

PROGRAMSKA PODRŠKA SUSTAVA ZA LOCIRANJE MUNJA U HRVATSKOJ

B. Franc, M. Šturlan, I. Uglešić
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Sveučilište u Zagrebu

I. Goran Kuliš
Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d.
Zagreb

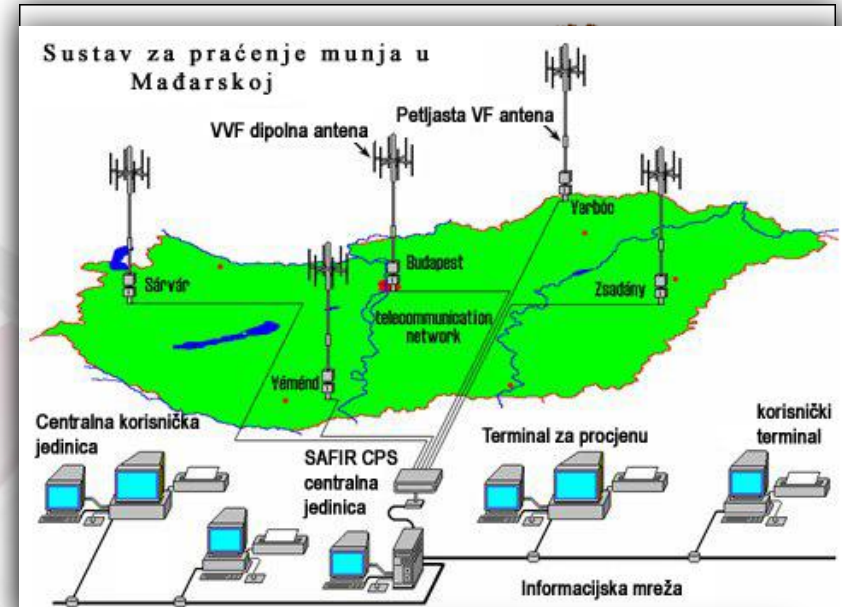


16. konferencija Hrvatske udruge Oracle korisnika
Rovinj, 18. – 22. listopada 2011.



Sustavi za lociranje munja

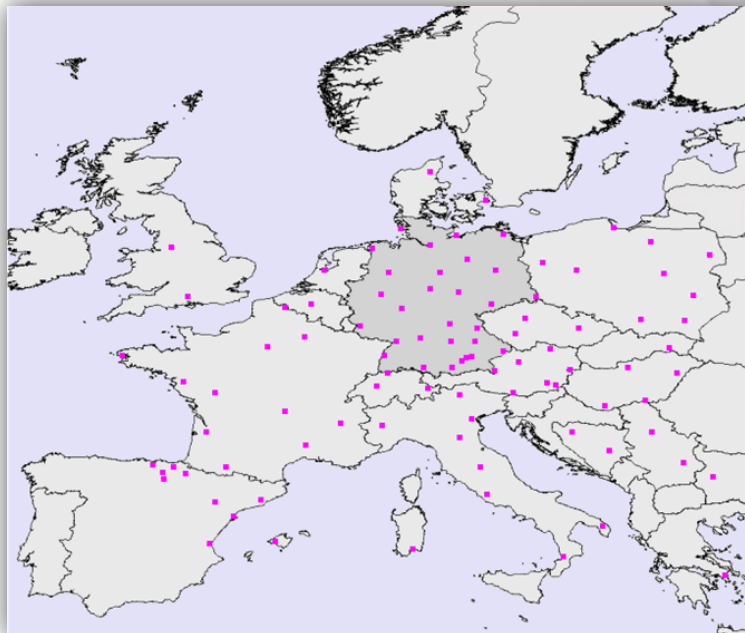
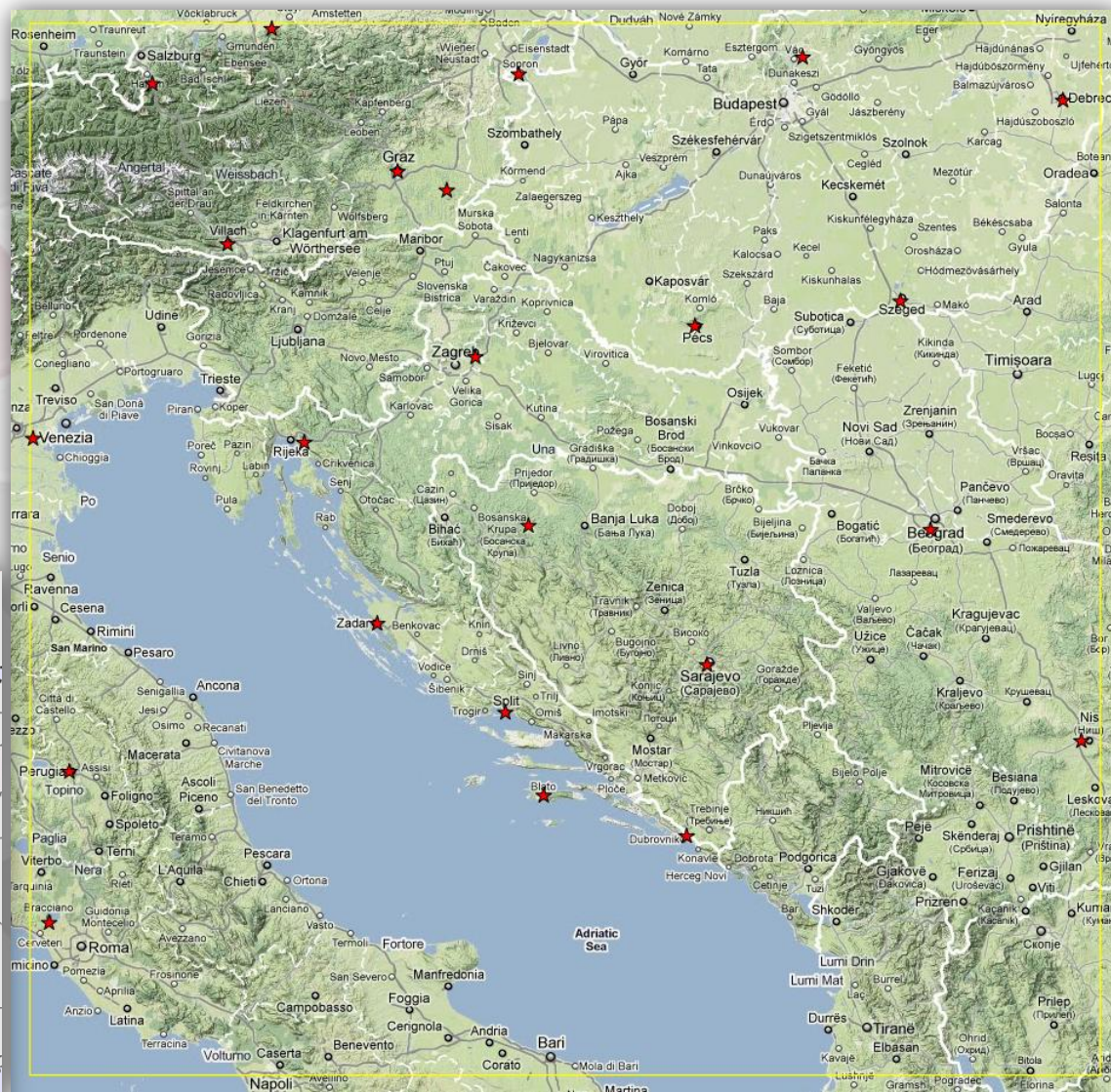
- Detekcija atmosferskih pražnjenja
- Određivanje lokacije atmosferskih pražnjenja
- Određivanje tipa i amplitude struje atmosferskih pražnjenja
- Mreža senzora i centralna jedinica
- Nacionalni i internacionalni sustavi



