



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo, Ljubljana
Oddelek za vodenje in delovanje elektroenergetskih sistemov



NAVODILA ZA UPORABO



Lastniške opombe

JAVA® je blagovna znamka Sun Microsystems, Inc.
Internet Explorer je blagovna znamka Microsoft®.
Netscape Communicator je blagovna znamka Netscape®.

Naslov dokumenta: Navodila za uporabo spletne aplikacije **SKAT**

Izvajalec: **Elektroinštitut Milan Vidmar**,
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo,
Hajdrihova 2, Ljubljana

Avtorji navodil: Klemen Jevnikar
Goran Milev, dipl. inž. el.
mag. Stane Vižintin, univ. dipl. inž. el.

Tisk: **Elektroinštitut Milan Vidmar**

Datum izdelave: December 2019

Kazalo

1	Splošno o spletni aplikaciji SKAT	7
2	Programske, strojne in okoljske zahteve	8
2.1	Zahteve po programski opremi.....	8
2.1.1	Spletni Brskalniki.....	8
2.2	Zahteve po strojni opremi	8
2.3	Okoljske zahteve	8
2.3.1	Dostop do interneta.....	8
3	Uporaba spletne aplikacije SKAT.....	9
3.1	Prijava v spletno aplikacijo SKAT	9
3.2	Izbira lokacije in podatek o gostoti strel za izbrano lokacijo.....	10
3.3	Shranjevanje in nadaljevanje shranjenega projekta.....	12
3.4	Izračun tveganja za izbrano lokacijo	13
3.5	Izbira nove lokacije, pomoč in odjava iz sistema	20
4	Dodatek.....	22
4.1	Splošno o sistemu SCALAR	22
4.2	Karta gostote strel.....	23
4.3	Izračun gostote strel po metodi z upoštevanjem elipse napake	23
4.4	Nastanek strele	24
4.5	Vrste strel.....	24
5	Priloge.....	26
5.1	Priloga A: Poročilo o gostoti strel	26
5.2	Priloga B: Poročilo vodenje rizika – zaščita pred delovanjem strele	27



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana

Vodenje rizika - Zaščita pred delovanjem strele

Poročilo št.: SKAT-20141001-95143-33

Direktor

Ljubljana, 1.10.2014

dr. Boris Žitnik, univ. dipl. inž.el.



1 Splošno o spletni aplikaciji SKAT

Spletna aplikacija **SKAT** (*Spletni Kalkulator Tveganja*) je bila razvita z namenom, da lahko uporabnik za izbrano lokacijo naredi izračun tveganja in koordinira zaščito pred udarom strele. Uporabnik najprej izbere željeno lokacijo, za katero se na podlagi karte gostote strel izračuna gostota strel za izbrano območje. Na podlagi tega podatka, je uporabniku omogočen izračun tveganja za izbrano lokacijo in koordinacija zaščite, ki jo je potrebno opraviti, da je objekt varovan v skladu s standardom. Za zaščito proti udaru strele se uporablja standard EN 62305-2:2010 E.

2 Programske, strojne in okoljske zahteve

2.1 Zahteve po programski opremi

Na računalnik je za normalno delovanje spletne aplikacije **SKAT** potrebno namestiti Java vmesnik, ki prevzame izvajanje javanskih programov

2.1.1 Spletni Brskalniki

Znane delujoče različice so: Mozilla Firefox, Internet Explorer, Microsoft Edge

2.2 Zahteve po strojni opremi

Za izvajanje spletne aplikacije **SKAT** potrebujemo:

- računalnik Pentium 200 MHz ali slično zmogljiv,
- 64 MB delovnega spomina,
- barvni zaslon z 256 barvami resolucije vsaj 800 x 600 točk in
- miško.

2.3 Okoljske zahteve

2.3.1 Dostop do interneta

Za delo s spletno aplikacijo **SKAT** nujno potrebujemo dostop do interneta. Vrsta priklopa (*LAN, ADSL*) vpliva le na hitrost prenosa podatkov ne pa tudi na funkcionalnost. Potreben je le https protokol (*TCP 443*) na domeno www.scalar.si.

3 Uporaba spletne aplikacije SKAT

3.1 Prijava v spletno aplikacijo SKAT

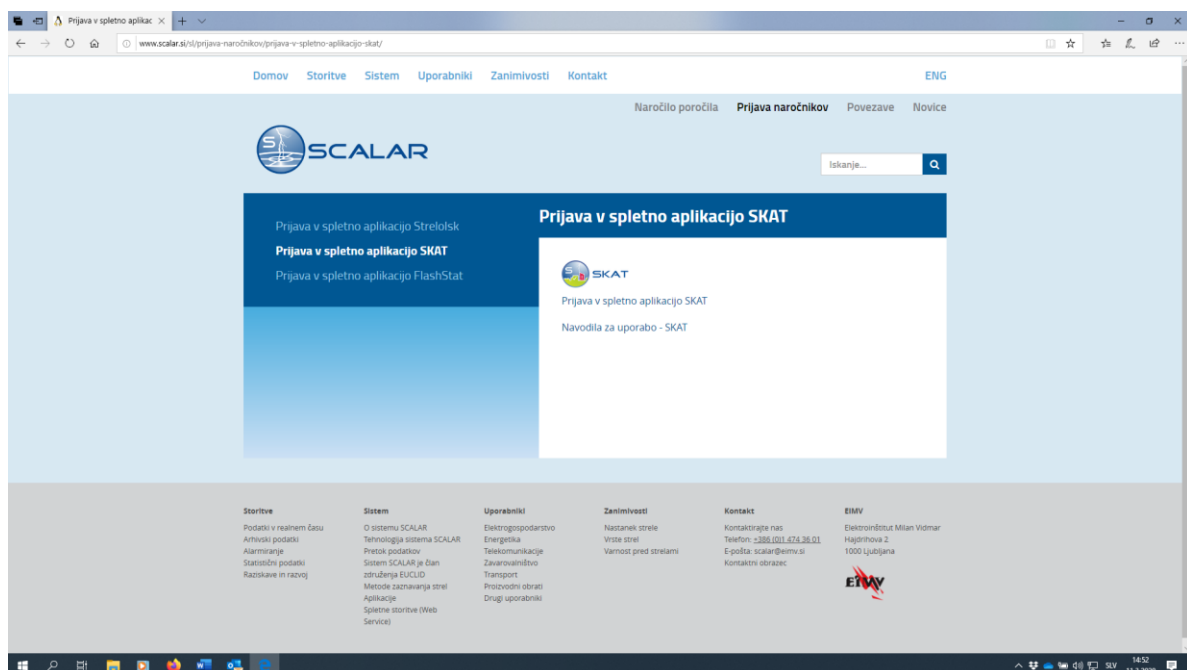
V brskalnik vnesemo spletni naslov <http://www.scalar.si/skat/login> ali pa do spletne aplikacije **SKAT** dostopamo preko domače strani sistema SCALAR www.scalar.si.

Na spletni strani v meniju na desni strani izberemo Prijava naročnikov.



