



Inštitut za elektroprivredu i elektroindustriju, Ljubljana  
Odjel za upravljanje i funkciju elektroenergetskih sistema



## Uputstvo za korištenje SKAT aplikacije



Ljubljana, 2024



## Bilješke o vlasništvu

JAVA® je zaštitni znak kompanije Sun Microsystems, Inc.  
Internet Explorer je zaštitni znak kompanije Microsoft®.  
Netscape Communicator je zaštitni znak kompanije Netscape®.

Naslov dokumenta: Vodič za korisnike **SKAT**

Produkcija: **Elektroinštitut Milan Vidmar,**  
Institut za istraživanje električne energije,  
Hajdrihova 2, Ljubljana

Autori: Ana Štrukelj, mag. str.  
Goran Milev, dipl. inž. el.

Štampa: **Elektroinštitut Milan Vidmar**

Datum: Januar 2024

## Sadržaj

1	O web aplikaciji SKAT .....	5
2	Okolišni zahtjevi .....	6
3	Korištenje web aplikacije SKAT .....	7
3.1	Prijavljivanje u web aplikaciju SKAT .....	7
3.2	Odabir lokacije i pružanje podataka o gustini munja za odabranu lokaciju.....	9
3.3	Čuvanje i nastavak sa sačuvanim projektom .....	11
3.4	Izračunavanje rizika za odabranu lokaciju .....	12
3.5	Odabir nove lokacije, pomoć i odjava iz sistema .....	19
	Dodatak .....	20
4.1	Opće informacije o sistemu SCALAR.....	20
3.2	Mapa gustine munja .....	21
3.3	Izračunavanje gustine udara munje metodama koje uzimaju u obzir elipsu greške .....	21
3.4	Formiranje munje .....	22
3.5	Vrste munja .....	23

## 1 O web aplikaciji SKAT

Web aplikacija SKAT posebno je dizajnirana za izračunavanje rizika i koordinaciju zaštite od munja na odabranoj lokaciji. Koristeći interaktivnu mapu gustine munja, korisnik određuje željenu lokaciju na kojoj se zatim izračunava gustina munja za specifično područje. Sa dobijenim informacijama, korisnik može izvršiti izračunavanje rizika za odobranu lokaciju i odrediti potrebne mjere zaštite koje su u skladu sa standardom EN 62305-2:2012.

## 2 Okolišni zahtjevi

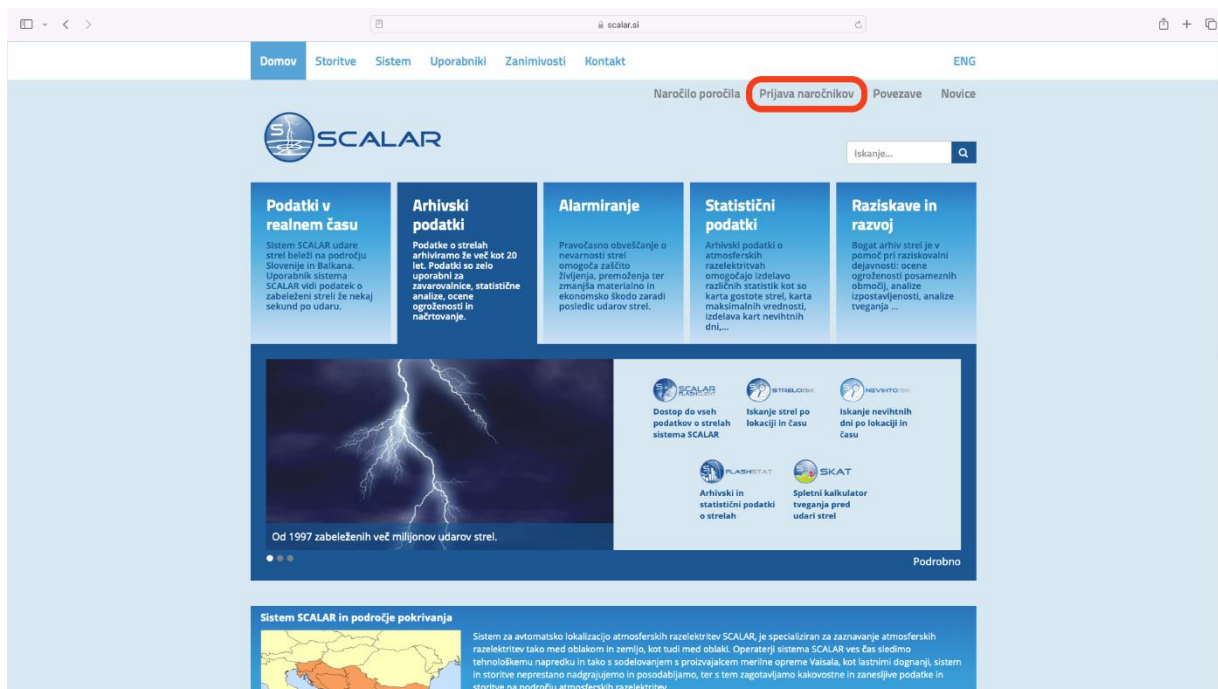
Podržani web preglednici uključuju:

- Mozilla Firefox,
- Internet Explorer,
- Microsoft Edge,
- Google Chrome.

## 3 Korištenje web aplikacije SKAT

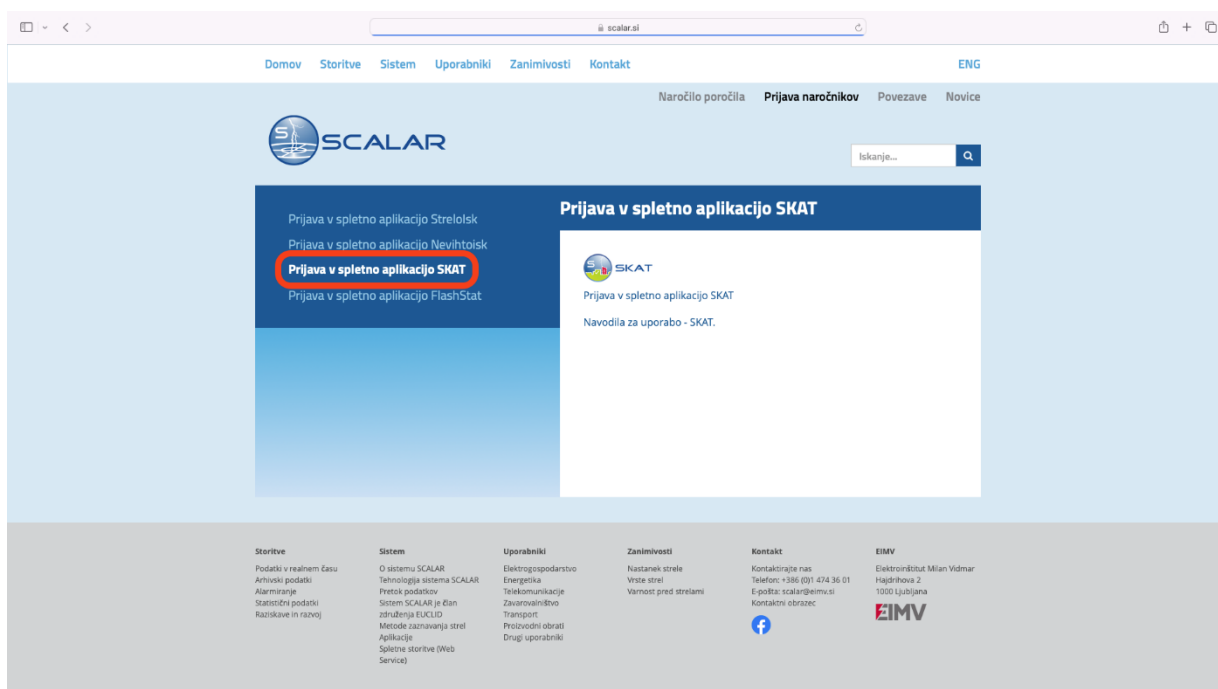
### 3.1 Prijavljanje u web aplikaciju SKAT

Da biste pristupili web aplikaciji SKAT, unesite adresu <http://www.scalar.si/skat/login> u svoj preglednik ili pristupite preko početne stranice sistema SCALAR [www.scalar.si](http://www.scalar.si). Na web stranici odaberite »Prijava korisnika« iz gornjeg desnog menija.