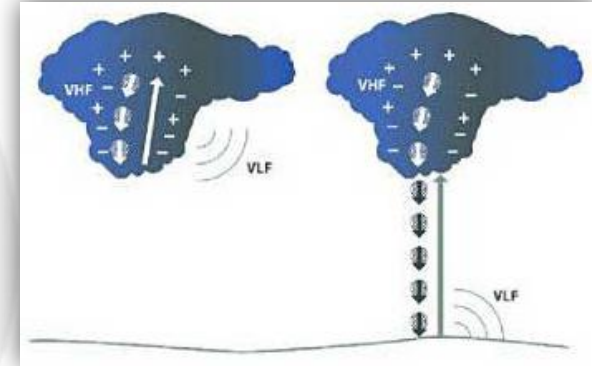
- EUCLID – povezivanje različitih nacionalnih sustava
- LINET – homogeni sustav

Položaj senzora za lociranje munja

- Više od 125 senzora diljem Europe
- Senzori u Hrvatskoj:
 - Rijeka (od 21.11.2008.)
 - Split (od 23.11.2008.)
 - Dubrovnik (od 26.11.2008.)
 - Zagreb (od 27.4.2009.)
 - Zadar (od 20.11.2009.)
 - otok Korčula (od 30.4.2010.)



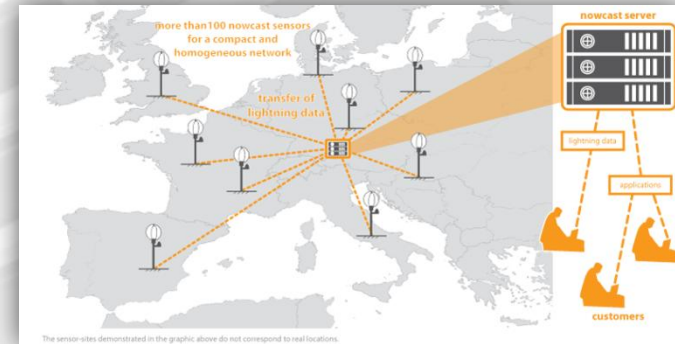
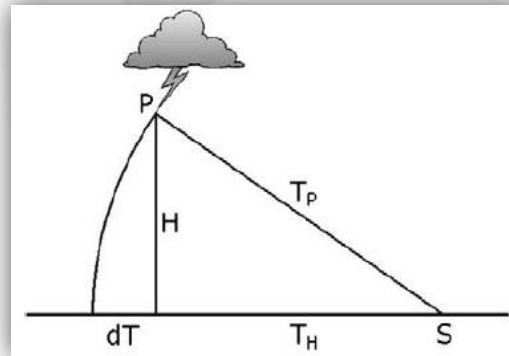
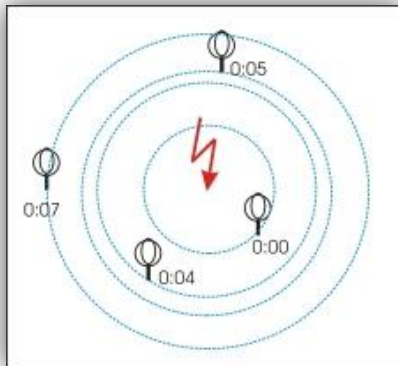
Princip rada sustava za lociranje munja