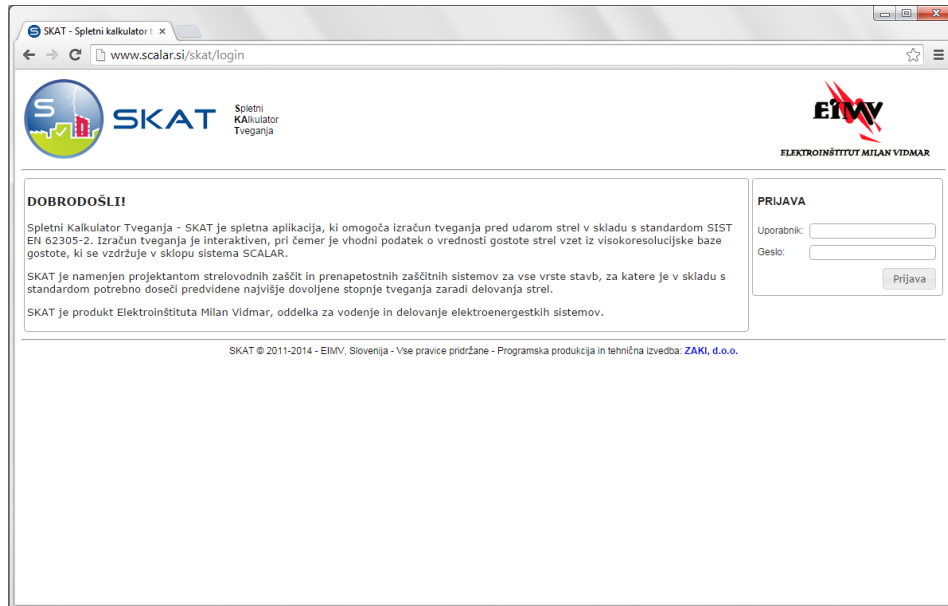
Slika 3.1 Domača stran sistema SCALAR

Na levi strani izberemo besedilo »Prijava v spletno aplikacijo SKAT«. Nato nam spletna stran omogoči privajo v aplikacijo ali prenos Uporabniških navodil.



Slika 3.2 Spletna stran za prijavo naročnikov

Za prijavo v spletno aplikacijo **SKAT** potrebujemo veljavno **uporabniško ime** in **geslo**, ki nam ga določi administrator aplikacije v skladu s predhodnim dogovorom. Ko vnesemo uporabniško ime in geslo kliknemo na gumb **prijava**.



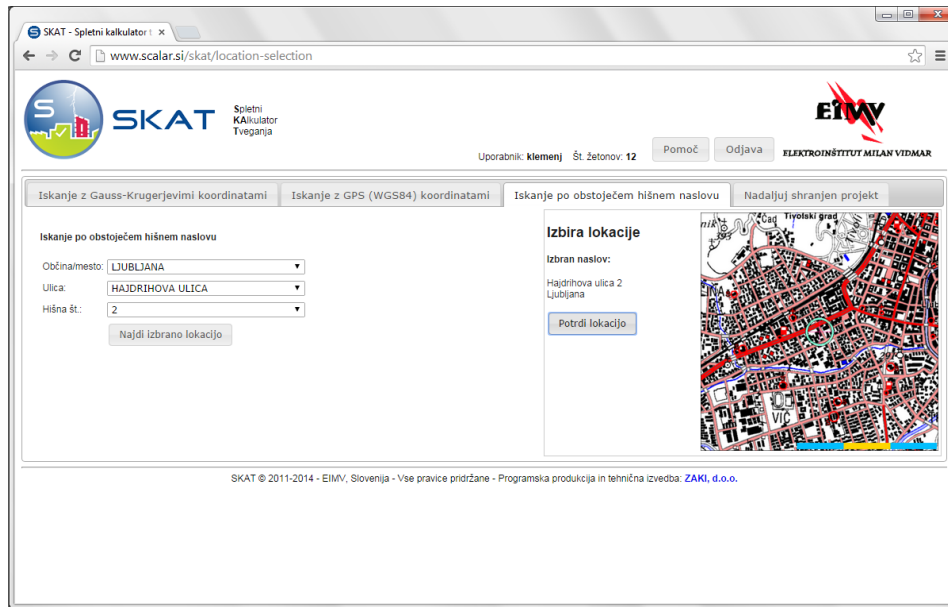
Slika 3.3 Prijava v spletno aplikacijo **SKAT**

3.2 Izbira lokacije in podatek o gostoti strel za izbrano lokacijo

Ko se uspešno prijavimo v aplikacijo začnemo z iskanjem lokacije, za katero želimo izračunati tveganje pred udarom strele. Program nam ponudi slednje možnosti za iskanje lokacije:

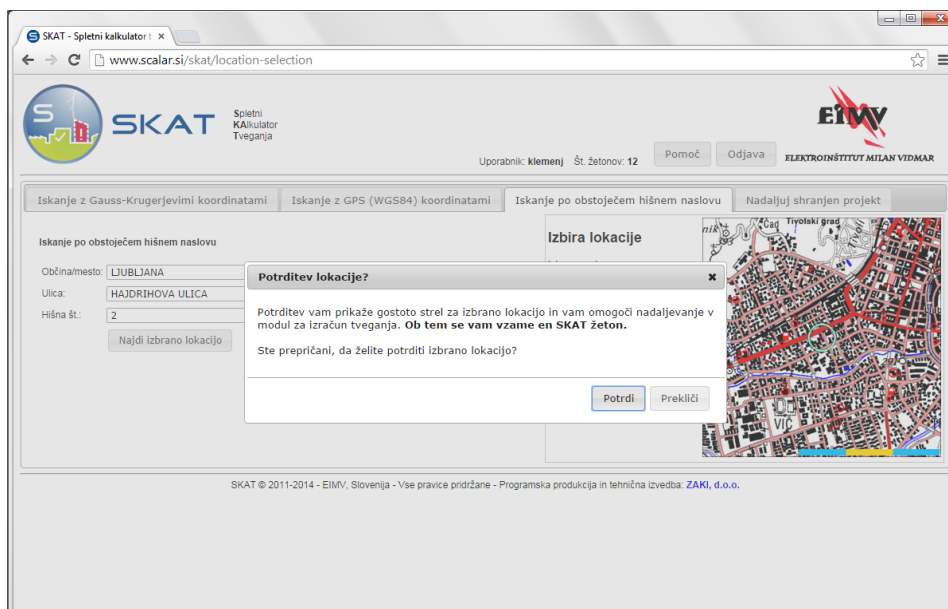
- Iskanje z Gauss-Krugerjevimi koordinatami
- Iskanje z GPS (WGS 84) koordinatami
- Iskanje po obstoječem hišnem naslovu
- Nadaljuj shranjen projekt

Izberemo eno izmed možnosti, vnesemo zahtevane podatke in iskanje potrdimo s klikom na gumb **Najdi izbrano lokacijo**. Ko vnesemo podatke o izbrani lokaciji, se na desni strani okna pojavi zemljevid z našo lokacijo, kjer se lahko prepričamo, da je to res lokacija, ki nas zanima. Ko se prepričamo, da je to naša izbrana lokacija kliknemo na gumb **Potrdi lokacijo**.



Slika 3.4 Izbira željene lokacije

Ko potrdimo izbrano lokacijo nas program obvesti, da se za nadaljevanje vzame en **SKAT žeton**. Za nadaljevanje kliknemo na gumb **Potrdi**. Število **SKAT** žetonov je odvisno od predhodnega nakupa.