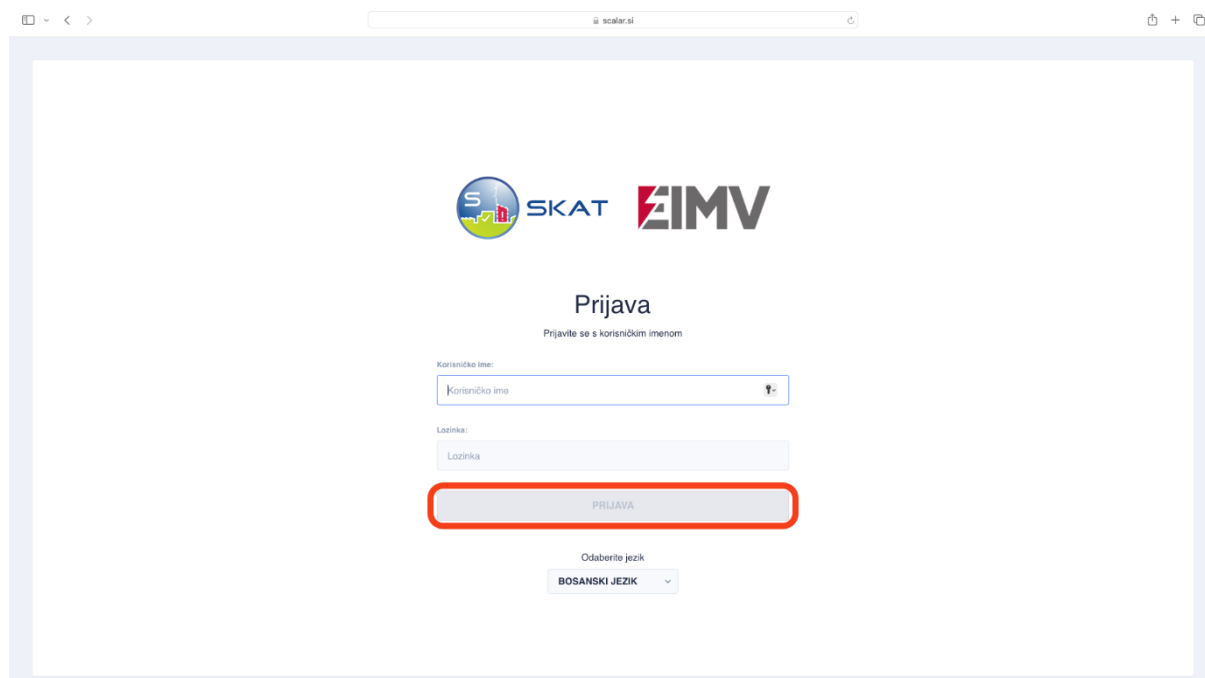
Slika 3.1: Početna stranica SCALAR sistema

Na lijevoj strani odaberite opciju »Prijava u web aplikaciju SKAT«. Web stranica će vam zatim ponuditi opciju za prijavu u aplikaciju ili preuzimanje *Korisničkog priručnika*.



Slika 3.2: Web stranica za prijavu korisnika

Za prijavu su vam potrebni važeći korisničko ime i lozinka koje pruža administrator aplikacije prema prethodnom dogovoru. Nakon što unesete korisničko ime i lozinku, kliknite na gumb »**Prijava**«.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'si.scalar.si'. The main content area has a white background with a light blue border. At the top center, there are two logos: 'SKAT' with a blue circular icon containing a white 'S' and a green bar chart, and 'EIMV' in a bold, black, sans-serif font. Below the logos, the word 'Prijava' is centered in a bold, black font. Underneath it, the text 'Prijavite se s korisničkim imenom' is centered in a smaller font. There are two input fields: the first is labeled 'Korisničko ime:' and contains the placeholder text 'Korisničko ime'; the second is labeled 'Lozinka:' and contains the placeholder text 'Lozinka'. Below these fields is a large, light gray button with the text 'PRIJAVA' in all caps, which is highlighted by a red rectangular border. At the bottom, there is a language selection dropdown menu with the text 'Odaberite jezik' and a dropdown arrow. The selected language is 'BOSANSKI JEZIK'.

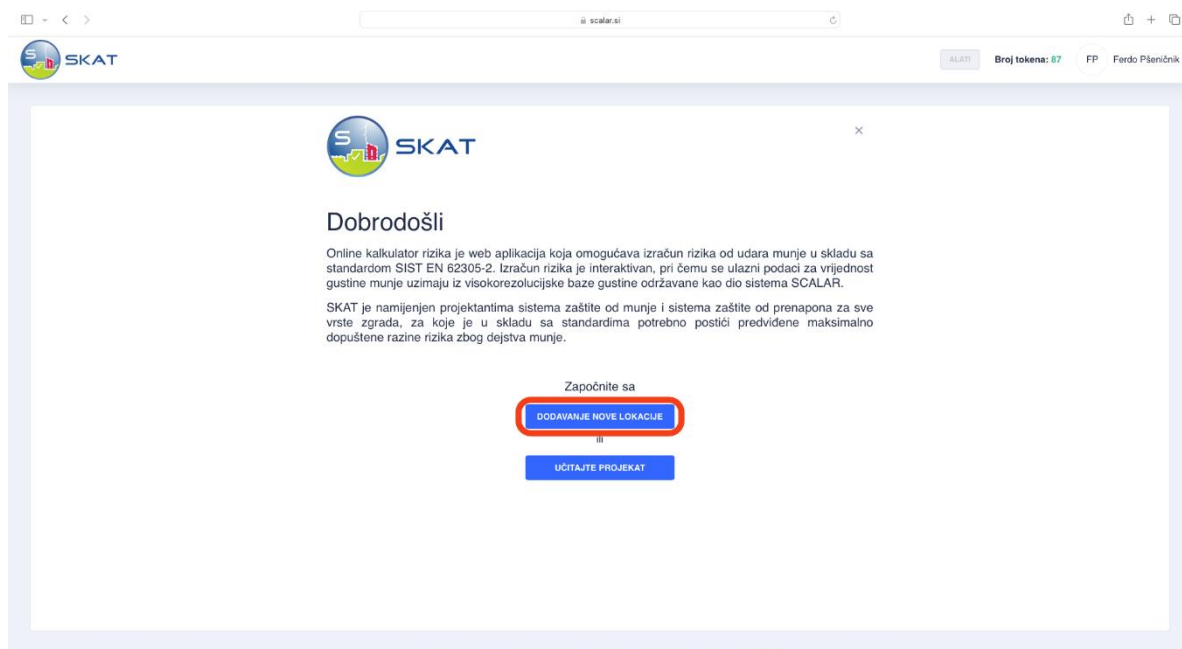
Slika 3.3: Prijava u web aplikaciju SKAT



### 3.2 Odabir lokacije i pružanje podataka o gustini munja za odabranu lokaciju

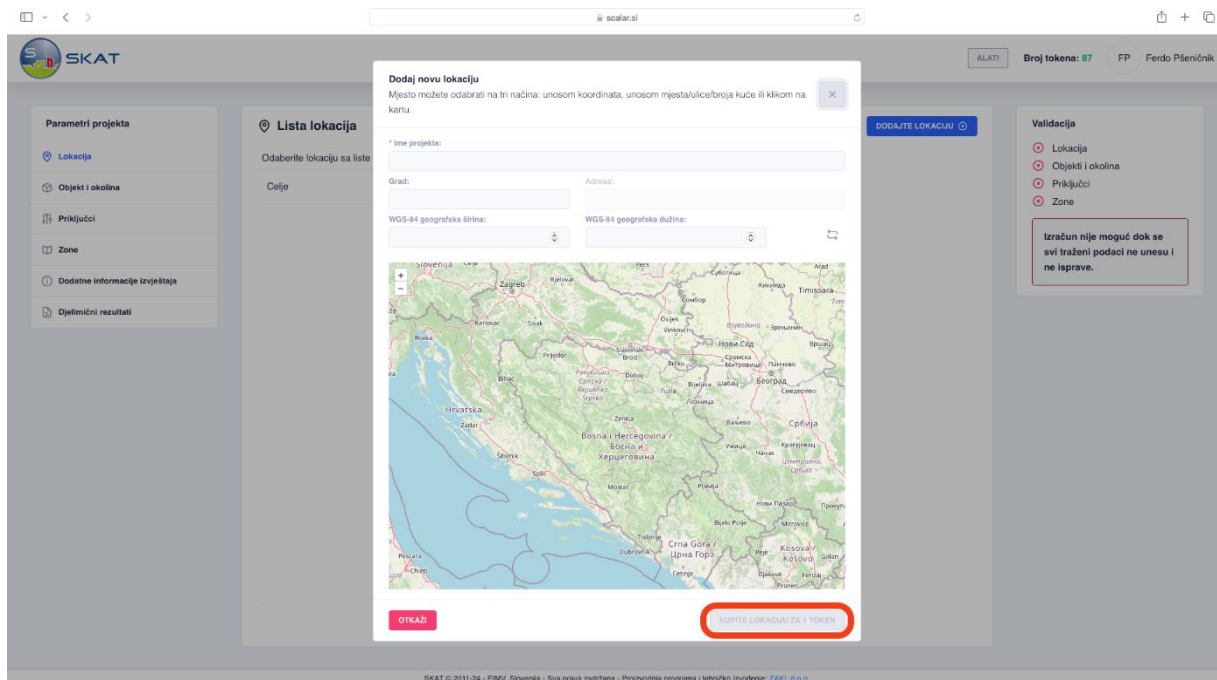
Nakon prijave u aplikaciju, imate opciju dodati novu lokaciju ili učitati projekt. Jednostavno kliknite na odgovarajući gumb na osnovu vaše preferencije: »Dodavanje nove lokacije« ili »Učitaj projekt«.

Ako tražite novu lokaciju, kliknite na »Dodavanje nove lokacije«, što otvara novi prozor.