VNF/NF frekvencijski opseg za detekciju atmosferskih pražnjenja

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

Atmosfersko pražnjenje ili udar munje



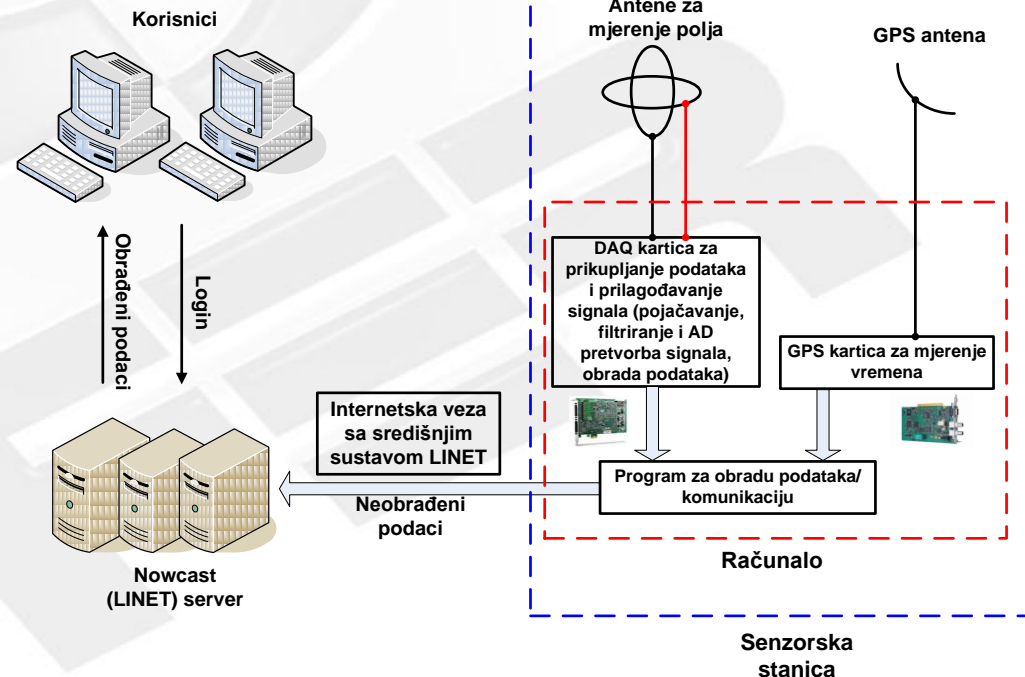
TOA (Time-Of-Arrival) metoda za određivanje lokacije atmosferskih pražnjenja

LINET 3D algoritam za određivanje lokacija atmosferskih pražnjenja

Tok podataka: senzori -> Linet centar -> korisnici

Konstrukcija senzora za lociranje munja

- Svi senzori jednake izvedbe – homogena mreža
- Dva ortogonalna bakrena prstena, GPS prijemnik, A/D pretvornik, senzorsko računalo (x86)
- Senzori registriraju magnetsku indukciju ($B_x(t)$, $B_y(t)$)
- GPS pozicioniranje i vremenska sinkronizacija jedinica



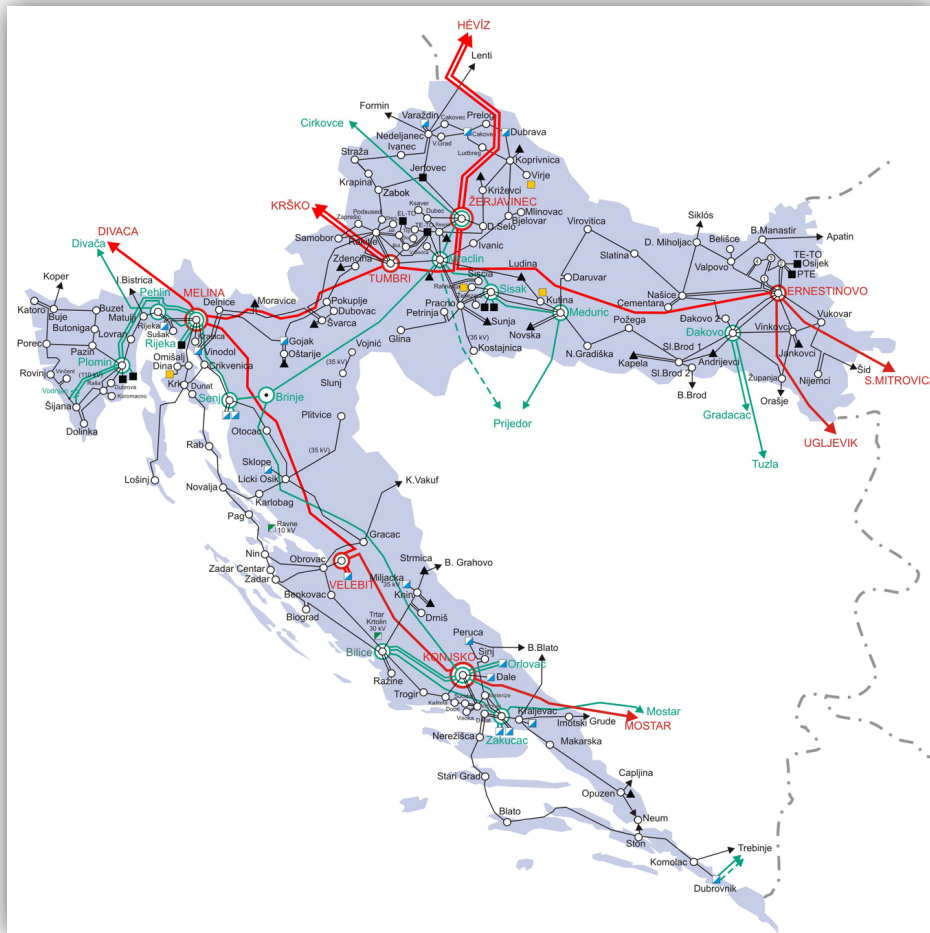
Podaci sustava za lociranje munja

- Podaci o atmosferskim pražnjenjima su:
 - zemljopisna širina i dužina (GPS koordinate)
 - datum i vrijeme pražnjenja (UTC)
 - tip pražnjenja (oblak-oblak, oblak-zemlja)
 - visina (za pražnjenja tipa oblak-oblak)
 - amplituda struje pražnjenja (rezolucija 0.1 kA)
 - statistička greška u određivanju lokacije pražnjenja (m)

