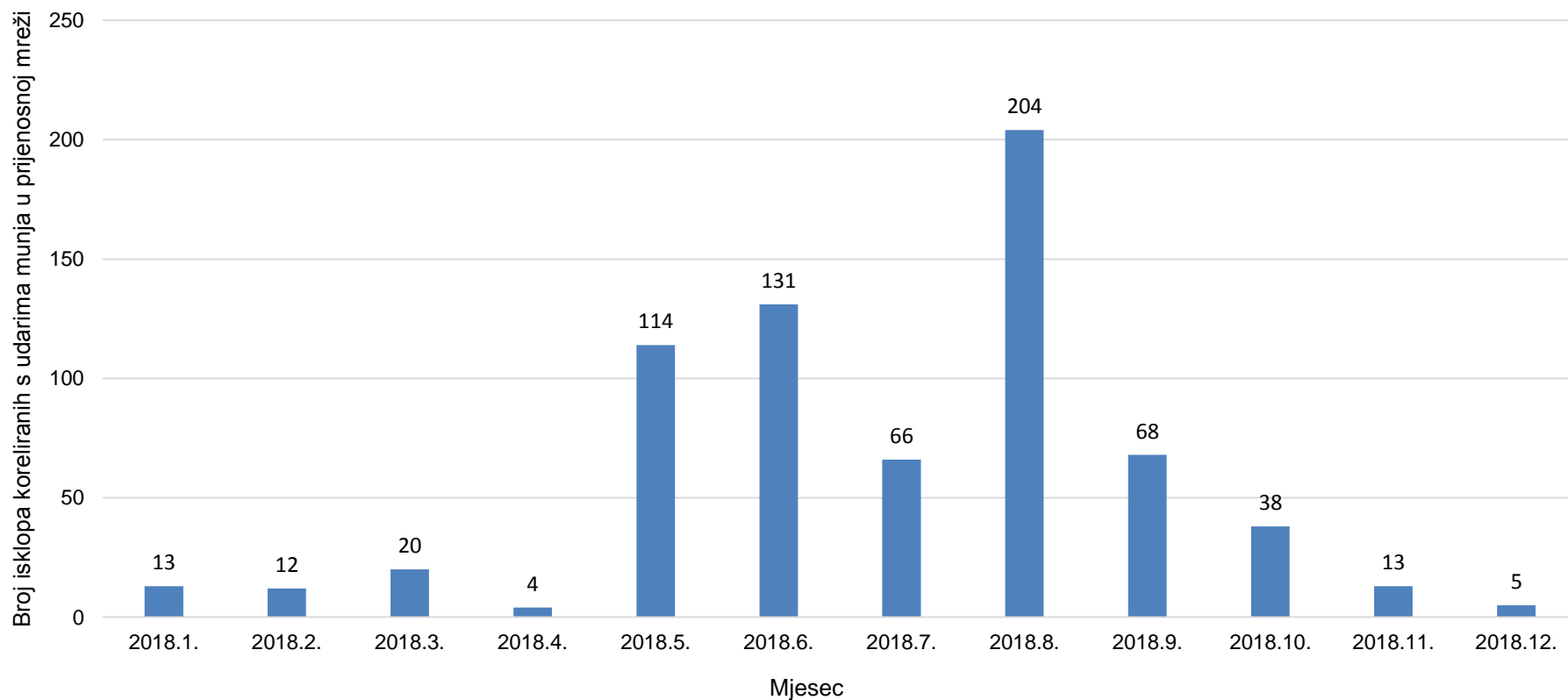
Isklopi prekidača u prijenosnoj mreži u 2018. godini