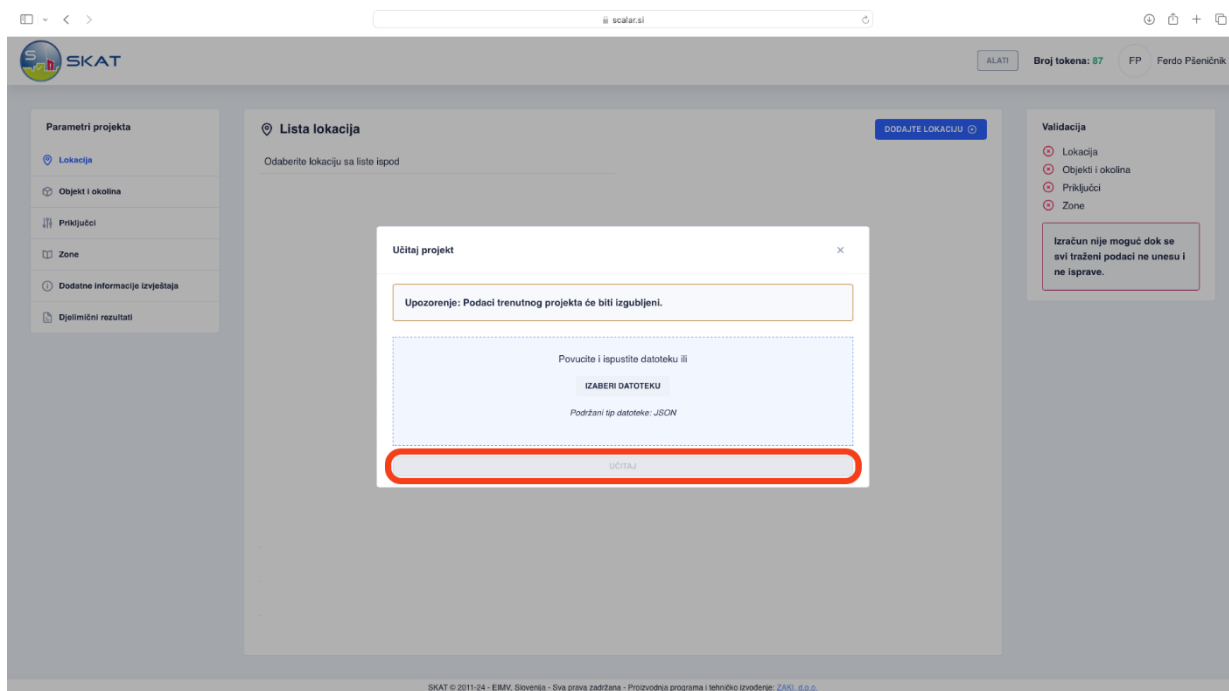
Slika 3.4: Početna stranica

Ovdje možete unijeti potrebne informacije o željenoj lokaciji, kao što su adresa ulice ili GPS (WGS 48) koordinate. Nakon unosa detalja, lokacija će se pojaviti na mapi ispod. Uzamite trenutak da provjerite je li to tačna lokacija. Jednom kada potvrdite, kliknite na »Kupi lokaciju za 1 token - žeton« da biste nastavili. Ova akcija odzima jedan SKAT token iz vašeg računa.



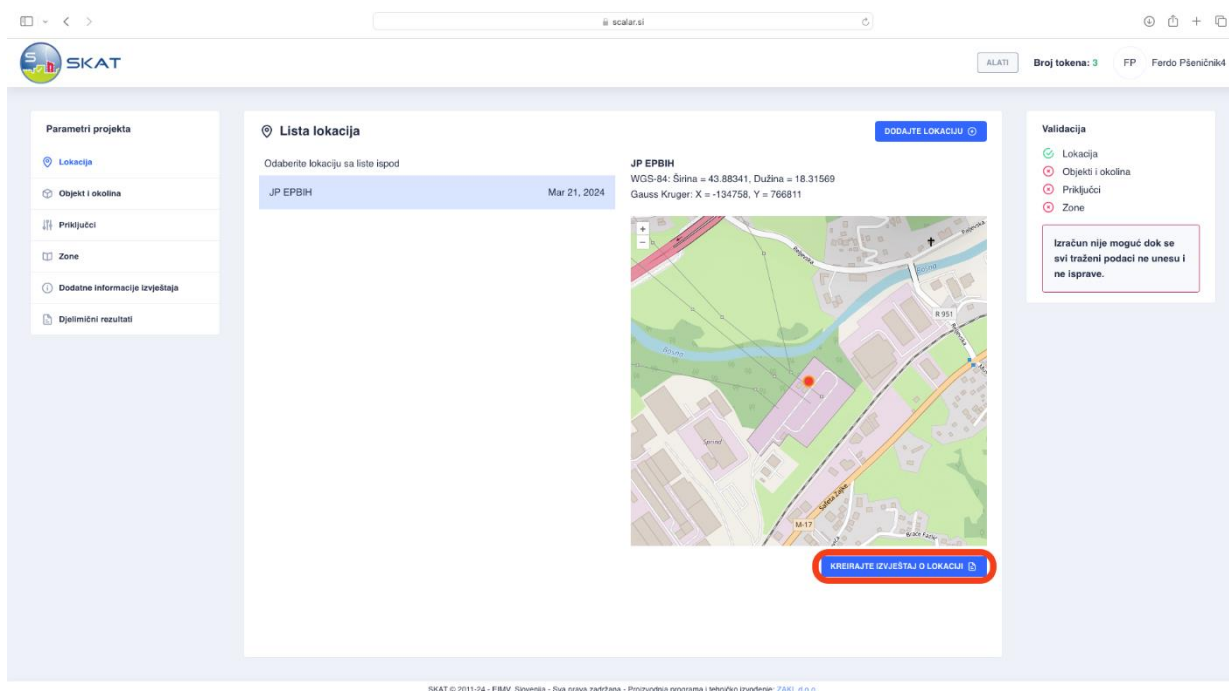
Slika 3.5: Izbor lokacije

Ako želite učitati postojeći projekt, odaberite »**Učitaj projekt**« iz početnog prozora (vidi sliku 3.4). To će otvoriti prozor gdje možete odabrati datoteku projekta u JSON formatu. Nakon što odaberete datoteku, kliknite na gumb »**Učitaj**«.



Slika 3.6: Učitaj već postojeći projekt

Odabrana lokacija će se pojaviti u »**Listi lokacija**« u oba slučaja, omogućujući vam da kliknete na gumb »**Generiraj izvještaj lokacije**«. Izvještaj će automatski biti generiran u PDF formatu sadržavajući podatke o gustini munja za odabranu lokaciju. Da biste nastavili s izračunom rizika za odabranu lokaciju, idite na opciju »**Objekt i okolina**« u lijevom meniju i slijedite upute u odjeljku 3.4.