GPS	VRIJEME	TIP	VISINA	STRUJA	GREŠKA
15.8932 45.7170	29.4.2009 18:57:05.5952183	OZ	-	-15 kA	41 m
15.8920 45.7036	29.4.2009 19:07:32.7712689	OZ	-	-5.2 kA	56 m
15.8508 45.7407	29.4.2009 18:50:47.1437623	OZ	-	72.2 kA	53 m
15.8214 45.7566	29.4.2009 18:50:47.1127271	OO	3600 (m)	-5.5 kA	52 m
15.8647 45.7595	29.4.2009 19:07:01.6730042	OO	4100 (m)	4.7 kA	69 m
15.8117 45.7558	29.4.2009 18:49:09.4577769	OO	5900 (m)	-10.7 kA	81 m

statistička pogreška + sistemska pogreška = ukupna pogreška

Hrvatski elektroenergetski prijenosni sustav

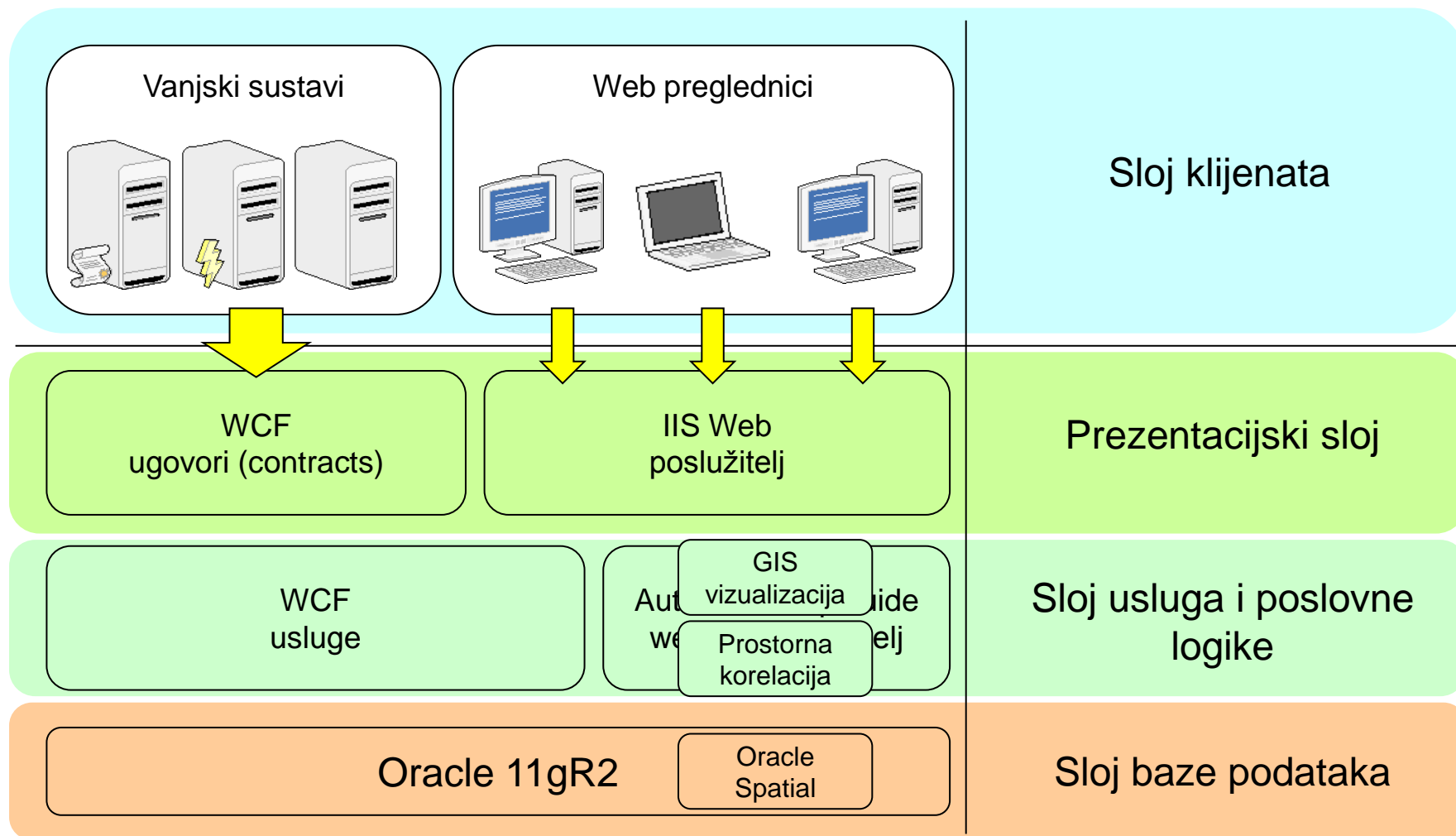


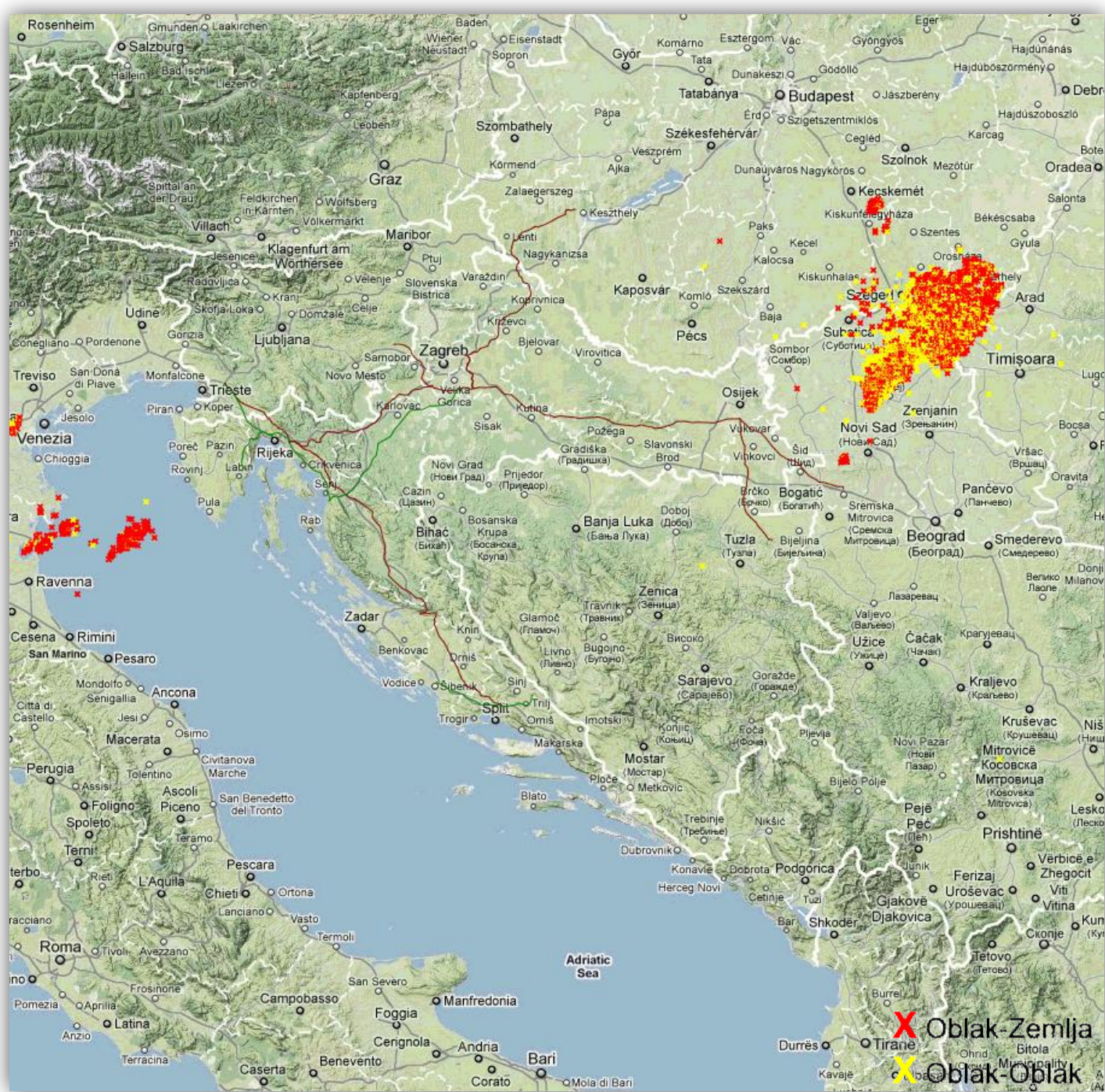
- Primjene u elektroenergetskom sustavu:
 - u korelaciji ispada i kvarova u mreži s pojavama munja
 - u uspostavljanju, vođenju i nadzoru elektroenergetskog sustava
 - u davanju posadama upozorenja o nailasku munja
 - u izboru trasa nadzemnih vodova i načina njihove zaštite od munja