Korelacija udara munja s proradom relejne zaštite

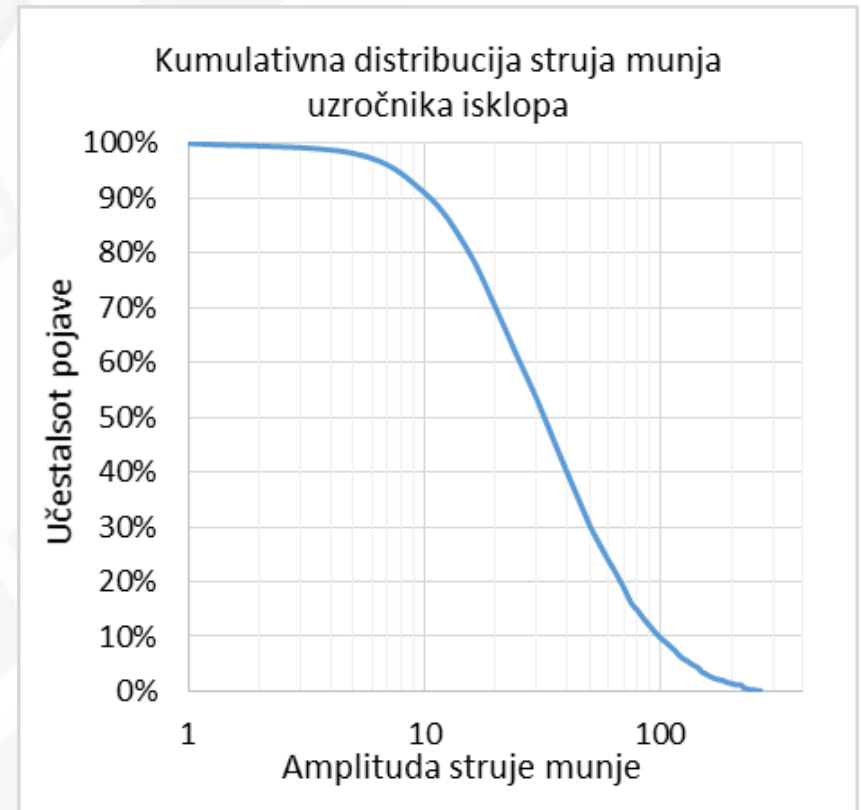


Isklopi prekidača korelirani s udarima munja u prijenosnoj mreži u 2018. godini

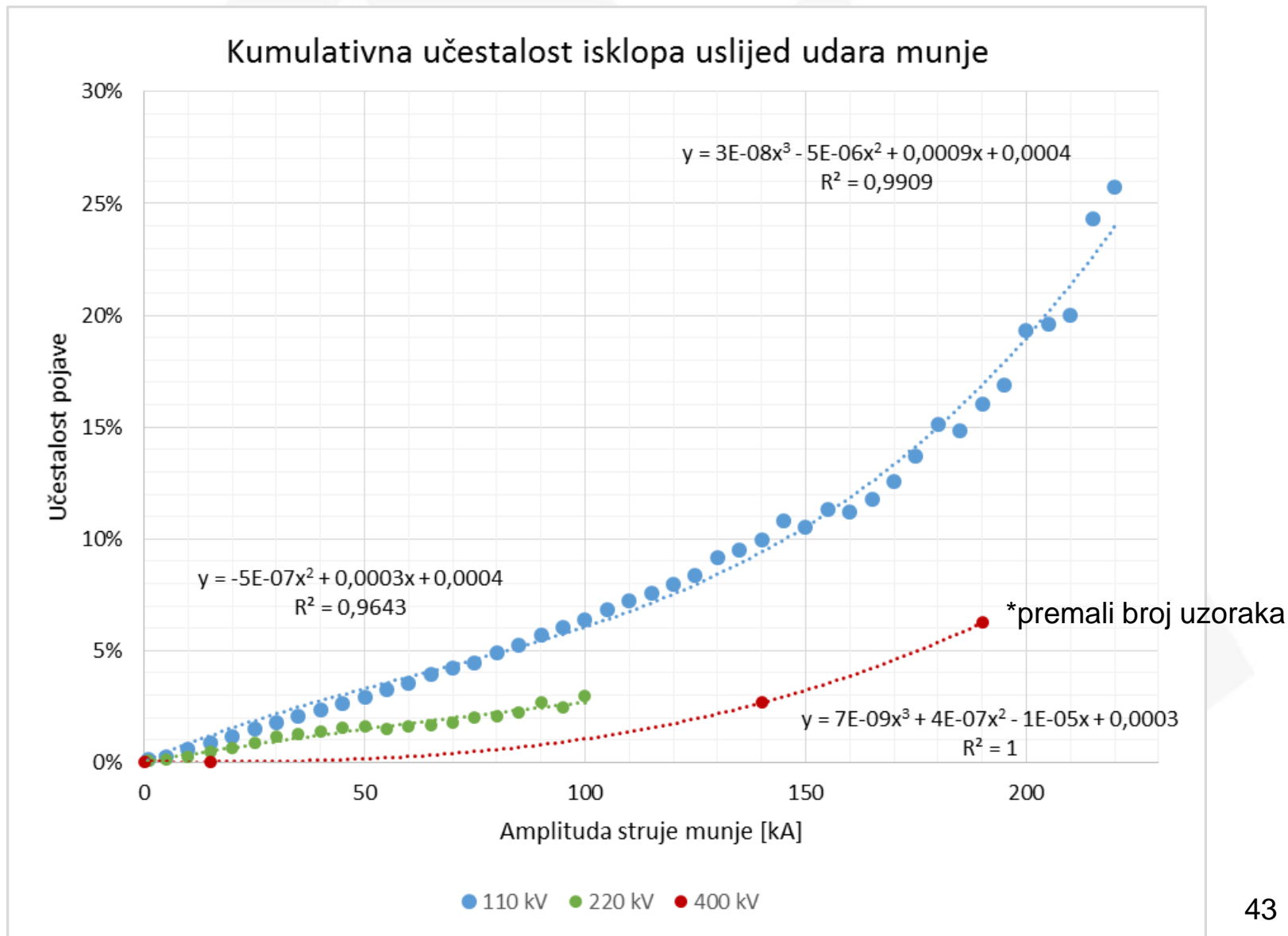