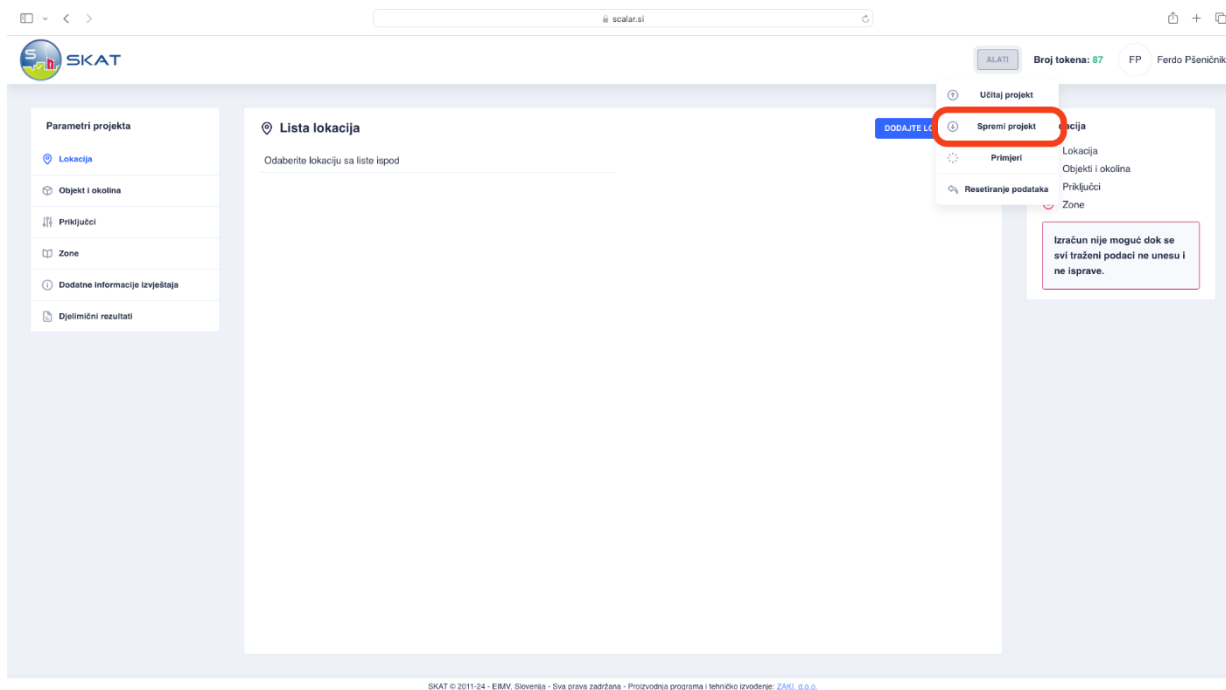


Slika 3.7: Potvrda lokacije i stvaranje izvještaja

### 3.3 Čuvanje i nastavak sa sačuvanim projektom

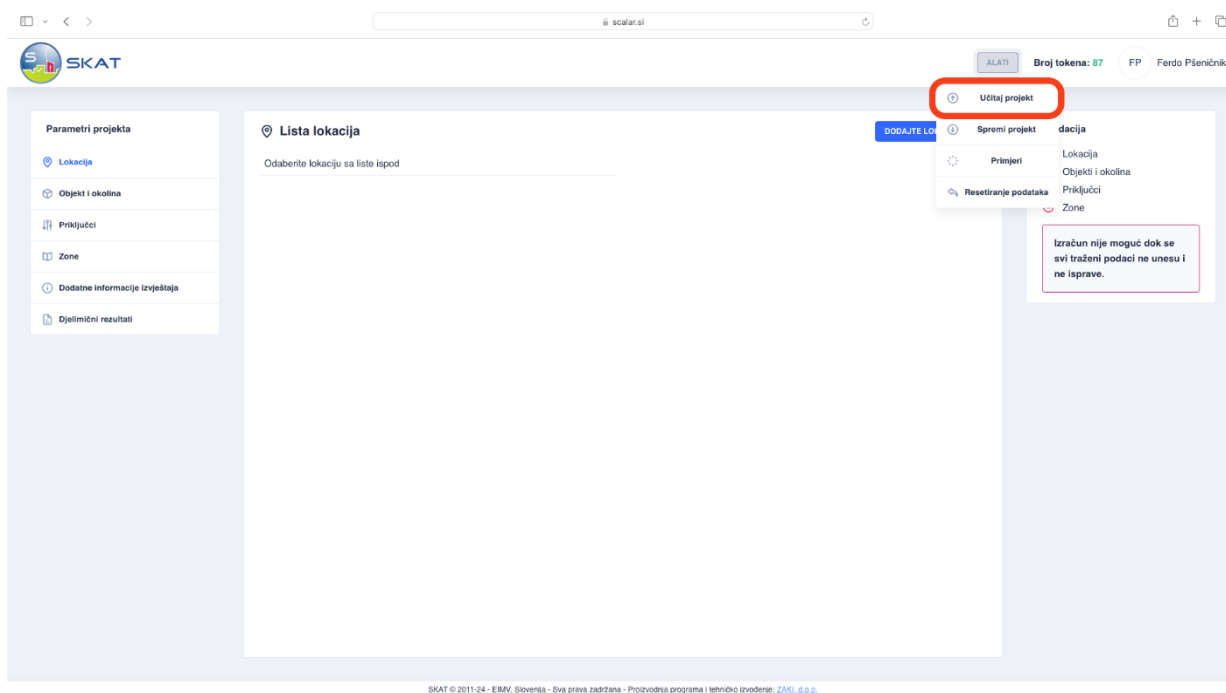
Ako niste mogli završiti projekt, program vam omogućuje, da ga sačuvate i nastavite kasnije bez potrebe za korištenja dodatnog SKAT tokena.

Da biste sačuvati projekt, odaberite gumb »**Alati**« u alatnoj traci, a zatim kliknite »**Sačuvaj projekt**«.



Slika 3.8: Čuvanje početnog projekta

Da biste nastavili sa sačuvanim projektom, ponovo odaberite »**Alati**«, a zatim »**Učitaj projekt**«. Odaberite odgovarajuću datoteku projekta (podržani format datoteke: JSON) i kliknite »**Učitaj**«.



Slika 3.9: Izbor i nastavak sačuvanog projekta

### 3.4 Izračunavanje rizika za odabranu lokaciju

Prije nego što počnete s procjenom rizika za odabranu lokaciju, ključno je unijeti specifične parametre koji definiraju objekt o kojem je riječ.

Unutar menija *Parametri projekta* s lijeve strane navigirajte do »Objekt i okolina« i pružite osnovne detalje o objektu i njegovoj okolini. Osigurajte da ključna polja kao što »Dužina«, »Širina« i »Visina objekta« budu tačno popunjena. Za objekte složenih oblika, unesite ukupnu površinu u predviđeno polje.

The screenshot shows the SKAT software interface. On the left, a sidebar menu under 'Parametri projekta' has 'Objekt i okolina' highlighted with a red rectangle. The main workspace is titled 'Objekt i okolina'. It contains several input sections: 'Dimenzije strukture' with fields for Dužina (L), Širina (W), Visina (H), and Površina za prikupljanje (A<sub>aj</sub> [m²]); 'Ostali atributi objekta' with a dropdown for 'Magnetsko ogrjeđivanje na granicama zgrade (K<sub>aj</sub>)'; 'Zaštitne mjere objekta' with a dropdown for 'Razred LPS (P<sub>aj</sub>)'; and 'Utjecaji na okoliš' with fields for 'Lokacija: JP EPBiH' and 'Vrijednost gustoće munja (N<sub>aj</sub>): 0,944 munja/km²/godino'. A validation panel on the right, titled 'Validacija', shows status indicators for 'Lokacija' (green check), 'Objekt i okolina' (red circle), 'Priključci' (red circle), and 'Zone' (red circle). A message box states: 'Izračun nije moguć dok se svi traženi podaci ne unesu i ne isprave.' At the bottom, a small copyright notice reads: 'SKAT © 2011-24 - EIMV, Slovenija - Sva prava zadržana - Proizvodnja programa i tehničko izvođenje: ZAKI d.o.o.'

Slika 3.10: Izbor karakteristika objekta i okoline

Zatim, uzimajući u obzir magnetsko štíćenje na perimetru zgrade, odaberite odgovarajući tip objekta iz dostupnih opcija:

- 1: Standardna struktura (kuća, komercijalna zgrada, ...)
- 0.0001: Specijalizirana struktura sa snažnim magnetskim štíćenjem (antenski toranj, ...)
- Ostala vrijednost

U slučaju da polje za magnetsko štíćenje ostane neodabrano, zahtijevajući ručni unos, obavezno pružite potrebne podatke. Ako induksijska petlja prolazi bliže štítu od propisane sigurnosne udaljenosti, prilagodite vrijednost  $K_{s1}$  prema potrebi. Za udaljenosti unutar raspona od 0,1  $w_m$  in 0,2  $w_m$ , udvostručite vrijednost  $K_{s1}$ , gdje  $w_m$  predstavlja širinu mreže štita.

Nadalje, odaberite »Klasa LPS«, označavajući nivo zaštite objekta:

- 1: Zgrada bez LPS zaštite
- 0.2: Zgrada osigurana sa LPS klasom IV zaštite
- 0.1: Zgrada osigurana sa LPS klasom III zaštite
- 0.05: Zgrada osigurana sa LPS klasom II zaštite
- 0.02: Zgrada osigurana sa LPS klasom I zaštite
- 0.01: Zgrada opremljena sistemom zaštite od munje koji odgovara nivou 1 zaštite
- 0.001: Zgrada s metalnim krovom ili sistemom zaštite od munje koji može uključivati pomoćne sisteme zaštite od munje

Dodatno, odredite »**Faktor smještaja**« objekta:

- 0.025: Okružen višim strukturama i drvećem
- 0.05: Okružen strukturama ili drvećem slične ili manje visine
- 1: Samostalna struktura bez obližnjih objekata
- 2: Izolirana struktura postavljena na vrhu brda ili nasipa

Nakon što su osnovni parametri objekta i njegove okoline uspostavljeni, potrebno je identificirati veze unutar objekta i specificirati njihove atribute. To se može postići putem menija »**Veze**« s lijeve strane.

Slika 3.11: Izbor parametara priključka

Prvo odredimo »**Ime veze**«, a zatim u polju »**Faktor transformatora**« specificiramo tip veze. Izaberite jednu od sljedećih opcija:

- 1: Telekomunikacijska linija
- 1: Linija napajanja
- 0.2: Linija napajanja s transformatorom s dva namotaja

U polju »**Dužina veze**« unesite dužinu linije od našeg objekta do tačke povezivanja (ormarić, transformator, ...).

Zatim, u polju »**Provodljivost linija**«, unesite podatke o zaštiti linija. Ako je linija zaštićena, možete odabrati da li su zaštita linije i oprema povezani na istu sabirnicu za izjednačavanje potencijala i u polja »**Otpornost zaštite po dužini kabela**« unesite otpornost zaštite u omima.

U polju »**Faktor instalacije**« odredite da li je riječ o nadzemnoj ili podzemnoj liniji. Izaberite jednu od sljedećih:

- 1: Nadzemna linija
- 0.5: Podzemna linija
- 0: Ukopani kablovi su u potpunosti unutar mreže uzemljenja

U polju »**Faktor okoline**« odaberite okruženje u kojem se naš objekt nalazi. Izaberite jednu od sljedećih:

- 1: Ruralno
- 0.5: Predgrađe
- 0.1: Urbano
- 0.01: Urbano s visokim zgradama

Na kraju specificirajte »**Izdržljivi napon unutarnjeg sistema**«, »**Dimenzije susjedne zgrad**« i »**Faktor smještaja susjedne zgrade**«.