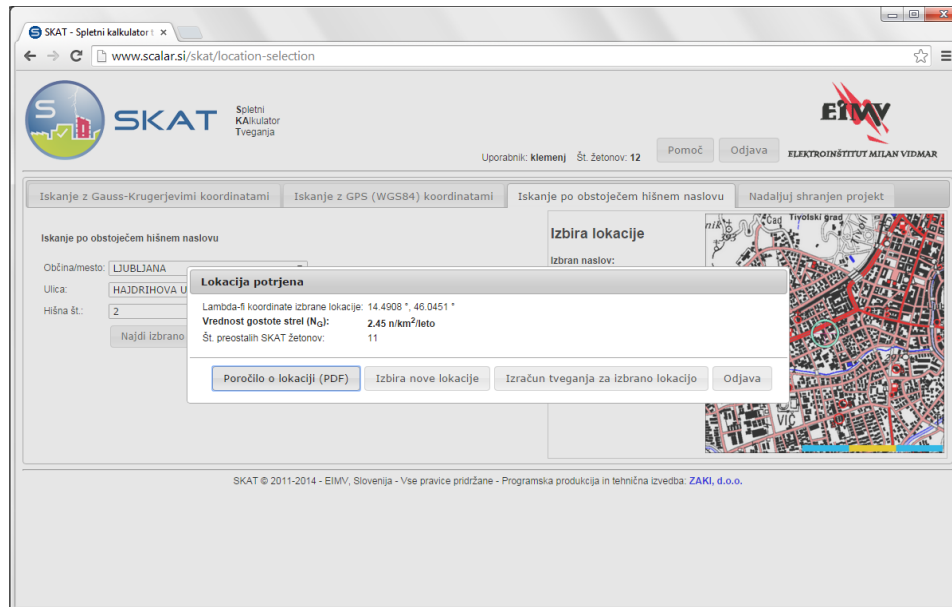


Slika 3.5 Potrditev lokacije in nadaljevanje v modul za izračun tveganja

Ko potrdimo izbrano lokacijo nam program poda podatek o gostoti strel za izbrano lokacijo in nam ponudi sledeče možnosti za nadaljevanje:

- Poročilo o lokaciji (PDF)
- Izbira nove lokacije
- Izračun tveganja za izbrano lokacijo
- Odjava

V kolikor nas je zanimal le podatek o gostoti strel za izbrano lokacijo, lahko program zapremo ali pa izberemo novo lokacijo. Vsakič ko izbiramo novo lokacijo se nam vzame en SKAT žeton. Če za izbrano lokacijo želimo poročilo o gostoti strel kliknemo na gumb **Poročilo o lokaciji (PDF)**. Poročilo se izdela avtomatično v PDF formatu in se odpre v novem zavihku. Vzorec poročila je priložen v prilogi A. V kolikor želimo nadaljevati z izračunom tveganja za izbrano lokacijo kliknemo na gumb **Izračun tveganja za izbrano lokacijo**.

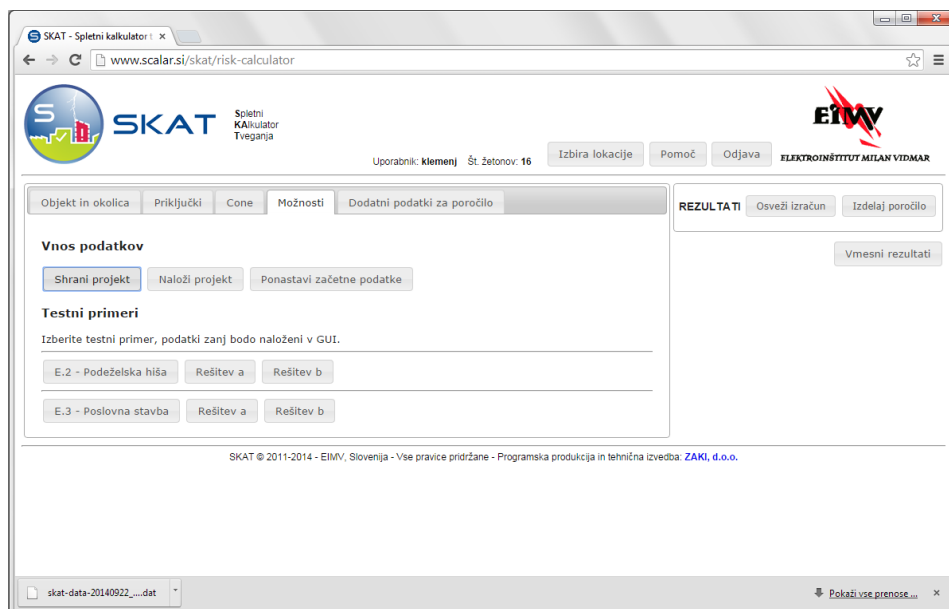


Slika 3.6 Podatek o gostoti strel za izbrano lokacijo in izbira nadaljnjih možnosti

3.3 Shranjevanje in nadaljevanje shranjenega projekta

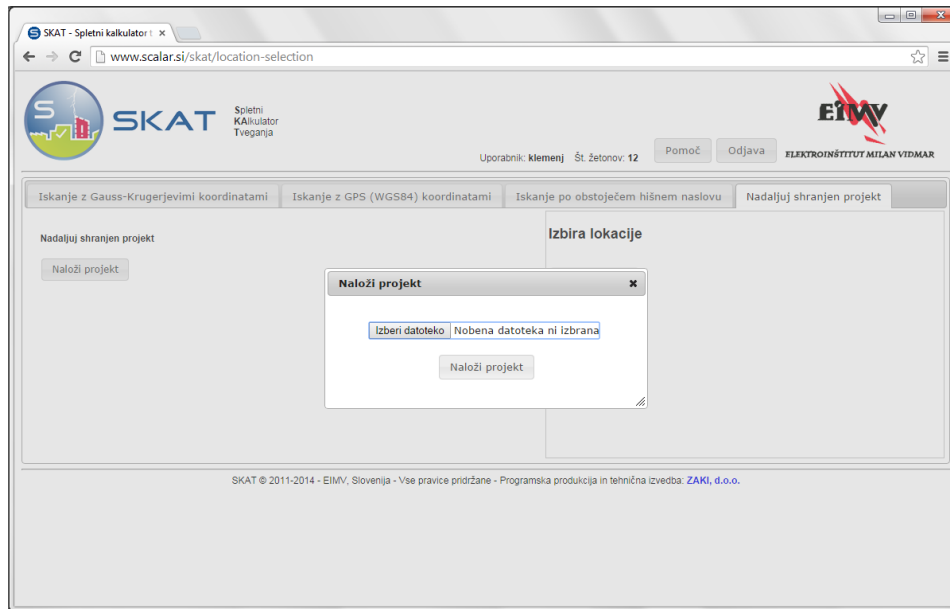
Za izbrano lokacijo smo začeli z izračunom tveganja. Če nam projekta ni uspelo dokončati, nam program omogoča, da projekt shranimo in ga nadaljujemo naslednjič, ne da bi nam ponovno vzel **SKAT** žeton.

Projekt shranimo tako, da v zavihku **Možnosti** izberemo **Shrani projekt**.