Struje munja korelirane s isklopima prekidača

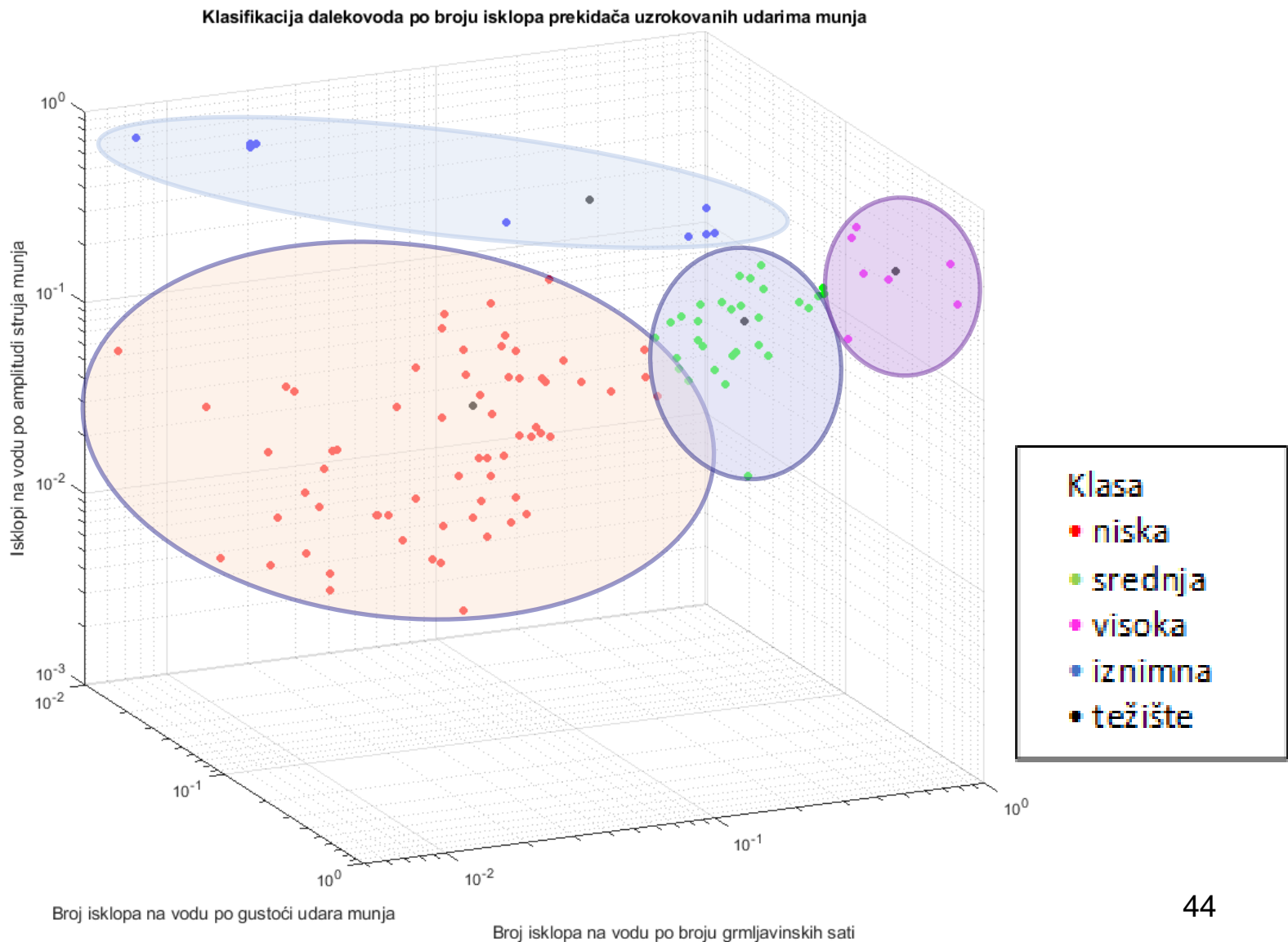
- Velik broj atm. pražnjenja malih amplituda u trasama dalekovoda
- Vrlo mali broj atm. pražnjenja malih amplituda uzrokuju isklope