Broj veza objekta može se povećati ili smanjiti klikom na gumb »Dupliciraj« ili »Dodaj«. Za svaku vezu posebno moraju se odrediti specifični parametri i karakteristike opisani iznad.

Svaki objekt može imati dodijeljene različite zone, jer svaka zona ima specifične parametre ili nivoe zaštite ovisno o važnosti zone (na primjer, arhiva ima viši nivo zaštite od predvorja ili stepeništa). Stoga, u kratici »Zone« specificiramo broj zona sadržanih u našem objektu to znači broj dijelova zgrade s različitim nivoima zaštite, broj veza ili drugih parametara. Broj zona može se lako povećati klikom na gumb »Dupliciraj« ili »Dodaj«. Za svaku zonu posebno moraju se unijeti specifični parametri karakteristični za tu zonu.

The screenshot displays the 'Zone' configuration interface in the SKAT software. On the left, a sidebar lists project parameters, with 'Zone' selected and highlighted by a red rectangle. The main workspace is titled 'Zone' and contains several sections for defining zone characteristics. These include:
 

- Mjere zaštite od udara i koraka (udar groma u zgradu) ( $P_{za}$ )**: Radio buttons for protection levels (1: Bez zaštite, 0.1: Upozorenja, 0.01: Električna izolacija izloženih vodiča za praznjenje, 0.01: Odgovarajuće izjednačavanje potencijala szemljenja, 0: Fizička ograničenja).
- Mjere protiv posljedica požara ( $r_{p,z}$ )**: A dropdown menu.
- Broj osoba u zoni (L1 - gubitak ljudskih života) ( $n_{z,L1}$ )**: Input field with value 1.
- Vrijeme u kojem su osobe prisutne u zoni (L1 - gubitak ljudskih života) ( $t_{z,L1}$ )**: Input field with value 8760 sati/godina.
- Broj osoba koje zona opslužuje (L2 - gubitak javnih usluga) ( $n_{z,L2}$ )**: Input field with value 1.
- Ukupno vrijeme opsluživanja (L2 - gubitak javnih usluga) ( $t_{z,L2}$ )**: Input field with value 8760 sati/godina.
- Trošak gubitka životinja u zoni ( $c_{z,j}$ )**: Input field with value 0.
- Trošak zgrade u zoni ( $c_{z,z}$ )**: Input field with value 0.
- Trošak gubitka sadržaja u zoni ( $c_{z,s}$ )**: Input field with value 0.
- Trošak gubitka sistem u zoni ( $c_{z,s}$ )**: Input field with value 0.
- Trošak gubitka kulturne baštine u zoni ( $c_{z,b}$ )**: Input field with value 0.
- Gubitak ljudskih života (L1)**: Dropdown menu for 'Gubitak zbog fizičke štete ( $L_{1,1}$ )'.
- Gubitak javnih usluga (L2)**: Dropdown menu for 'Gubitak zbog fizičke štete ( $L_{2,1}$ )'.
- Gubitak kulturne baštine (L3)**: Dropdown menu for 'Gubitak zbog fizičke štete ( $L_{3,1}$ )'.
- Gubitak ekonomske vrijednosti (L4)**: Dropdown menu for 'Gubitak zbog fizičke štete ( $L_{4,1}$ )'.
- Priključak 1 u zoni**: Dropdown menu for 'Vrsta unosnog instalacije ( $K_{u,1}$ )'.
- Koordinirana prenaponska zaštita SPD ( $P_{u,1}, P_{s,1}$ )**: Dropdown menu.
- Mjere zaštite od dodira i koraka (udar groma u napašujući vodi) ( $P_{n,z}$ )**: Radio buttons for protection levels (1: Bez zaštite, 0.1: Upozorenja, 0.01: Električna izolacija izloženih vodljivih dijelova, 0.01: Pravilno izjednačavanje potencijala, 0: Fizička ograničenja).

 A validation panel on the right indicates that calculations cannot be performed until all required data is entered.

Slika 3.12: Izbor zona objekta

Svaka zona se proizvoljno imenuje unosom imena zone u polje »Ime zone«. Važno je pravilno odabrati »Vrstu tla ili podloge« na kojoj se ova zona nalazi, jer provodljivost u slučaju udara munje ovisi o tome. Izaberite jednu od sljedećih opcija:

- 0.01: Poljoprivredno zemljište, beton
- 0.001: Mramor, keramika
- 0.0001: Pijesak, tkanina, tepih
- 0.00001: Asfalt, linoleum, drvo

Zatim odredimo »Zaštitne mjere za dodirni i korak napon« u našoj zoni. Izaberite jednu od sljedećih opcija:

- 1: Bez zaštite
- 0.1: Znakovi upozorenja
- 0.01: Električna izolacija izloženih vodljivih dijelova
- 0.01: Pravilno izjednačavanje potencijala
- 0: Fizička ograničenja

Uzimajući u obzir aktivnost koja se odvija unutar zone, također određujemo »**Rizik od požara u zoni zgrade**«:

- 1: Rizik od eksplozije, Zone 0, 20 i teško eksplozivno
- 0.1: Rizik od eksplozije, Zone 1, 21
- 0.001: Rizik od eksplozije, Zone 2, 22
- 0.1: Visok rizik od požara
- 0.01: Uobičajeni rizik od požara
- 0.001: Nizak rizik od požara
- 0: Bez rizika od požara ili eksplozije

I mjere »**Posledice požara**«:

- 1: Bez mjera
- 0.5: Aparati za gašenje požara, ručni sustavi za gašenje požara, ručni sustavi za dojavu požara, hidranti, vatrogasni zidovi, vatrogasne stepenice
- 0.2: Automatski sustavi za gašenje požara, automatski sustavi za dojavu požara

Također možemo specificirati »**Poseban rizik**«:

- 1: Bez posebnih rizika
- 2: Nizak nivo panike (zgrada s dva stubišta, manje od 100 osoba)
- 5: Prosječan nivo panike (zgrade za kulturne i sportske događaje s 100 do 1000 sudionika)
- 5: Otežana evakuacija ljudi (npr. Bolnice)
- 10: Visok nivo panike (sportski i kulturni objekti s više od 1000 sudionika)

Za svaku zonu također određujemo »**Broj osoba u zoni**« i »**Vrijeme koje osobe provode u zoni**«.

Za izračun troškova gubitka u svakoj zoni definiramo »**Troškove gubitka životinja**«, »**Troškove gubitka zgrada**«, »**Troškove gubitka sadržaja**«, »**Troškove gubitka sistema i kulturnog naslijeđa**«.

Svaka vrsta štete može samostalno ili u kombinaciji s drugim događajima rezultirati posljedičnim gubitkom koji zahtijeva osiguranje. Vrsta gubitka ovisi o karakteristikama objekta i pojedinačnih zona te njihovog sadržaja. Bitno je odrediti parametre za gubitak ljudskih života. Za »**Gubitak zbog fizičke štete**« analiziramo rizik od gubitka ljudskih života zbog oštećenja zgrade (na primjer, živote ljudi u zgradi gdje postoji rizik od eksplozije zbog štete koja bi ugrozila zgradu).

Možemo birati iz sledećih opcija:

- 0.1: Rizik od eksplozije
- 0.1: Bolnice, hoteli, škole, javne zgrade
- 0.05: Pozorišta, crkve, muzeji
- 0.02: Industrijske i komercijalne zgrade
- 0.01: Ostale zgrade
- 0: Bez štete

Također identificiramo »**Gubitke zbog oštećenja unutarnjih sistema**«. Ovdje procjenjujemo rizik od gubitka ljudskih života rezultirajući iz kvara unutarnjih sistema (na primjer, život pacijenta u operacionoj sali ovisi o radu uređaja; kvar ovih uređaja može ugroziti život pacijenta). Određujemo sljedeće razine rizika:

- 0.1: Rizik od eksplozije
- 0.01: Bolnica – intenzivna njega i operaciona sala
- 0.001: Ostali dijelovi bolnice
- 0: Bez štete

Kada određujemo »**Gubitke zbog fizičke štete**« koji utječu na objekte javne usluge (na primjer, električne vodove, plinovode, vodovode itd.). biramo iz sljedećih opcija:

- 0.1: Opskrba plinom, vodom, električnom energijom
- 0.01: TV, telekomunikacije
- 0: Bez štete

Također »**Gubitci zbog štete na unutarnjim sistemima**« definiramo gubitke javne opskrbe, ovaj put ne zbog oštećenja samog objekta, već zbog kvara unutarnjih sistema na kojima opskrba ovisi (na primjer, kvar glavnog kontrolnog računala). U ovom slučaju možemo birati iz sledećih opcija:

- 0.1: Opskrba plinom, vodom, električnom energijom
- 0.01: TV, komunikacije
- 0: Bez štete

Također možemo zabilježiti gubitke kulturnog naslijeđa, posebno zbog fizičke štete, jer oštećenje zgrade može rezultirati uništenjem kulturnog naslijeđa (na primjer, artefakti u muzeju mogu izgorjeti u požaru). Ovdje možemo birati iz sljedećih opcija:

- 0.1: Muzeji, galerije
- 0: Bez štete

Moramo također odrediti gubitke ekonomske vrijednosti, ponovno zbog »**Fizičke štete**«, birajući iz sljedećih opcija:

- 1: Rizik od eksplozije
- 0.5: Bolnice, industrijske zgrade, muzeji, poljoprivreda
- 0.2: Hoteli, škole, uredske zgrade
- 0.1: Ostale zgrade
- 0: Bez štete

Dalje specificiramo »**Gubitke zbog oštećenja unutarnjih sistema**«, birajući iz sljedećih opcija:

- 0.1: Rizik od eksplozije
- 0.01: Bolnice, industrijske i komercijalne zgrade, hoteli
- 0.001: Muzeji, poljoprivreda, škole
- 0.0001: Ostale zgrade
- 0: Bez štete

Na kraju definiramo karakteristike veza. Ako imamo više veza, karakteristike svake od njih određujemo zasebno. Ovdje određujemo »**Tip unutarnjeg ožičenja**«:

- 1: Nezaštićeni kabel – bez mjera za izbjegavanje petlji
- 0.2: Nezaštićeni kabel – mjere za izbjegavanje velikih petlji
- 0.01: Nezaštićeni kabel – mjere za izbjegavanje petlji
- 0.0001: Zaštićeni kablovi i kablovi u metalnim cijevima

Zatim određujemo »**Koordiniranu zaštitu od prenapona SPD**« koju imamo:

- 1: Bez SPD
- 0.05: Zaštita od udara munje nivo III-IV
- 0.02: Zaštita od udara munje nivo II
- 0.01: Zaštita od udara munje nivo I
- 0.005: [BILJEŠKA 3]

Možemo odabrati više opција za »**Zaštitne mjere protiv dodirnog i korak napona u dovodnoj liniji u slučaju udara munje**«:

- 1: Bez zaštite
- 0.1: Upozoravajući znakovi
- 0.01: Električna izolacija izloženih spustnih vodiča
- 0: Fizička ograničenja



U lijevom meniju odaberite opciju »**Dodatne informacije o izvještaju**«, gdje možete unijeti dodatne podatke kao što su »**Investitor projekta**«, »**Naziv objekta**«, »**Broj načrta**«, »**Broj projekta**« i »**Odgovorni projektant**«. Iako ovi detalji nisu ključni za izračunavanje rizika, služe kao dodatne informacije u izvještaju.

Slika 3.13: Izbor dodatnih informacija

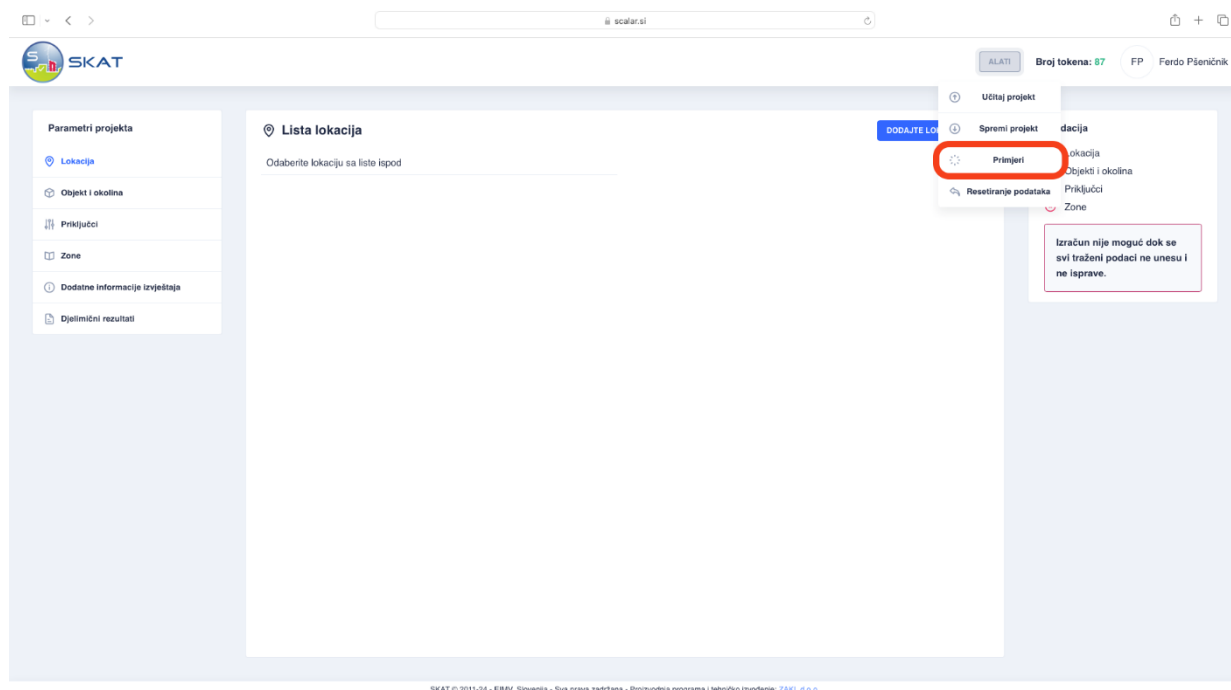
Kada su svi potrebni parametri za izračunavanje rizika našeg objekta određeni, odaberite opciju »**Preliminarni rezultati**« iz lijevog menija. Ovdje možete pregledati izračunate faktore rizika za gubitak ljudskih života, javne opskrbe, kulturnog naslijeđa i ekonomskog gubitka.

RIZIK	OPASNI DOGAĐAJI	POVRŠINE ZA PRIKUPLJANJE
R1	Z1	SUM
R1A	$1,948 \times 10^{-6}$	$1,948 \times 10^{-6}$
R1B	0	0
R1C	0	0
R1M	0	0
R1U	0	0
R1V	0	0
R1W	0	0
R1Z	0	0
SUM	$1,948 \times 10^{-6}$	$1,948 \times 10^{-6}$
R2	Z1	SUM
R2A	0	0
R2B	$9,739 \times 10^{-6}$	$9,739 \times 10^{-6}$
R2C	0	0
R2M	0	0
R2U	0	0

Slika 3.14: Prikaz međurezultata

ko su svi faktori u desnom prozoru prikaza označeni zelenom bojom, to ukazuje da je naš objekt dobro zaštićen i da su faktori rizika za pojedinačne gubitke unutar propisanih granica. Ako su neki od faktora označeni crvenom bojom, to ukazuje da određeni parametri objekta, veze i zone zahtijevaju dodatnu provjeru i kontinuirano praćenje izračuna preliminarne rezultata. Kad su svi faktori označeni zelenom bojom na temelju modificiranih parametara, pronašli smo rješenje gdje su svi faktori rizika unutar propisanih granica. Ako smo zadovoljni rezultatima faktora rizika, program automatski generira izvještaj sa svim rješenjima i preliminarne rezultate jednim klikom na gumb »**Kreiraj izvještaj o riziku**«, koji počinje automatski preuzimati i može se naći u mapi za preuzimanja.

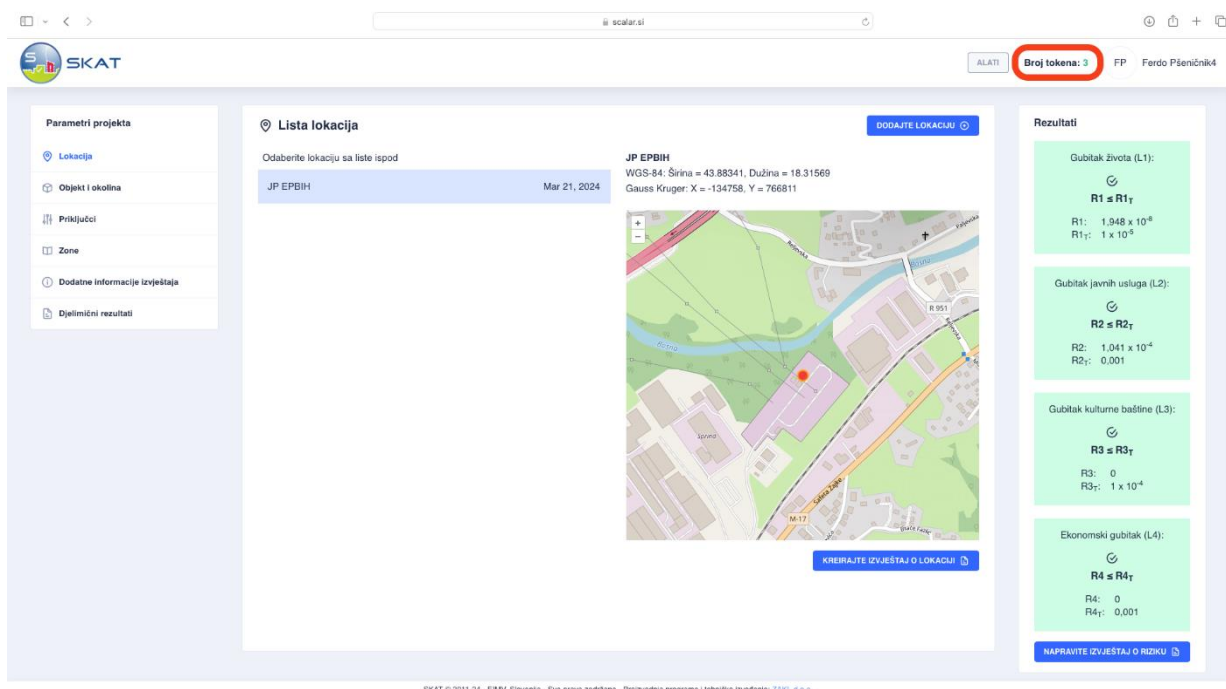
Da biste pojednostavili izračun, možete kliknuti na gumb »**Alati**« na alatnoj traci i odabrati opciju »**Primjeri**«. Ovdje ćete pronaći predefinirane vrste zgrada, kao što su seoska kuća, uredska zgrada, bolnica ili stambeni kompleks. Program će automatski učitati unaprijed postavljene vrijednosti za odabrani tip objekta, kako je definirano standardom. Odaberite željeni testni slučaj i potvrdite ga sa klikom na gumb »**Učitaj**«.