	400 kV	220 kV	110 kV
Trafostanice	5	6	101
Dalekovodi	1159 km	1145 km	≈4600 km

Arhitektura sustava

- Uslužno orijentirana
- Četveroslojna

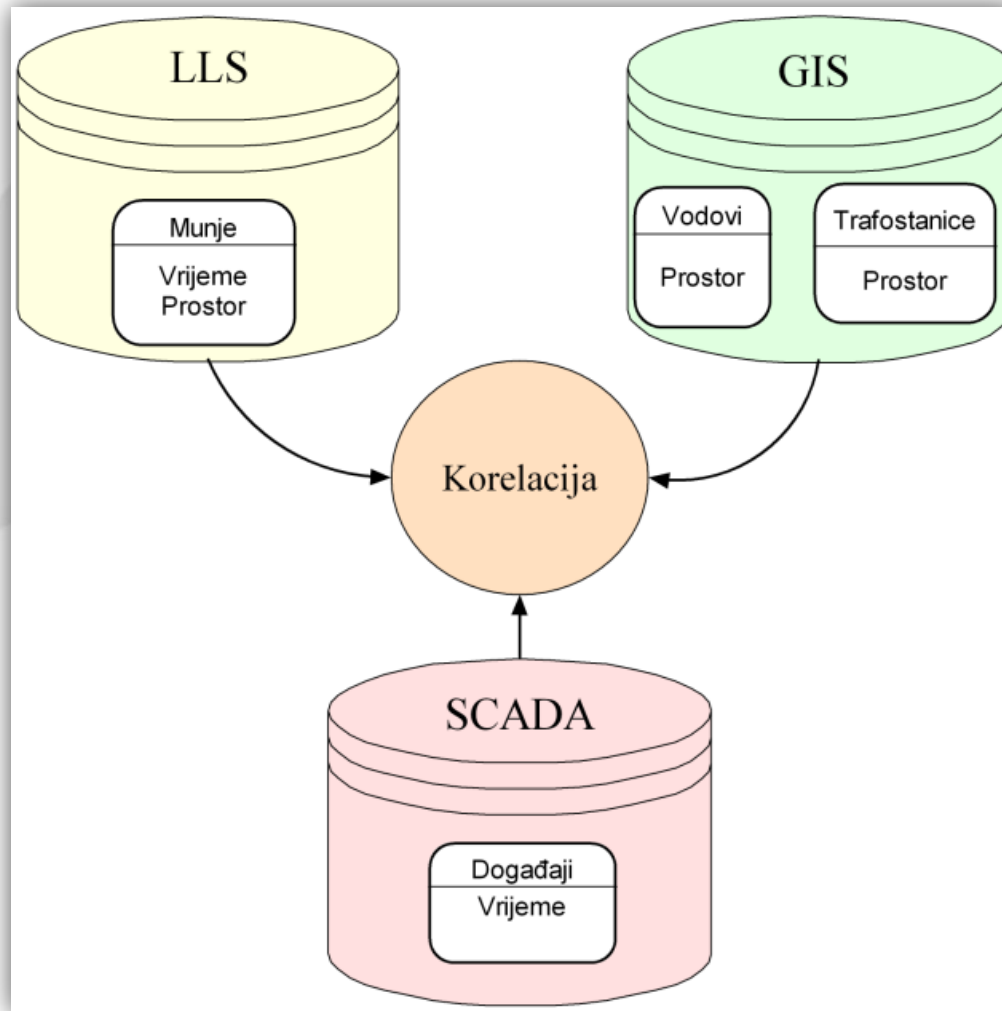




13.8.2010.
00h – 24h
* 1h period

Detektirano 526 757
atmosferskih pražnjenja

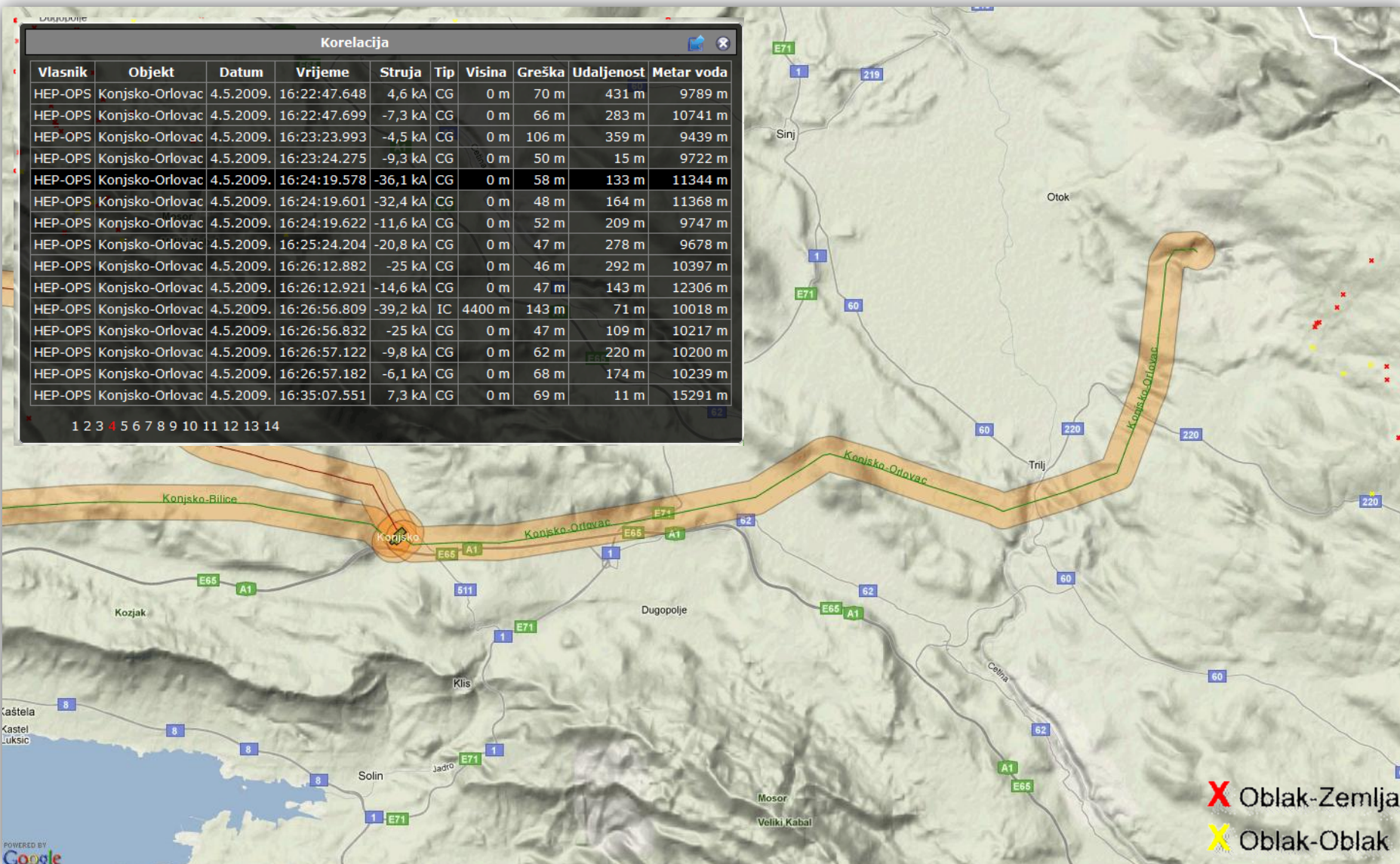
Korelacija s podacima drugih sustava



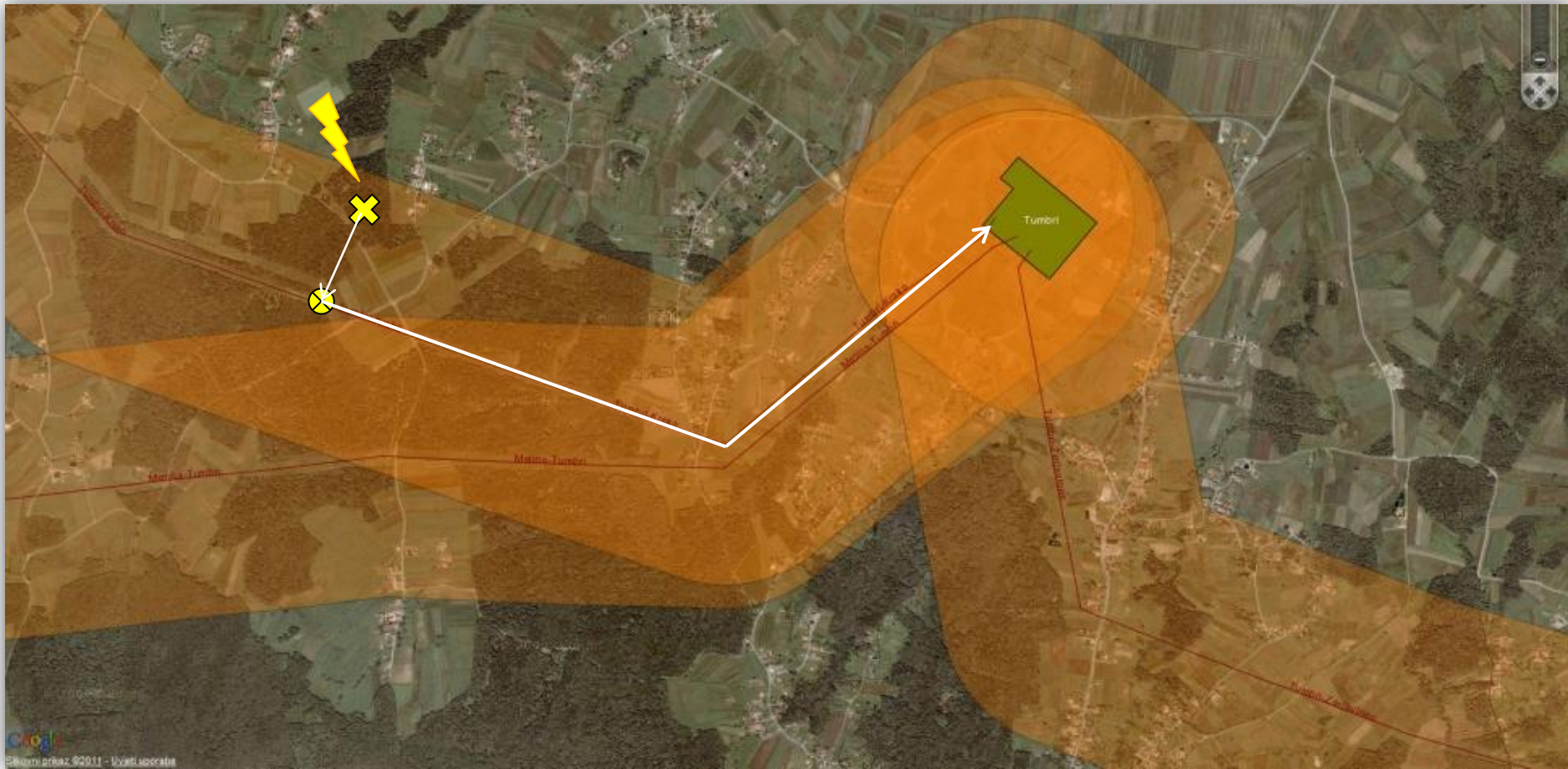