Učestalost isklopa pri pojavi struje munje



Klase dalekovoda po isklopima uslijed munja



Lista isklopa koreliranih s udarima munja



Identifikator	Naziv voda	Vodno polje	Napon [kV]	Vrijeme isklopa [UTC]	Vrijeme munje [UTC]	Vremenska razlika [s]	Struja [kA]	Tip	Pol	Kilometraža [km]	GPS koordinate [Lon Lat]
DV 102-ST	Biograd - Zadar	BIOGRAD 110 ZADAR	110	10.01.2018. 00:47:18.104	10.01.2018. 00:47:17.678 10.01.2018. 00:47:18.028	0.426 0.076	3.3 -48.9	OZ OZ	+ -	13.237 6.320	15.3855 44.0412 15.3065 44.0573
DV 102-ST	Biograd - Zadar	ZADAR 110 BIOGRAD	110	10.01.2018. 00:47:18.690	10.01.2018. 00:47:17.678 10.01.2018. 00:47:18.028	1.012 0.662	3.3 -48.9	OZ OZ	+ -	13.237 6.320	15.3855 44.0412 15.3065 44.0573
DV 270-RI/ST	Brinje - Konjsko	BRINJE 220 KONJSKO	220	10.01.2018. 03:08:45.843	10.01.2018. 03:08:45.697 10.01.2018. 03:08:45.756	0.146 0.087	-2.8 77.7	OZ OZ	- +	90.907 93.134	16.0176 44.2746 15.9875 44.2701
DV 270-RI/ST	Brinje - Konjsko	KONJSKO 220 BRINJE	220	10.01.2018. 03:08:45.869	10.01.2018. 03:08:45.697 10.01.2018. 03:08:45.756	0.172 0.113	-2.8 77.7	OZ OZ	- +	90.907 93.134	16.0176 44.2746 15.9875 44.2701
DV 124-ST	JELINAK-GLUNČA	VE JEL 110 VE GLUN	110	10.01.2018. 04:17:18.486	10.01.2018. 04:17:18.410 10.01.2018. 04:17:18.475	0.076 0.011	2.6 -2.8	OZ OZ	+ -	0.000 1.833	16.1999 43.5536 16.2085 43.5754
DV 124-ST	JELINAK-GLUNČA	VE JEL 110 VE GLUN	110	10.01.2018. 04:17:18.487	10.01.2018. 04:17:18.410 10.01.2018. 04:17:18.475 10.01.2018. 04:17:18.481	0.077 0.012 0.006	2.6 -2.8 -2.8	OZ OZ OZ	+ - -	0.000 1.833 1.856	16.1999 43.5536 16.2085 43.5754 16.2099 43.576
DV 124-ST	JELINAK-GLUNČA	VE JEL 110 VE GLUN	110	10.01.2018. 04:17:18.543	10.01.2018. 04:17:18.410 10.01.2018. 04:17:18.475 10.01.2018. 04:17:18.481	0.133 0.068 0.062	2.6 -2.8 -2.8	OZ OZ OZ	+ - -	0.000 1.833 1.856	16.1999 43.5536 16.2085 43.5754 16.2099 43.576
DV 161-ST	OPUZEN-PLOČE	PLOČE 110 OPUZEN	110	10.01.2018. 11:15:48.258	10.01.2018. 11:15:48.195 10.01.2018. 11:15:48.198 10.01.2018. 11:15:48.202 10.01.2018. 11:15:48.220	0.063 0.060 0.056 0.038	-21.0 2.2 201.6 9.5	OZ OZ OZ OO	- + + +	12.138 10.836 16.752 13.531	17.4844 43.0598 17.5017 43.0576 17.4405 43.0546 17.4717 43.0567
DV 161-ST	OPUZEN-PLOČE	OPUZEN 110 PLOČE	110	10.01.2018. 11:15:48.280	10.01.2018. 11:15:48.195 10.01.2018. 11:15:48.198 10.01.2018. 11:15:48.202 10.01.2018. 11:15:48.220	0.085 0.082 0.078 0.060	-21.0 2.2 201.6 9.5	OZ OZ OZ OO	- + + +	12.138 10.836 16.752 13.531	17.4844 43.0598 17.5017 43.0576 17.4405 43.0546 17.4717 43.0567
DV 147/2-ST	METERIZE-KONSKO (2)	KONJSKO 110 METERIZ/1	110	19.01.2018. 23:57:35.523	19.01.2018. 23:57:35.419 19.01.2018. 23:57:35.420	0.104 0.103	22.5 -55.3	OZ OZ	+ -	3.302 3.169	16.5227 43.574 16.519 43.574
DV 147/2-ST	METERIZE-KONSKO (2)	METERIZ 110 KONJSKO/2	110	19.01.2018. 23:57:35.787	19.01.2018. 23:57:35.419 19.01.2018. 23:57:35.420	0.368 0.367	22.5 -55.3	OZ OZ	+ -	3.302 3.169	16.5227 43.574 16.519 43.574
DV 456-RI/ZG	Melina - Tumbri	MELINA 400 TUMBRI	400	21.01.2018. 01:27:39.347	21.01.2018. 01:27:39.271 21.01.2018. 01:27:39.272 21.01.2018. 01:27:39.282 21.01.2018. 01:27:39.292	0.076 0.075 0.065 0.055	-7.1 6.0 261.9 5.5	OZ OZ OZ OO	- + + +	119.805 120.406 121.882 121.243	14.6439 45.3064 14.6357 45.3055 14.6243 45.3186 14.6296 45.3134
DV 434-RI/ST	Melina - RHE Velebit	RHE VEL 400 MELINA	400	21.01.2018. 01:27:39.410	21.01.2018. 01:27:39.271 21.01.2018. 01:27:39.272 21.01.2018. 01:27:39.282 21.01.2018. 01:27:39.292 21.01.2018. 01:27:39.293	0.139 0.138 0.128 0.118 0.117	-7.1 6.0 261.9 5.5 -3.7	OZ OZ OZ OO OO	- + + + -	172.764 173.251 174.786 174.129 170.710	14.6439 45.3064 14.6357 45.3055 14.6243 45.3186 14.6296 45.3134 14.6564 45.2895