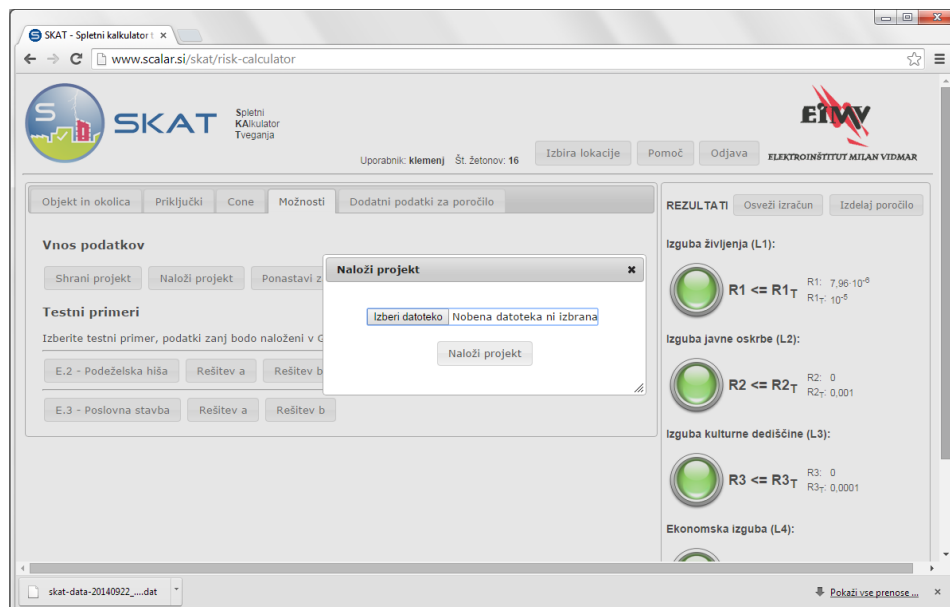
Slika 3.7 Shranjevanje začetega projekta

Projekt, ki smo ga shranili, nadaljujemo z izbiro **Nadaljuj shranjen projekt**. Poiščemo mesto, kjer se projekt, ki ga želimo nadaljevati nahaja in kliknemo na gumb **Naloži projekt**.



Slika 3.8 Izbira in nadaljevanje shranjenega projekta

V kolikor smo z nekim projektom zaključili in želimo nadaljevati z drugim, prej shranjenim projektom, v zavihku **Možnosti** izberemo **Naloži projekt**. Poiščemo mesto, kjer se naš projekt nahaja in kliknemo na gumb **Naloži projekt**.



Slika 3.9 Izbira in nadaljevanje shranjenega projekta

3.4 Izračun tveganja za izbrano lokacijo

Ko začnemo s projektom za izračun tveganja za izbrano lokacijo moramo pred tem vnesti določene parametre objekta, za katerega želimo opraviti izračun.

SKAT - Spletni kalkulator: x
www.scalar.si/skat/risk-calculator

Uporabnik: klemenj Št. žetonov: 17 Izbira lokacije Pomoč Odjava ELEKTROINŽITUT MILAN VIDMAR

Objekt in okolica Priključki Cone Možnosti Dodatni podatki za poročilo REZULTATI Osveži izračun Izdelaj poročilo

Dimenzije strukture
Dolžina (L): m Širina (W): m Višina (H): m oz. Ekv. zbirna površina (A_B): m²

Ostali atributi objekta
Magnetni oklop na mejah zgradbe (K_{S1}): oz. 1: Klasičen objekt (hiša, poslovna stavba, ...)
Število ljudi v zgradbi (n_g): 1

Zaščitni ukrepi objekta
Razred LPS (P_B): 1: Zgradba ni ščitena z LPS

Okoljski vplivi
Vrednost gostote strel (N_g): 1.99 n/km²/leto
Faktor umešanja (C_p): 1: Osamljen objekt, v bližini ni drugih objektov

SKAT © 2011-2014 - EIMV, Slovenija - Vse pravice pridržane - Programska produkcija in tehnična izvedba: ZAKI, d.o.o.

Slika 3.10 Izbira lastnosti objekta in okolice

V zavihku **Objekt in okolica** vnesemo osnovne podatke o objektu in okolici. V zahtevana polja vnesemo **dolžino**, **širino** in **višino** objekta. V kolikor je objekt bolj zapletene oblike, v polje **Ekv. zbirna površina** vnesemo **površino objekta**.

Glede na **magnetni oklop na mejah zgradbe** izberemo za kakšno vrsto objekta gre. Izbiramo lahko med sledečimi:

- 1: Klasičen objekt (*hiša, poslovna stavba, ...*)
- 0.0001: Poseben objekt z dobrim magnetnim oklopom (*antenski stolp, ...*)
- Druga vrednost

V kolikor izberemo možnost druga vrednost, bomo morali podatek o magnetnem oklopu na mejah zgradbe vpisati sami. Kadar je indukcijska zanka, ki teče mimo oklopa bližje oklopu kot je predpisana varnostna razdalja, se moraj vrednost K_{S1} povečati. Kadar so razdalje do oklopa v mejah med 0,1 w_m in 0,2 w_m , se mora vrednost K_{S1} podvojiti, pri čemer je w_m širina mreže oklopa.

V polje **Število ljudi v zgradbi** vnesemo število ljudi, ki se v zgradbi nahaja.

Izberemo tudi **zaščitni razred objekta** s katerim je objekt ščiten. Izbiramo lahko med naslednjimi zaščitnimi razredi:

- 1: Zgradba ni ščitena z LPS
- 0.2: Zgradba je ščitena z razredom LPS IV
- 0.1: Zgradba je ščitena z razredom LPS III
- 0.05: Zgradba je ščitena z razredom LPS II
- 0.02: Zgradba je ščitena z razredom LPS I
- 0.01: Zgradba z lovilnim sistemom, ki ustreza zaščitnemu nivoju 1
- 0.001: Zgradba s kovinsko kritino ali lovilnim sistemom, ki po možnosti vključuje pomožne lovilne sisteme

Izberemo še **okoljske vplive** na objekt. Izbiramo lahko med sledečimi:

- 0.25: Objekt je obdan z višjimi objekti in drevesi
- 0.5: Objekt je obdan z enako visokimi ali manjšimi objekti ali drevesi
- 1: Osamljen objekt, v bližini ni drugih objektov
- 2: Osamljen objekt na vrhu hriba ali griča

Ko smo določili osnovne parametre objekta in okolice, v kateri se objekt nahaja, Izberemo še katere priključke ta objekt vsebuje, ter določimo njihove lastnosti.

The screenshot shows the 'SKAT - Spletni kalkulator' web application. The main navigation bar includes 'Objekt in okolica', 'Priključki', 'Cone', 'Možnosti', and 'Dodatni podatki za poročilo'. The 'Priključki' tab is active, showing a form for 'Priključek 1'. The form includes the following fields:

- Naziv priključka: Priključek 1
- Faktor transformatorja (C_T): 1: Le oskrbovalni vod
- Dolžina priključka (L_D): 1000 m (Privzeta vrednost = 1000m)
- Oklopljanje voda:
 - Brez oklopa
 - Oklopljen, R_S: _____ Ω
- Oklop voda in oprema sta povezana na isto zbiralno za izenačitev potencialov:
 - Da
 - Ne
 - Nepomembno
- Faktor namestitve (C_F): Nadzemni
- Faktor okolja (C_E): 1: Podeželsko
- Zdržna napetost notranjega sistema (U_{NI}): 1 kV
- Mere sosednje zgradbe, povezane na konec voda (L_S, W_S, H_S): Dolžina: _____ Širina: _____ Višina: _____ m
- Faktor umeščanja sosednje zgradbe (C_{SD}): 1: Osamljen objekt, v bližini ni drugih objektov

Slika 3.11 Izbira parametrov priključkov

Te lastnosti objekta določamo v zavihku **Priključki**. V polju **Faktor transformatorja** določimo za katero vrsto priključka gre. Izbiramo med naslednjimi:

- 1: Telekomunikacijski vod
- 1: Le oskrbovalni vod
- 0.2: Oskrbovalni vod s transformatorjem z dvema navitjema

V polje **Dolžina priključka**, vnesemo dolžino voda od našega objekta do priključnega mesta (*omarica, transformator, ...*).