Slika 3.15: Učitavanje primjera

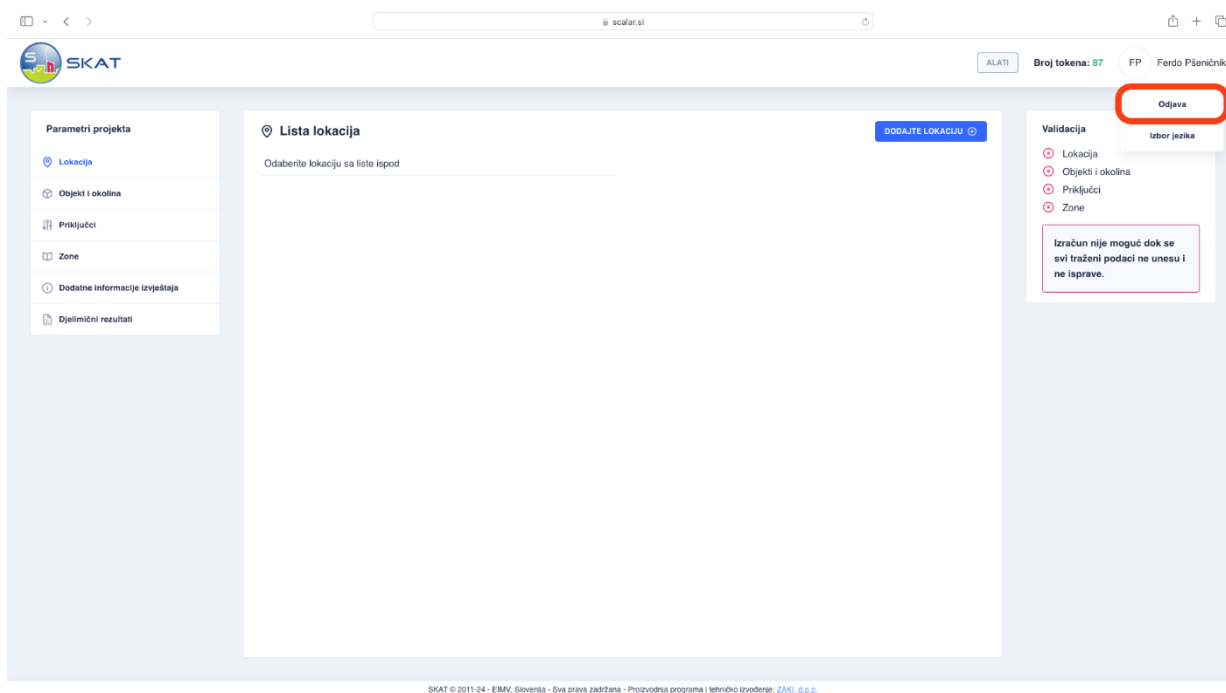
### 3.5 Odabir nove lokacije, pomoć i odjava iz sistema

Za završetak trenutnog projekta i izvođenje procjene rizika za drugu lokaciju, odaberite opciju »**Lokacija**« u lijevom meniju i kliknite na gumb »**Dodaj lokaciju**«. To otvara novi prozor za odabir lokacije (vidi Poglavje 3.2). Kada birate novu lokaciju, oduzet će se jedan SKAT token. Informacije o »**Broju tokena**« mogu se pronaći na vrhu prozora.



Slika 3.16: Broj žetona koju su još na raspolaganju

Kada završite s korištenjem aplikacije, važno je pravilno se odjaviti. To činite klikom na vaše ime u gornjem desnom kotu i odabirom opcije »**Odjava**«.



Slika 3.17: Odjava iz sistema

## Dodatak

### 4.1 Opće informacije o sistemu SCALAR

Sistem SCALAR za automatsku lokalizaciju atmosferskih pražnjenja uspostavljen je 1998. godine od tad prikuplja podatke o udarima munja između oblaka i zemlje na zapadnom Balkanu.



Slika 4.1: Lokacije senzora sistema SCALAR

Zabilježeni udar munje ima nekoliko parametara. Numerički podaci koji ga definiraju uključuju:

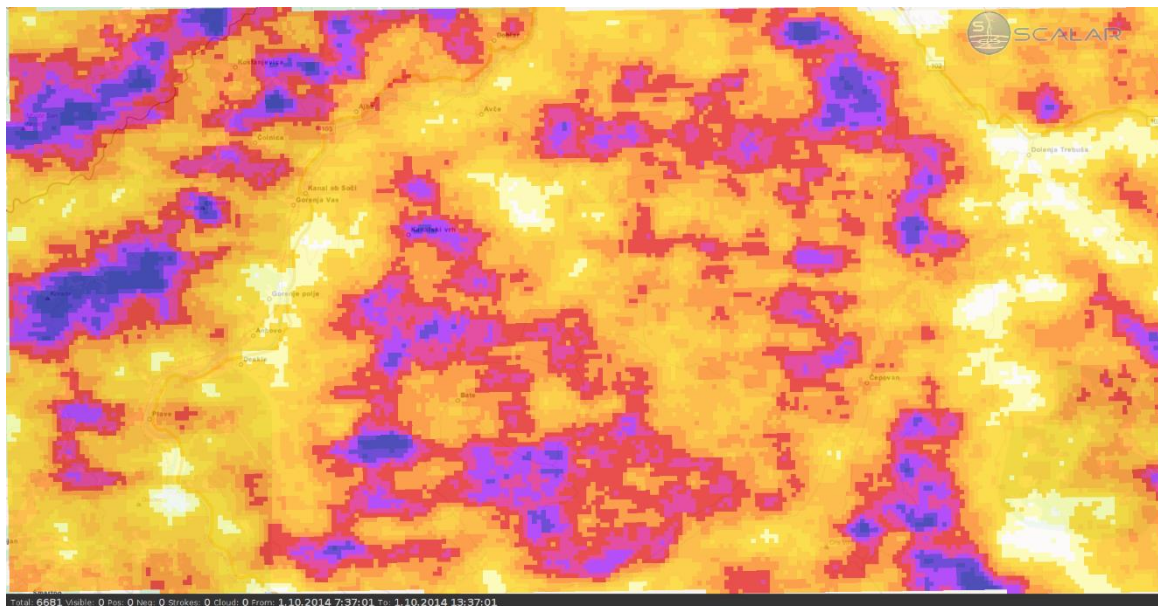
- Vremensku oznaku udara,
- Geografsku širinu i dužinu lokacije,
- Amplitudu struje u kA,
- Broj povratnih udara i
- Parametri kvalitete podatka.

Glavni parametri koji ukazuju na kvalitetu sistema su preciznost i efikasnost detekcije. Analize pokazuju da sistem SCALAR pruža preciznost lokacije unutar 150 metara, dok efikasnost detekcije prelazi 98% za munje sa strujom većom od 5 kA.

Za više informacija o sistemu SCALAR posjetite web stranicu: <http://www.scalar.si>

### 3.2 Mapa gustine munja

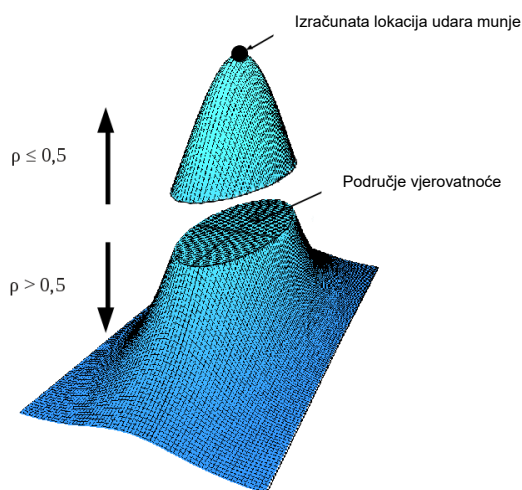
Gustina munja služi kao primarni pokazatelj stepena izloženosti atmosferskim pražnjenjima. Gustina munja odražava prosječan broj atmosferskih pražnjenja tokom produženog perioda unutar specifičnog geografskog područja, izraženo kao broj udara po kvadratnom kilometru po godini [udara/km<sup>2</sup>/godini].