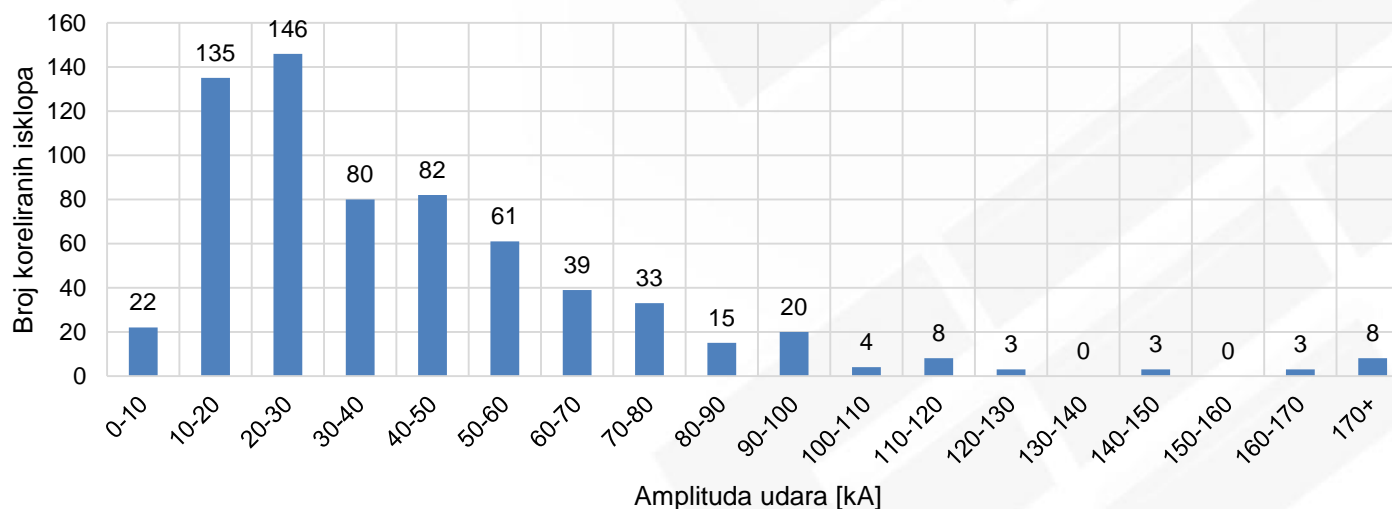
Amplitudna distribucija struja koreliranih udara



Najveća amplituda udara munje koja je izazvala isklop prekidača

Vod	DV 456-RI/ZG Melina – Tumbri			
	DV 434-RI/ST Melina – RHE Velebit			
Vodno polje	Vrijeme isklopa [UTC]	Vremenska razlika munja-isklop [s]	Vrijeme munje [UTC]	Struja munje [kA]
MELINA 400 TUMBRI	21.01.2018. 01:27:39.347	0,065	21.01.2018. 01:27:39.282	261,9
Melina - RHE Velebit	21.01.2018. 01:27:39.410	0,128		

Amplitude munja uzročnika isklopa prekidača



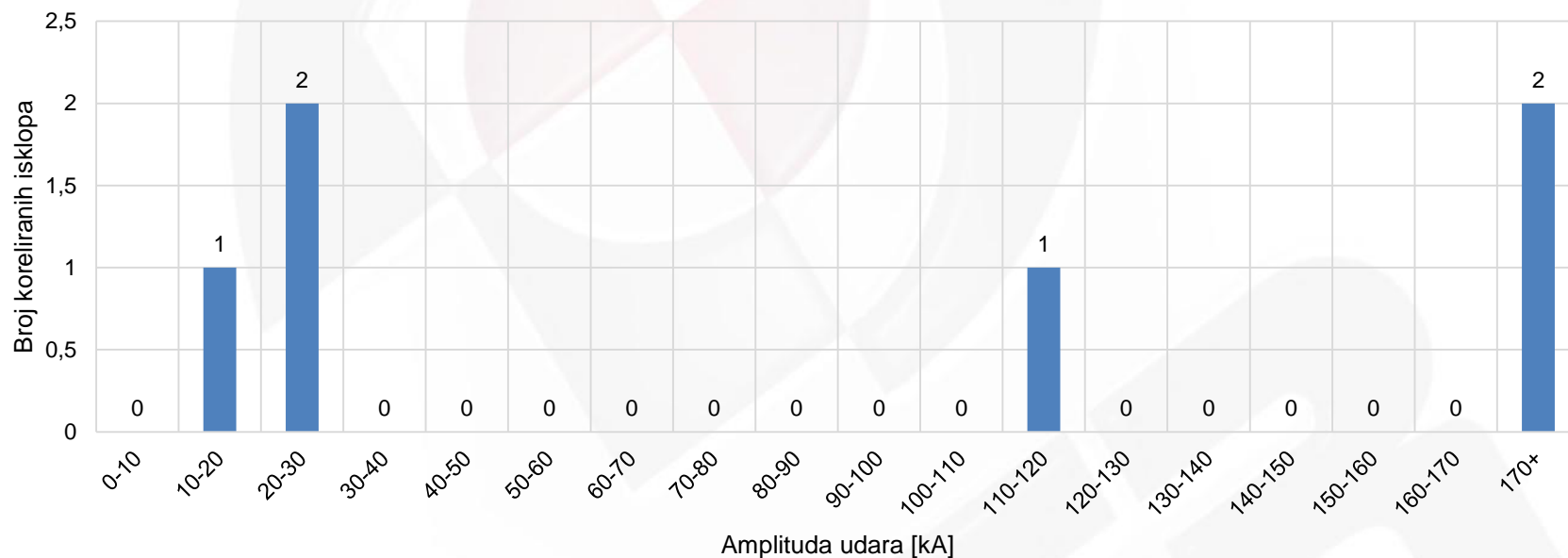
Vjerojatnost pojave	Amplituda udara
	≤
5 %	8,0 kA
50 %	31,2 kA
95 %	98,6 kA