Grmljavina oko 220kV dalekovoda Konjsko-Orlovac

4.5.2009. 15:20h – 17:20h

* 10 min interval



Prostorna korelacija

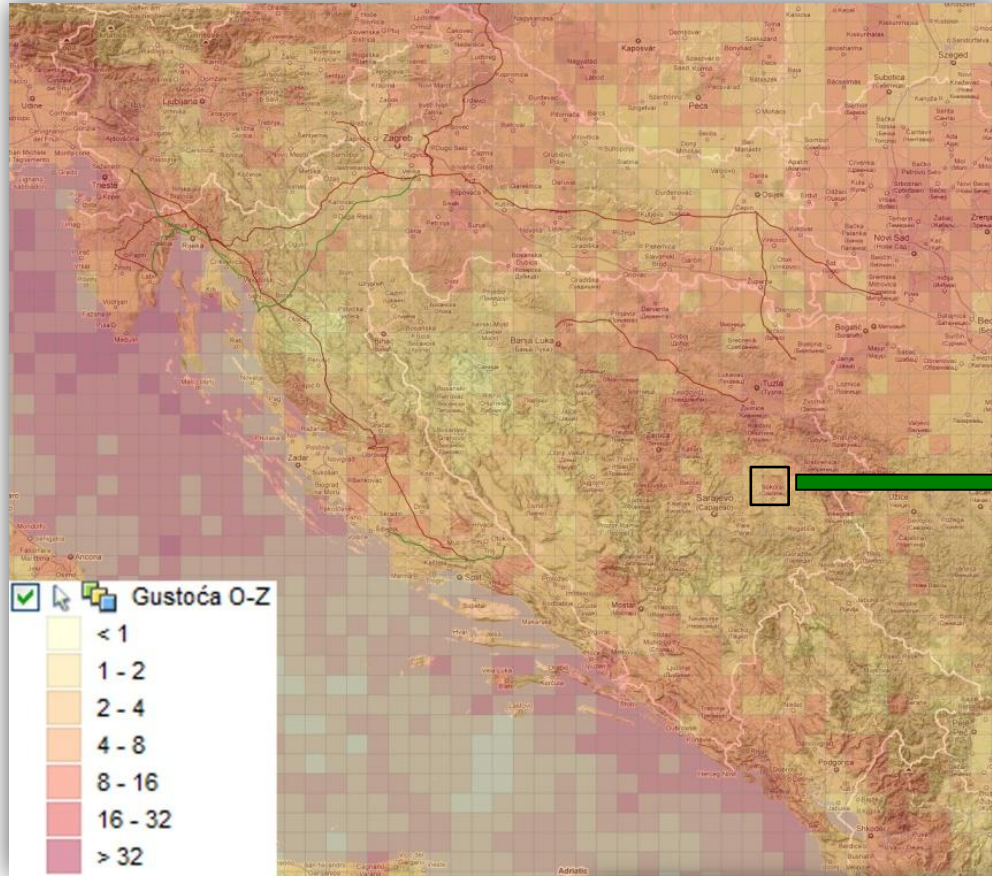


1. Udar munje u alarm zonu dalekovoda
2. Određivanje (minimalne) udaljenosti točke udara od linije voda
3. Projekcija udara na liniju dalekovoda
4. Izračun udaljenosti točke od početka dalekovoda