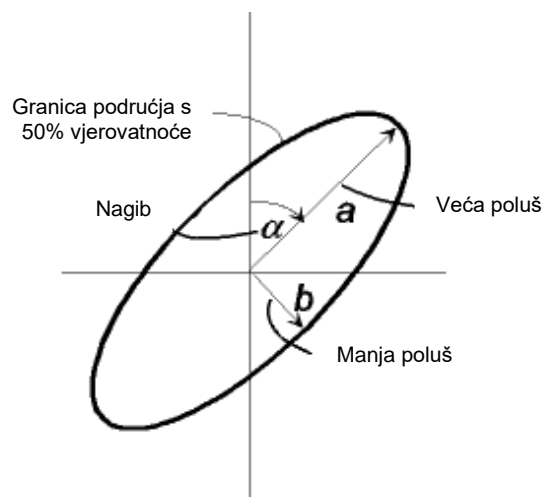
Slika 4.2: Mapa gustine munja

### 3.3 Izračunavanje gustine udara munje metodama koje uzimaju u obzir elipsu greške

Mjesto udara munje je obično točkasti događaj (osim u slučaju razgranate munje), ali SCALAR sistem može odrediti samo najvjerovatniju tačku (koordinatu) udara. Neizvjesnost rezultata se prikazuje elipsom, koju nazivamo elipsa pouzdanosti. Elipsa greške je definirana većom i manjom osom te kutom nagiba. Ona predstavlja presjek trodimenzionalnog Gaussovog omotača koji uključuje slučajne uticaje u rotiranom ortogonalnom sistemu podložnom normalnoj distribuciji. Manji raspon mjernih rezultata po svakoj osi rezultira manjim osama i manjom veličnom elipse. Dakle, manja površina elipse ukazuje na manju neizvjesnost procijenjene lokacije atmosferskog pražnjenja.



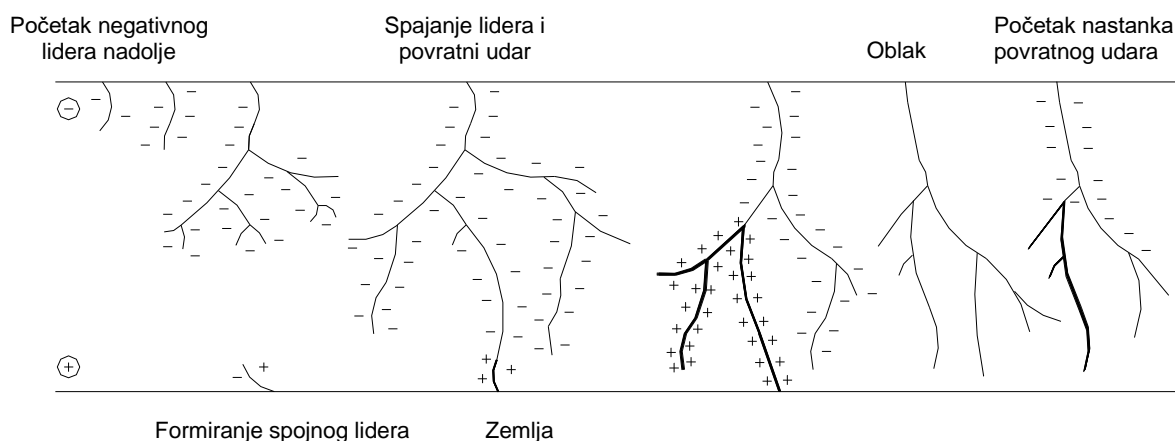
Slika 4.3: Ogrinjač vjerovatnosti lokacije



Slika 4.4: Elipsa greške s poluosama a i b te kutom  $\alpha$

### 3.4 Formiranje munje

Električna snaga zraka miješanog s vodenim kapima iznosi oko 10 kV/cm (za usporedbu, suhi zrak ima oko 30 kV/cm). Kad električna snaga premaši tu kritičnu vrijednost, dolazi do ionizacije zraka. Budući da je električno polje unutar oblaka obično jače nego na tlu, munja se počinje formirati u zraku. U određenim uslovima, iz streamera se formira tzv. lider, koji se iz donjeg dijela oblaka, bogatog negativnom elektrinom, brzo širi prema Zemlji. Lider ionizira zrak na svojoj putanji, stvarajući negativno nabijene kanale. Domet lidera obično je između 5 i 5 m. Brzina kretanja lidera nije konstantna i znatno je manja od brzine svjetlosti, tipično oko 0,1% brzine svjetlosti. Kroz kanal lidera teče električna struja relativno male jačine, oko 20 mA, zbog visokog otpora kanala koji iznosi 145 MΩ. Na tom mjestu obično nastaje više lidera koji zajedno s glavnim liderom tvore razgranatu strukturu kanala. Proces nastanka munje prikazan je na slici 4.5.



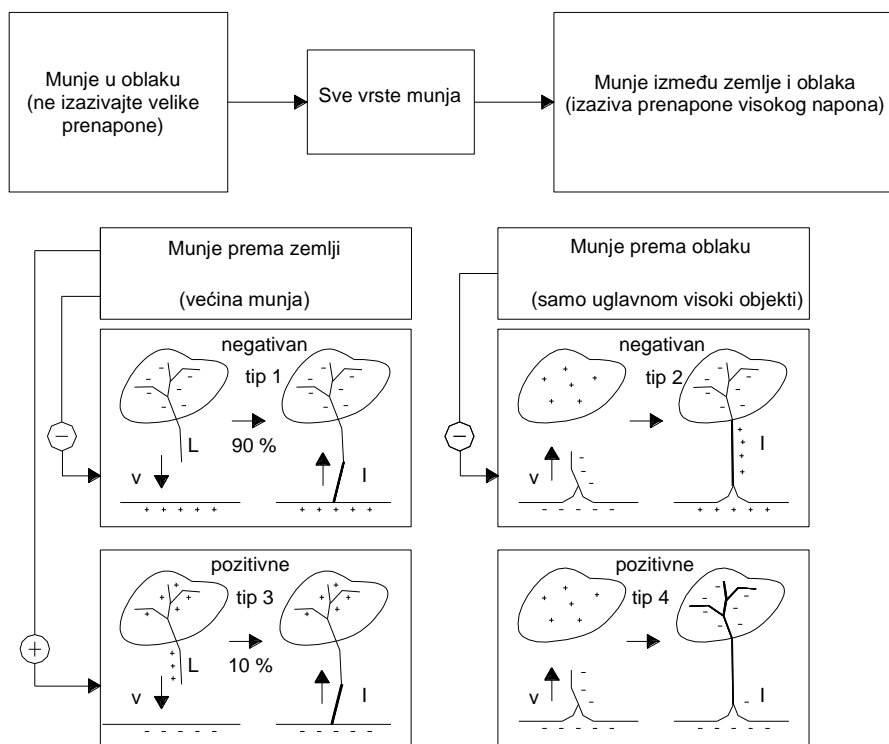
Slika 4.5: Potek nastanka munje (proširenje lidera i povratni udar)

Kada se lider približava tlu, počinje se formirati spojni lider, koji se širi u suprotnom smjeru od tla. Kada se primarni lider spoji s jednim od spojnih lidera, dolazi do povratnog udara. Struja u kanalu zatim brzo poraste na vrijednosti između 1 i 200 kA, temperatura unutar kanala dostiže tisuće Kelvina, a zagrijani zrak se brzo širi, stvarajući zvučni val poznat kao grom.

Pad napona unutar kanala je približno 60 V/cm. Brzina širenja povratnog udara je blizu širenja povratnoga udara je blizu 1/10 brzine svjetlosti. Trajanje visoke struje je otprilike između 200 i 500 μs, nakon čega pada na nižu vrijednost (npr. 1 kA), a zatim postepeno opada tijekom milisekundi. Tokom tog vremena, struje iz drugih naelektrisanih dijelova oblaka se usmjeravaju prema centralnom području pražnjenja. U dijelu oblaka gdje munja započinje, razmjena naboja povećava potencijalnu razliku u odnosu na druge dijelove s viškom negativnog naboja. To može dovesti do višestrukih pražnjenja između susjednih područja unutar oblaka. Time se formira novi lider, koji na svom putu prema Zemlji prvo prolazi kroz još uvijek vruć i ioniziran zrak unutar kanala. Brzina ovog novog lidera je znatno veća od prve. Kad dosegne tlo (ovog puta bez spojnog lidera), pokreće se povratni udar. Ovaj proces se može ponavljati, pri čemu svaki sljedeći udar ima uniformniji oblik od prethodnog. Trajanje početnog udara je uglavnom između 0,5 i 1 μs, a opadanje struje slijedi eksponencijalni trend. Promatranja pokazuju da je struja prvog udara obično najveća, iako u nekim slučajevima najveći tok može nastati tijekom drugog udara ili kasnije.

### 3.5 Vrste munja

Munje se razvrstavaju prema različitim kriterijima. Prvo, razlikujemo ih na osnovu lokacije: munje unutar oblaka, munje između oblaka i munje između oblaka i zemlje. Munje između oblaka i zemlje zatim dijelimo na pozitivne i negativne. Negativne munje su one koje pri pražnjenju odvođe negativni naboj iz oblaka i čine otprilike 90% svih munja između oblaka i zemlje. Munje između oblaka i zemlje mogu se dalje klasificirati kao penjajuće ili spuštajuće.



Slika 4.6: Različite vrste munja

Posebnost munje je njena izrazita nepredvidljivost. Predviđanje njenog pojavljivanja na određenoj mikrolokaciji je izuzetno teško. Sve procjene daju samo vjerojatnost da će se munje pojaviti na određenom području.