Amplitudna distribucija struja koreliranih udara



Korelacije na 400 kV vodovima

Amplitude munja uzročnika isklopa prekidača (400 kV vodovi)



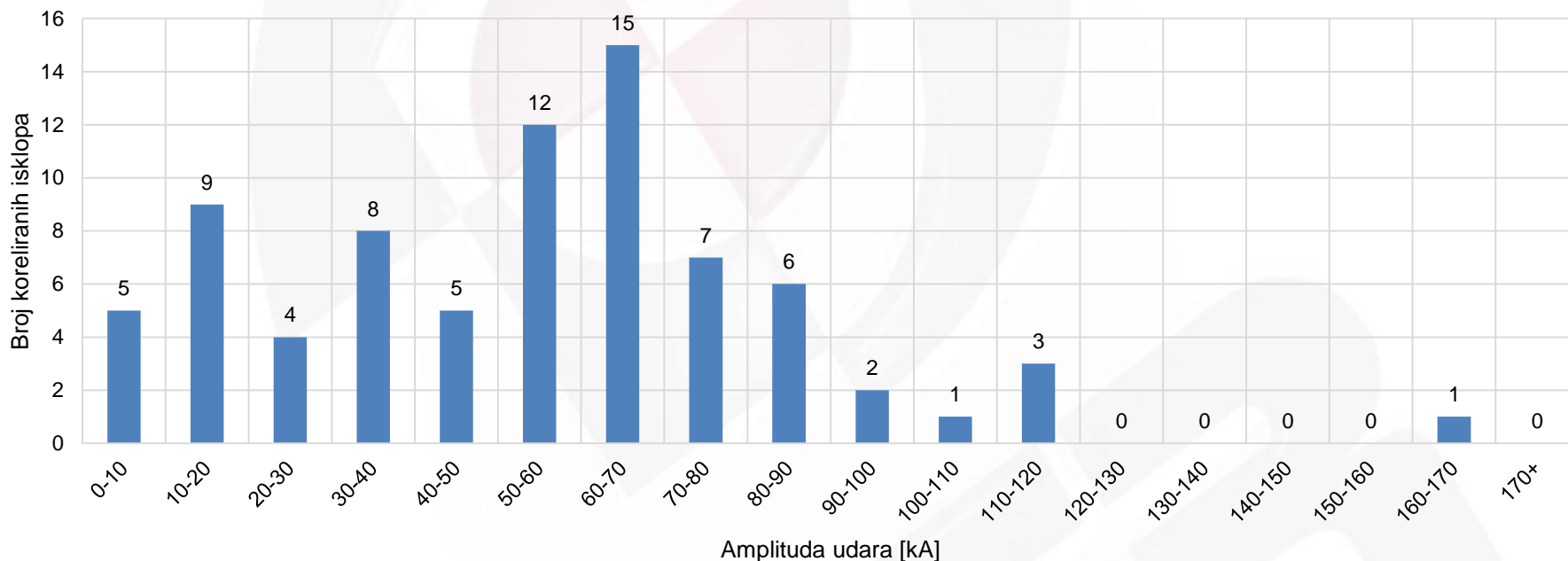
Broj isklopa	6
Najmanja amplituda udara	12,9 kA
Srednja amplituda udara	69,2 kA
Najveća amplituda udara	261,9 kA

Amplitudna distribucija struja koreliranih udara



Korelacije na 220 kV vodovima

Amplitude munja uzročnika isklopa prekidača (220 kV vodovi)