V polje **Oklopljanje voda** vnesemo podatke o oklopu voda. V polje **R_s** vnesemo upornost oklopa v ohmih.

V polju **Faktor namestitve** določimo ali gre za nadzemni ali podzemni vod. Izbiramo lahko med sledečim:

- Nadzemni
- Podzemni
- Vkopani kabli so v celoti znotraj mrežastega ozemljila

V zavihku **Faktor okolja** izbiramo v kakšnem okolju se naš objekt nahaja. Izbiramo med sledečim:

- 1: Podeželsko
- 0.5: Primestno
- 0.1: Mestno
- 0.01: Mestno z visokimi zgradbami

Na koncu določimo še **Zdržno napetost notranjega sistema**, **Mere sosednje stavbe, povezane na konec voda**, ter **Faktor umeščanja sosednje zgradbe**.

Število priključkov objekta lahko povečamo ali zmanjšamo s klikom na gumb **Povečaj število priključkov** oziroma **Zmanjšaj število priključkov**. Za vsak priključek posebej določimo parametre in lastnosti priključka.

Vsakemu objektu lahko določimo različne cone objekta, saj ima vsaka cona objekta lahko različne parametre ali stopnje ščitenja, glede na to kako pomembna je ta cona (*arhiv ima večjo stopnjo ščitenja kot avla ali stopnišče*).

SKAT - Spletni kalkulator

www.scalar.si/skat/risk-calculator

SKAT Spletni Kalkulator Tveganja

Uporabnik: klemenj Št. žetonov: 16 Izbira lokacije Pomoč Odjava ELEKTROINŽINIR MILAN VIDMAR

Objekt in okolica Priključki Cone Možnosti Dodatni podatki za poročilo

REZULTATI Osveži izračun Izdelaj poročilo

Vmesni rezultati

Št. con objekta: 1 Zmanjšaj število con Povečaj število con

Cona 1

Naziv cone: Cona 1

Vrsta zemlje ali tal (r_1): 0.01: Kmetijska površina, beton

Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar strele v zgradbo) (P_{1A}):

x0.1: Opozorilni napisi

x0.01: Električna izolacija izpostavljenih odvodnih vodnikov

x0.01: Ustrezna izenačitev potencialov ozemij

x0: Fizikalne omejitve ali jekleno ograjenje zgradbe uporabljeno kot odvodni vodniki

Stopnja tveganja požara v zgradbi (r_2): 0: Ni tveganja zaradi požara ali eksplozije

Ukrepi proti posledicam požara (r_3): 1: Ni ukrepov

Prisotnost posebnih nevarnosti (r_4): 1: Ni posebne nevarnosti

Število oseb v coni (n_2): 1

Čas v katerem so osebe prisotne v coni (t_2): 8760 ur/leto

Strošek izgube živali v coni (c_{2a}): 0

Strošek stavbe v coni (c_{2b}): 0

Strošek izgube vsebine v coni (c_{2c}): 0

Strošek izgube sistemov v coni (c_{2d}): 0

Strošek izgube kulturne dediščine v coni (c_{2e}): 0

Izguba človeškega življenja (L1)

- Izgube zaradi fizične škode (L_{1F}): 0: Nepomembno

- Izgube zaradi škode na notranjih sistemih (L_{1D}): 0: Nepomembno

Nesprejemljiva izguba javne oskrbe (L2)

- Izgube zaradi fizične škode (L_{2F}): 0: Nepomembno

- Izgube zaradi škode na notranjih sistemih (L_{2D}): 0: N/A

Izguba kulturne dediščine (L3)

- Izgube zaradi fizične škode (L_{3F}): 0: Nepomembno

Izgube gospodarske vrednosti (L4)

- Izgube zaradi fizične škode (L_{4F}): 0.1: Nepomembno

- Izgube zaradi škode na notranjih sistemih (L_{4D}): 0.0001: Nepomembno

Priključek 1 v coni 1:

Vrsta notranje napajave (K_{23}): 1: Neoklopljen kabel – ni previdnostnih ukrepov za izoginitve zankam

Koordinirana prenapetostna zaščita SPD (P_{SPD} , P_{EPB}): Ni koordinirane zaščite SPD, ni vgrajena

Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar strele v oskrbovalni vod) (P_{1D}):

0.1: Opozorilni napisi

0.01: Električna izolacija izpostavljenih odvodnih vodnikov

0: Fizikalne omejitve ali jekleno ograjenje zgradbe uporabljeno kot odvodni vodniki

SKAT © 2011-2014 - EIMV, Slovenija - Vse pravice pridržane - Programska produkcija in tehnična izvedba: ZAKI, d.o.o.

Slika 3.12 Cone objekta

Najprej določimo število con, ki jih naš objekt vsebuje, torej število delov stavbe, z različnimi stopnjami ščitenja, različnim številom priključkov ali drugimi parametri. Število con preprosto povečamo ali pomanjšamo s klikom na gumb **Povečaj število con** oziroma **Zmanjšaj število con**. Za vsako cono moramo vnesti določene parametre, ki so za to cono značilni.

Vsako cono poimenujemo poljubno tako, da v polje **Naziv cone** vnesemo poljubno ime cone. Pomembno je, da pravilno izberemo **vsto zemlje ali tal** na kateri se ta cona nahaja, saj je od tega odvisna prevodnost, v primeru udara strele. Izbiramo lahko med sledečimi možnostmi:

- 0.01: Kmetijska površina, beton
- 0.001 Marmor, keramika
- 0.0001: Prod, tkanina, tapison
- 0.00001: Asfalt, linolej, les

V naslednjem koraku določimo, kakašne **zaščitne ukrepe zaradi napetosti dotika in koraka** imamo izvedene v naši coni. Glede na dejavnost, ki se izvaja v coni, določimo tudi **stopnjo tveganja zaradi požara v zgradbi**. Iziramo lahko med sledečimi:

- 1: Rizik eksplozije, Cona 0, 20 trdi eksploziv
- 0.1: Rizik eksplozije, Cona 1, 21
- 0.001: Rizik eksplozije, Cona 2, 22
- 0.1: Visoko tveganje požara
- 0.01: Normalno tveganje požara
- 0.001: Majno tveganje požara
- 0: Ni tveganja zaradi požara ali eksplozije

Poleg stopnje tveganja pred požarom, določimo tudi **ukrepe proti posledicam požara**, ki jih v tej coni izvajamo. Izbiramo med naslednjimi ukrepi:

- 1: Ni ukrepov
- 0.5: Gasilni aparati, inštalacije za ročno gašenje, inštalacije za ročno alarmiranje požara, hidranti, požarne stene, požarne stopnice
- 0.2: Avtomatske inštalacije za gašenje, avtomatsko alarmiranje požara

Prisotnost posebnih nevarnosti določimo na podlagi lastnosti stavbe, namen, za katerega se ta stavba uporablja, številom ljudi v zgradbi in na morebitne posebne potrebe, ki jih ljudje imajo. Izbiramo med naslednjimi možnostmi:

- 1: Ni posebne nevarnosti
- 2: Nizka stopnja panike (*zgradbe z dvema stopniščema, število oseb je manjše od 100*)
- 5: Povprečna stopnja panike (*zgradbe, namenjene kulturnim in športnim dogodkom s številom udeležencev med 100 in 1000*)
- 5: Otežena evakuacija ljudi (*invalidov, npr. bolnišnice*)
- 10: Visoka stopnja panike (*športni in kulturni objekti s številom udeležencev nad 1000*)

Za vsako cono posebej soločimo tudi **število oseb v coni** in pa **čas v katerem so osebe prisotne v coni**.