Korelacija udara s događajima na dalekovodu Konjsko-Orlovac

SCADA (TS Konjsko)							LLS								GIS			
red. br. događaja	datum događaja	vrijeme ispada	signalizacija zaštite	automatski ponovni uklop	vrsta KS-a	predpostavljeni uzrok kvara	kandidat za korelaciju	Pražnjenje u višestrokom udaru munje	Sekunda	Frakcija sekunde	Tip udara	Struja (kA)	Greška detekcije (m)	Longitude	Latitude	Udaljenost udara od linije voda (metara)	Udaljenost od početka voda (metara od HE Orlovac)	
1	04.05.09.	16:26	Distantna zaštita L3	1APU+	1fKS	grmljavina	1	1	12	8821290	CG-	-25	40	16.7177	43.6103	292	10397	
1	04.05.09.	16:26	Distantna zaštita L3	1APU+	1fKS	grmljavina	1	2	12	8970930	CG-	-11.9	50	16.7288	43.6151	540	9384	
							1	3	12	9550230	CG-	-15.7	40	16.7297	43.6027	800	9720	
							2	1	12	9216170	CG-	-14.7	40	16.6969	43.6126	130	12310	
							2	2	13	0152800	CG-	-12	50	16.6908	43.6226	1037	13140	
							2	3	13	0996280	CG-	-9.2	60	16.6891	43.6224	972	13262	
							2	4	13	1785660	CG-	-17.9	40	16.6911	43.6209	866	13056	
							3	1	56	8094750	CG-	-38.9	60	16.7242	43.6112	234	9866	
							3	2	56	8322990	CG-	-25.5	40	16.7205	43.6099	183	10194	
							3	3	57	1222880	CG-	-9.8	60	16.7203	43.6102	220	10200	
2	27.06.09.	13:11	Distantna zaštita L2, L3	DEF	2fKS	grmljavina	Za navedeni period nema registriranih atmosferskih pražnjenja.											
2	27.06.09.	13:11	Distantna zaštita L2, L3	DEF	2fKS	grmljavina	Za navedeni period nema registriranih atmosferskih pražnjenja.											
3	04.08.09.	01:32	Distantna zaštita L1	DEF	1fKS	grmljavina	1	1	21	8552560	CG-	-20.9	50	16.7213	43.609	69	10162	
							1	2	21	9156610	CG-	-17.1	50	16.7203	43.6114	347	10160	
							1	3	21	9910410	CG-	-14.4	50	16.7328	43.6056	179	9157	
							2	1	43	0493740	CG-	-21.9	50	16.728	43.6056	451	9756	
4	04.08.09.	01:40	Distantna zaštita L3	1APU+		grmljavina	1	1	27	5219680	CG-	-17.7	50	16.731	43.6007	1043	9685	
							1	2	27	5746750	CG-	-11.2	50	16.7314	43.6012	999	9638	
							1	3	27	6773370	CG-	-16.1	40	16.7315	43.6013	991	9627	
5	09.08.09.	15:45	Distantna zaštita	DEF		grmljavina	1	1	29	9244330	CG-	-8.9	50	16.7074	43.6106	176	11435	
6	10.09.09.	16:11	Distantna zaštita L1	1APU+	1fKS	grmljavina	1	1	26	2264310	CG+	42.5	49	16.5239	43.5962	294	26878	

Statističke karte i karte gustoće atmosferskih pražnjenja

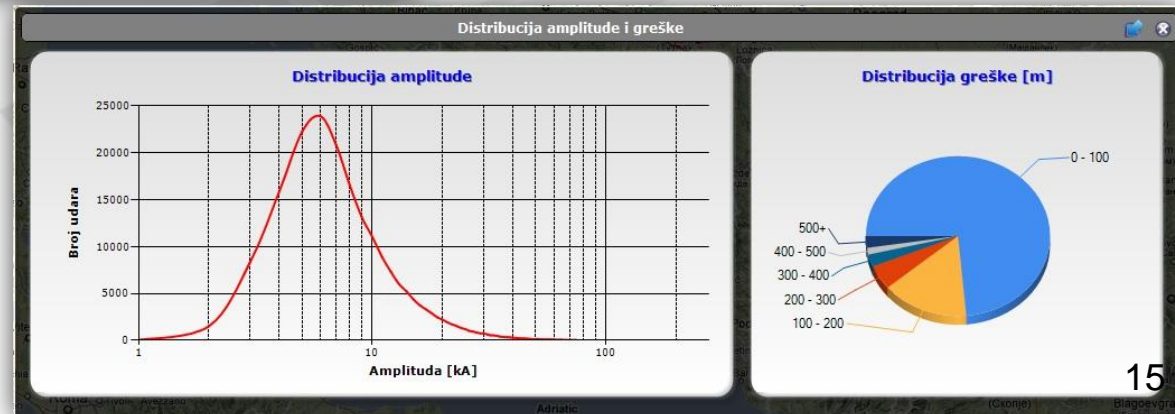


Statistike po tipu i polu:

- Broj grmljavinskih dana
- Broj munja
- Srednja vrijednost amplitude struje
- Medijan vrijednost amplitude struje
- Najveća vrijednost amplitude struje
- Srednja greška lociranja
- Medijan greške lociranja
- Gustoća udara munja
- Distribucija amplitude struje
- Distribucija greške lociranja

$$N_g = \frac{n}{A \cdot t} \left[\text{udara} / \text{km}^2 / \text{godina} \right]$$

N – broj udara
 A – površina područja
 T – vrijeme u godinama



Oracle Spatial

- Korištenjem Oracle Spatial funkcija omogućeno je izvođenje prostornih analiza i korelacija između podataka o udarima munja i objekata na tlu u stvarnom vremenu
- Mogućnost izvršavanja statističkih i prostornih proračuna nad velikom količinom prostornih podataka u kratkom vremenu bez potrebe za dodatnim alatima i migracijom podataka
- Mogućnost vizualizacije GIS podataka u stvarnom vremenu povezivanjem s AutoDesk MapGuide webGIS rješenjem

Primjene sustava u ekonomiji

- Primjer primjene podataka sustava za lociranje munja u vođenju, zaštiti i projektiranju elektroenergetskih sustava
- Daljnje primjene u:
 - telekomunikacijskim mrežama
 - radiokomunikacijskim mrežama
 - mrežama naftovoda i plinovoda
 - meteorologiji
 - osiguravajućim društvima
 - željezničkom, zračnom, cestovnom i pomorskom prometu
 - zaštiti od požara



PROGRAMSKA PODRŠKA SUSTAVA ZA LOCIRANJE MUNJA U HRVATSKOJ

B. Franc, M. Šturlan, I. Uglešić
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Sveučilište u Zagrebu

I. Goran Kuliš
Končar – Inženjering za energetiku i
transport d.d.
Zagreb