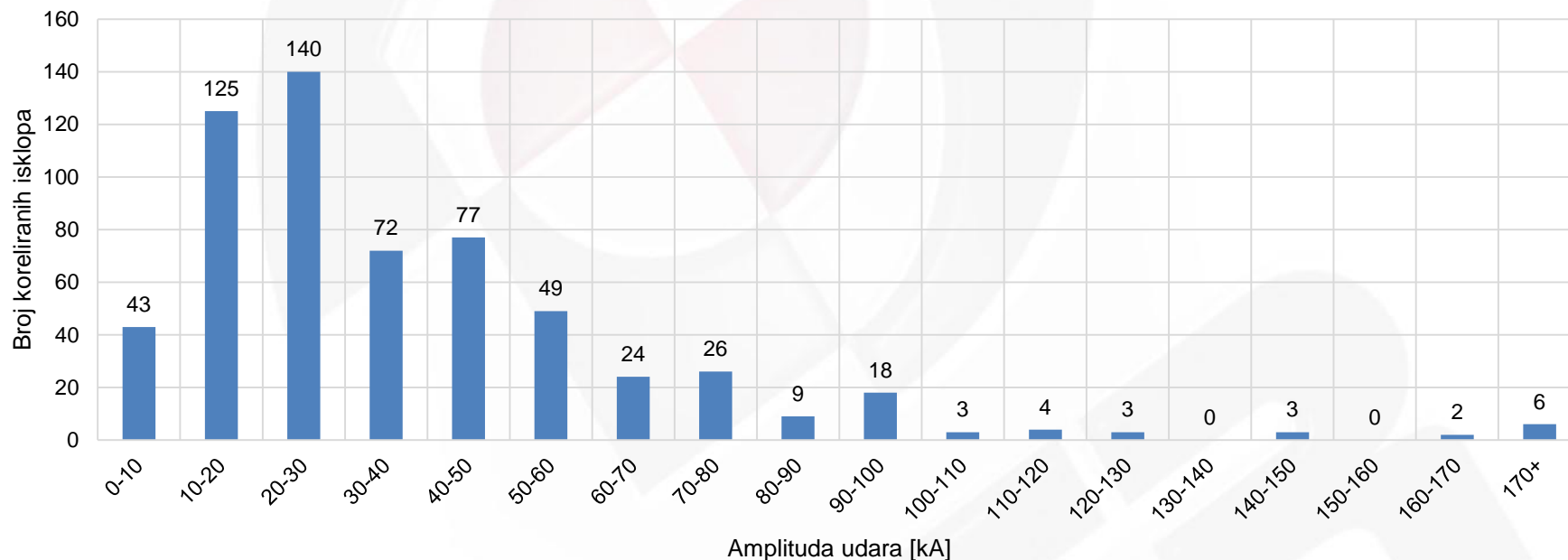
Broj isklopa	78
Najmanja amplituda udara	3,4 kA
Srednja amplituda udara	54,8 kA
Najveća amplituda udara	169,0 kA

Amplitudna distribucija struja koreliranih udara



Korelacije na 110 kV vodovima

Amplitude munja uzročnika isklopa prekidača (110 kV vodovi)



Broj isklopa	604
Najmanja amplituda udara	1,6 kA
Srednja amplituda udara	29,5 kA
Najveća amplituda udara	244,5 kA

Korelacija isklopa prekidača i bliskih udara munja

- 284 isklopa prekidača koreliranih s bliskim udarima munja u 2018. godini (udari do 3000 m od prekidača)

Stanica	Napon	Polje	Br. isklopa uslijed bliskih udara
KONJSKO	220	BILICE/2	3
KONJSKO	220	BILICE/1	2
BRINJE	220	HE SENJ	1
BRINJE	220	KONJSKO	1
HE SENJ	220	BRINJE	1
HE ZAK	220	MOSTAR	1
KONJSKO	220	HE ORLOV/1	1
MRACLIN	220	BRINJE	1
PLAT	220	TREBINJE1	1
GRAČAC	110	VE V POPIN	13
VE V PO	110	GRAČAC	11
TE PLO	110	RAŠA/1D	7
VE VOŠT	110	B BLATO	7
CHE BBL	110	VE VOŠT	6
KOMOLAC	110	TREBINJE	6
VE JEL	110	VE GLUN	6
KOMOLAC	110	SRĐ	5

Stanica	Napon	Polje	Br. isklopa uslijed bliskih udara
PLAT	110	SRĐ	5
SRĐ	110	PLAT	5
VE LUKO	110	VE VOŠT	5
VE VOŠT	110	VE LUKO	5
HE SENJ	110	OTOČAC	4
KOMOLAC	110	VE RUDINE	4
MELINA	110	SUŠAK	4
SRĐ	110	KOMOLAC	4
BIOGRAD	110	ZADAR	3
EVP VRA	110	HE VINOD/1	3
HE KRAL	110	HE ZAK/1	3
HE KRAL	110	HE ZAK/2	3
HE SENJ	110	VE VRATAR	3
HE VIN	110	EVP VRAT/1	3
HE ZAK	110	HE KRALJ/1	3
HE ZAK	110	HE KRALJ/2	3
OTOČAC	110	HE SENJ	3

Karakteristični podaci o atmosferskim pražnjenjima 2009. – 2018.