Za izračun stroška izgube v coni določimo **strošek izgube živali, strošek stavbe, strošek izgube vsebine, izgube sistemov in izgube kulturne dediščine v coni**.

Vsaka vrsta poškodbe lahko sama ali v kombinaciji z drugimi dogodki privede do posledične izgube, ki jo moramo zavarovati. Vrsta izgube, je odvisna od karakteristik objekta ter posamezne cone in vsebine, ki se v njej nahaja. Določiti moramo parametre **izgube človeškega življenja**. Pri **izgubah zaradi fizične škode** določamo tveganje za izgubo človeškega življenja zaradi fizične poškodbe objekta (*npr.: življenje ljudi v stavbi, kjer obstaja tveganje eksplozije v primeru poškodbe te stavbo lahko ogroženo*).

Izbiramo med sledečimi možnostmi:

- 0: Nepomembno
- 0.1: Zgradbe, kjer obstaja tveganje eksplozije
- 0.1: Bolnišnice, hoteli, javne stavbe
- 0.05: Industrijske in poslovne zgradbe, šole
- 0.02: Gledališča, cerkve, muzeji
- 0.01: Druge zgradbe

Poleg tega določimo še **izgube zaradi škode na notranjih sistemih**. Tu določamo tveganje za izgubo človeškega življenja, če zaradi udara strele izpadejo notranji sistemi (*npr.: življenje pacienta v operacijski sobi je odvisno od naprav, če te izpadejo, je njihovo življenje lahko ogroženo*). Izbiramo naslednje možnosti:

- 0: Nepomembno
- 0.1: Zgradbe, kjer obstaja tveganje eksplozije
- 0.01: Bolnišnica – oddelek za intenzivno nego in operacijska soba
- 0.001: Ostali oddelki v bolnišnici

Določimo še parametre **nesprejemljive izgube javne oskrbe**. Tudi tu določamo **izgube zaradi fizične škode**, torej izgube javne oskrbe, ki jih povzroči fizična poškodba na objektih za javno oskrbo (*npr.: daljnovod, plinovod, vodovod, ...*). Izbiramo med naslednjimi možnostmi:

- 0: nepomembno
- 0.1: Plin, voda, oskrba z električno energijo
- 0.01: TV, telekomunikacije

Pri **izgubah zaradi škode na notranjih sistemih** določamo izgube javne oskrbe, toda tokrat ne zaradi poškodbe objekta samega, vendar zaradi poškodbe notranjih sistemov, od katerih je odvisna oskrba (*npr.: okvara glavnega računalnika za nadzor*). Tu lahko izbiramo med sledečimi možnostmi:

- 0: N/A
- 0.01: Plin, voda, oskrba z električno energijo
- 0.001: TV, telekomunikacije

Beležimo lahko tudi **izgube kulturne dediščine**. Tu beležimo zlasti **izgube zaradi fizične škode**, saj lahko fizična poškodba stavbe povzroči uničenje kulturne dediščine (*npr.: v požaru lahko pogorijo eksponati v muzeju*). Izbiramo med naslednjimi možnostmi:

- 0: nepomembno
- 0.1: Muzeji, galerije

Določiti moramo še **izgube gospodarske vrednosti**. Ponovno določamo **izgube zaradi fizične škode** in izbiramo med naslednjimi možnostmi:

- 0.1: Nepomembno
- 1: Zgradbe, kjer obstaja tveganje eksplozije
- 0.5: Bolnišnice, industrijske stavbe, muzeji, kmetijske stavbe
- 0.2: Hoteli, šole, poslovne stavbe, cerkvene stavbe
- 0.1: Druge stavbe

Določimo še **izgube zaradi škode na notranjih sistemih**, izberemo eno izmed slednjih možnosti:

- 0.0001: Nepomembno
- 0.1: Zgradbe, kjer obstaja tveganje eksplozije
- 0.01: Bolnišnice, industrijske stavbe, muzeji, kmetijske stavbe
- 0.001: Hoteli, šole, poslovne stavbe, cerkvene stavbe
- 0.0001: Druge stavbe

Na koncu določimo še lastnosti priključkov. Če je priključkov več, določimo lastnosti vsakega priključka posebej. Pri priključkih določimo **vrsto notranje napeljave**:

- 1: Neoklopljen kabel – ni previdnostnih ukrepov za izognitev zankam
- 0.2: Neoklopljen kabel – previdnostni ukrepi za izognitev velikim zankam
- 0.01: Neoklopljen kabel – previdnostni ukrepi za izognitev zankam
- 0.0001: Oklopljeni kabli in kabli, ki potekajo v kovinskih ceveh

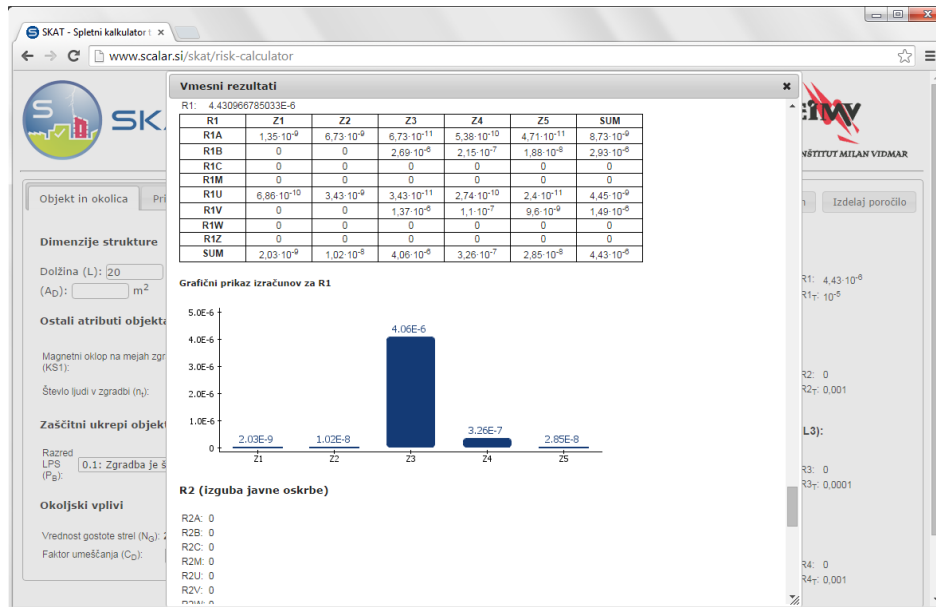
Določimo še kakšno **koordinirano prenapetostno zaščito SPD** imamo:

- Ni koordinirane zaščite SPD, ni vgrajena
- Stopnja zaščite pred udarom strele III-IV
- Stopnja zaščite pred udarom strele II
- Stopnja zaščite pred udarom strele I

Ko določimo vse parametre, ki so značilni za naš objekt, za katerega želimo opraviti izračun tveganja, na desni strani okna, v oknu **rezultati**, izberemo gumb **osveži izračun**. Program nam avtomatično izračuna faktorje tveganja **izgube človeškega življenja, javne oskrbe, kulturne dediščine** in **ekonomske izgube**.