		400 kV	220 kV	110 kV	Ukupno
Duljina vodova [km]		1.676,225	1.606,394	5.330,690	8.613,309
Površina alarmnih zona vodova [km ²]		3.391,696	3.296,037	11.464,578	18.152,311
		400 kV	220 kV	110 kV	Ukupno
2018.	Br. udara	154.919	124.866	497.733	777.518
	Br. udara / 100 km duljine	9.242	7.773	9.337	9.027
	Gustoća udara	45,68	37,88	43,41	42,83
Ukupno 2009. – 2018.	Br. udara	43.663	40.513	154.235	238.411
	Br. udara / 100 km duljine	3.075	3.258	3.259	3.217
* normirano na 1 godinu	Gustoća udara	19,77	19,85	19,81	19,84

Karakteristični podaci o koreliranim isklopima 2013. – 2018.



		400 kV	220 kV	110 kV	Ukupno
Broj vodova		15	29	299	340
Duljina vodova [km]		1.676,225	1.606,394	5.330,690	8.613,309
Površina alarmnih zona vodova [km ²]		3.391,696	3.296,037	11.464,578	18.152,311
2018.					
		400 kV	220 kV	110 kV	Ukupno
2018	Br. vodnih polja	35	63	512	610
	Br. isklopa	791	1.394	11.396	13.581
	Br. isklopa / br. vodnih polja	22,600	22,127	22,258	22,264
	Br. korelacija	6	78	604	688
	Br. korelacija / 100 km duljine	0,358	4,856	11,331	7,988
Ukupno 2013. – 2018.	Br. vodnih polja**	35	63	512	610
	Br. isklopa	613	1.252	11.001	12.866
	Br. isklopa / br. vodnih polja	17.524	19.878	21.485	21.092
	Br. korelacija	2,7	36,2	304,7	343,5
	Br. korelacija / 100 km duljine	0,159	2,251	5,715	3,988

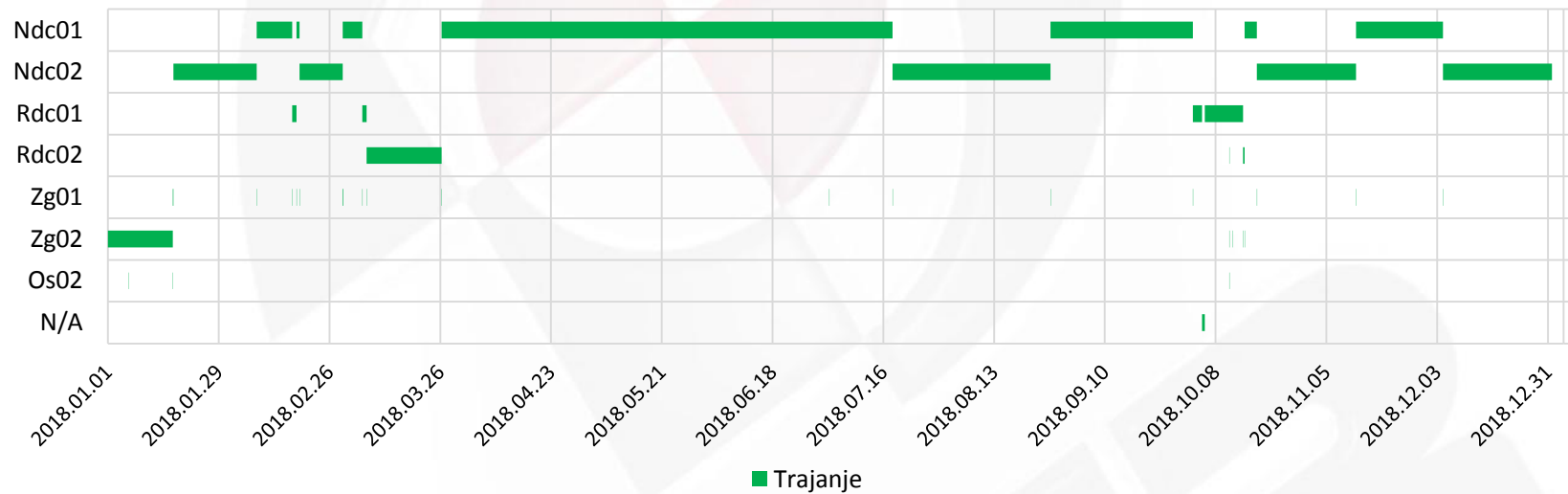
* normirano na 1 godinu

** broj vodnih polja se kroz godine mijenja

Praćenje rada sustava

- Praćenje povezanosti na UDW baze podataka SCADA sustava tokom 2018. godine

Spajanje na UDW baze podataka



- Praćenje ažuriranja sheme prijenosne mreže u SLAP-u tokom 2018. godine

Ažuriranja sheme prijenosne mreže u SLAP-u

(vod - vodno polje - prekidač - relejna zaštita - indikacije)