V kolikor je pri vseh faktorjih tveganja zelena pika, to pomeni, da je naš objekt dobro zaščiten in da so faktorji tveganja za posamezne izgube, znotraj predpisanih meja. Če se pri katerem od faktorjev tveganja pojavi rdeča pika, to pomeni, da bomo na objektu morali izboljšati določene parametre, bodisi izboljšati zaščitni nivo objekta ali povečati varnost objekta. Kakšen ukrep moramo storiti, preprosto ugotovimo tako, da spreminjamo prej določene parametre objekta, priključkov in con in sproti **osvežujemo izračun**. Ko se poleg vseh faktorjev tveganja pojavi zelena pika smo na podlagi spremenjenih parametrov dobili rešitev, da bodo vsi faktorji tveganja znotraj predpisanih meja. V kolikor smo z rezultati faktorjev tveganja zadovoljni, nam program s klikom na gumb **izdelaj poročilo** avtomatično izdela poročilo z vsemi rešitvami in vmesnimi rezultati, ki se odpre v novem zaviku v PDF formatu. Primer poročila je v prilogi B.

Ko spreminjamo podatke, lahko sproti preverjamo izračune s pritiskom na gumb **Vmesni rezultati** na desni strani okna. Odpre se novo okno, kjer se najprej nahajajo vhodni podatki, nato vsi izračuni, na koncu pa še faktorji tveganja. Pri faktorju tveganja izgube človeškega življenja imamo tudi graf, ki prikazuje, v kateri coni našega objekta je faktor tveganja največji.



Slika 3.13 Prikaz vmesnih rezultatov

V zavihku **Možnosti** lahko odpremo vnaprej določene tipe stavb. Izbiramo lahko med **podeželsko hišo** in **poslovno stavbo**. Program avtomatično naloži prednastavljene vrednosti za izbrani tip objekta, ki so opredeljene v standardu. Glede na tip objekta, ki ga imamo lahko izberemo tudi testni primer rešitve za ta objekt, da bodo vsi faktorji tveganja znotraj predpisanih meja. To storimo tako, da kliknemo na gumb **rešitev a** ali **rešitev b** za željen tip objekta.

Objekt: Podeželska hiša

Rešitev a: Vgradnja zaščitnega sistema LPL IV na vhodni liniji, da varuje tako električni kot telefonski priključek na hiši. To zmanjša verjetnost poškodbe človeškega življenja in poškodbe objekta zaradi udara strele v priključno žico iz faktorja 1 na faktor 0,05.

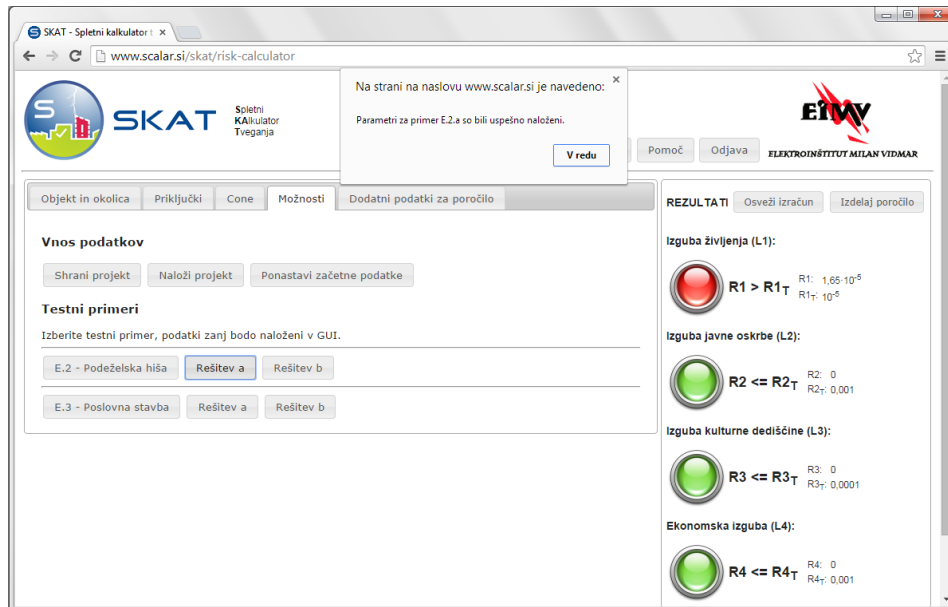
Rešitev b: Vgradnja zaščitnega sistema LPS IV. Ta ukrep zmanjša verjetnost poškodbe objekta zaradi udara strele v objekt iz faktorja 1 na faktor 0,2 in verjetnost poškodbe človeškega življenja in poškodbe objekta zaradi udara strele v priključno žico iz faktorja 1 na faktor 0,05.

Objekt: Poslovna stavba

Rešitev a: Vgradnja zaščitnega sistema LPS III, da zmanjšamo verjetnost poškodbe objekta zaradi udara strele v objekt na faktor 0,1. S tem zmanjšamo verjetnost poškodbe človeškega življenja in poškodbe objekta zaradi udara strele v priključno žico na faktor 0,05.

Rešitev b: - Vgradnja zaščitnega sistema LPS IV. Ta ukrep zmanjša verjetnost poškodbe objekta zaradi udara strele v objekt na faktor 0,2 in verjetnost poškodbe človeškega življenja in poškodbe objekta zaradi udara strele v priključno žico na faktor 0,05.
- Vgradimo ročne gasilnike ali javljalce požara v coni 3, da zmanjšamo faktor izgub zaradi požara na 0,5.

Ko izberemo eno izmed možnosti, nas program o tem obvesti. Naložijo se prednastavljene vrednosti vseh parametrov, ki ne bodo nujno ustrezali našemu objektu, zato bomo nekatere parametre morali popraviti, da bodo ustrezale našemu objektu. Preden naložimo katero izmed prednastavljenih reitev, priporočamo, da projekt shranimo, saj se vsi podatki ponastavijo.



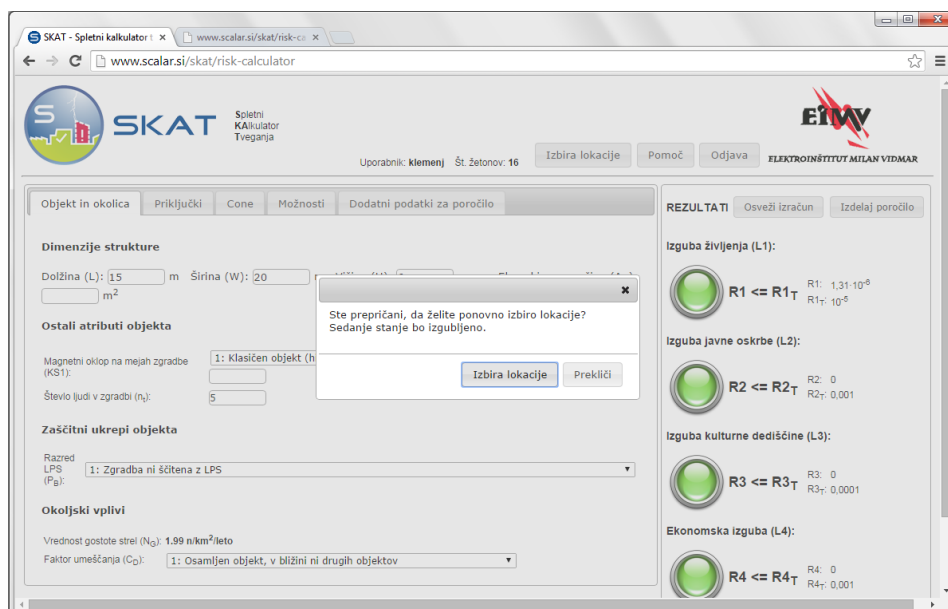
Slika 3.14 Izbira testnega primera

Če želimo lahko v zavihku **dodatni podatki za poročilo** določimo dodatne podatke, ki bodo vsebovani v končnem poročilu izračuna tveganja za objekt, za katerega ga opravljamo. Vnesemo lahko podatke o:

- Investitorju projekta
- Naziv objekta
- Številki načrta
- Številki projekta in
- Odgovornemu projektantu

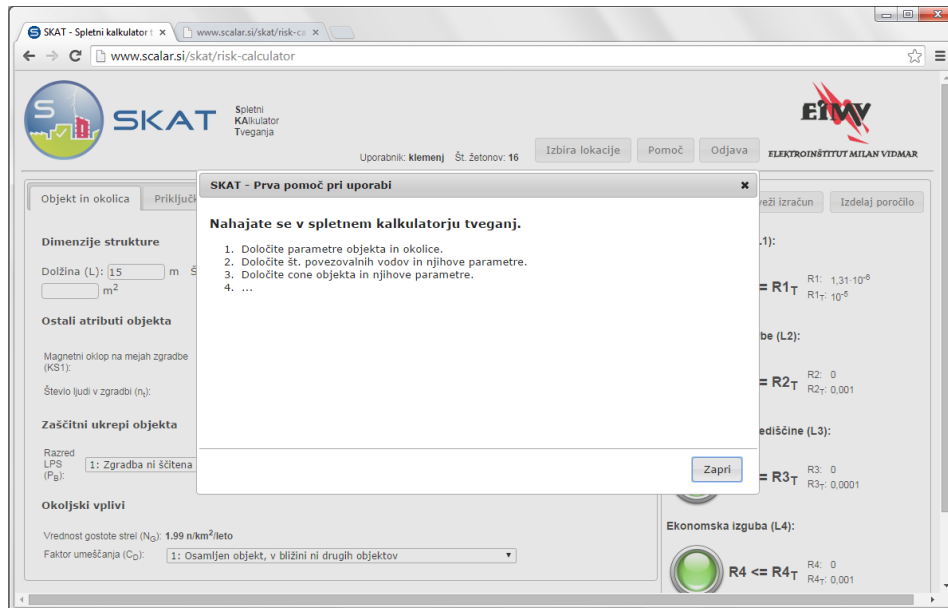
3.5 Izbira nove lokacije, pomoč in odjava iz sistema

V kolikor smo projekt zaključili in želimo opraviti nov izračun tveganja za neko drugo lokacijo, kliknemo na gumb **Izbira lokacije**. Odpre se nam novo okno v katerem nas program obvesti, da bo sedanje stanje izgubljeno in nas vpraša če res želimo ponovno izbrati lokacijo. V kolikor to želimo, potrdimo s klikom na gumb **Izbira lokacije**. Program odpre meni za izbiro lokacije (glej poglavje 3.2). Pri novi izbiri lokacije, nam bo vzeti en **SKAT** žeton. Podatek o številu skat žetonov se nahaja na vrhu okna.



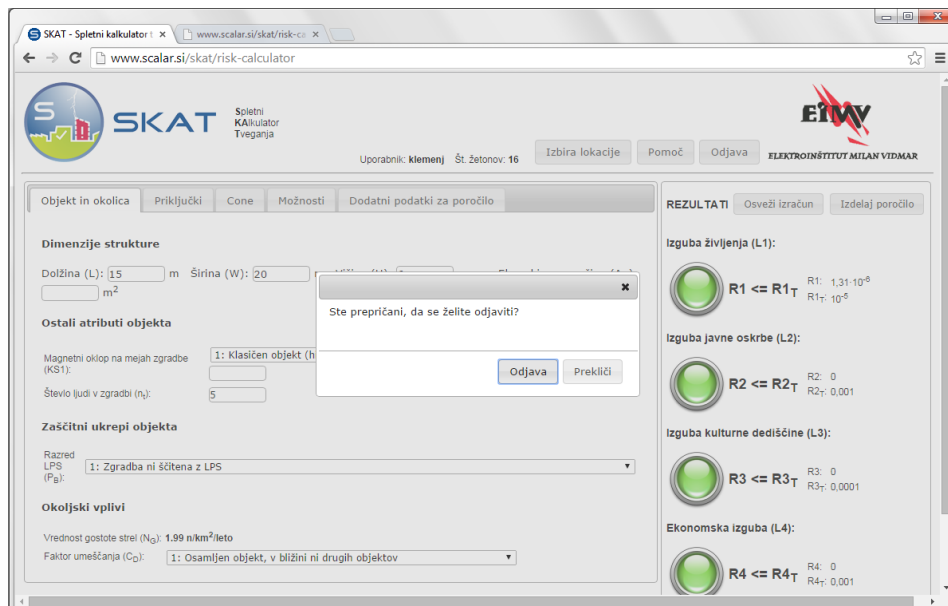
Slika 3.15 Izbira nove lokacije

Če potrebujemo pomoč pri izpolnjevanju kliknemo na gumb **Pomoč**. Odpre se nam novo okno, z napotki, za izpolnjevanje obrazcev.



Slika 3.16 Pomoč pri uporabi aplikacije

Ko smo z uporabo aplikacije končali se je potrebno še odjaviti. To storimo preko gumba **Odjava**, ki se nahaja na vrhu strani. Ko kliknemo na ta gumb, se odpre novo okno, ki nas ponovno vpraša, če se res želimo odjaviti. V kolikor to želimo kliknemo na gumb **Odjava**.



Slika 3.17 Odjava iz sistema

Dodatek

3.6 Splošno o sistemu SCALAR

Leta 1998 je bil v Sloveniji vzpostavljen sistem za avtomatsko lokalizacijo atmosferskih razelektritev SCALAR. Z njegovo pomočjo se zbirajo podatki o strelah med oblaki in med oblakom in zemljo na širšem območju Slovenije. V začetku je sistem temeljil na dveh časovnih senzorjih (*prvi v Črnomlju in drugi v Novi Gorici*) in osmih kombiniranih v Avstriji. V letu 2006 smo začeli sistem SCALAR nadgrajevati z modernejšimi senzorji, prvega smo postavili pri kraju Bate na Banjški planoti, nato pa smo v letu 2008 postavil nov senzor v kraju Jelše na Krškem polju. Do danes smo sistem SCALAR razširili tudi na Hrvaškem, Bosni in Hercegovini in Srbiji.



Slika 3.18 Lokacije senzorjev sistema SCALAR v Sloveniji in na Balkanu

Zabeležena strela ima več parametrov. Numerični podatki, ki jo definirajo so:

- časovna značka udara,
- zemljepisna širina in zemljepisna dolžina lokacije,
- amplituda toka v kA,
- število povratnih udarov,
- večja in manjša polos elipse napake,
- naklon elipse in
- parameter kakovosti

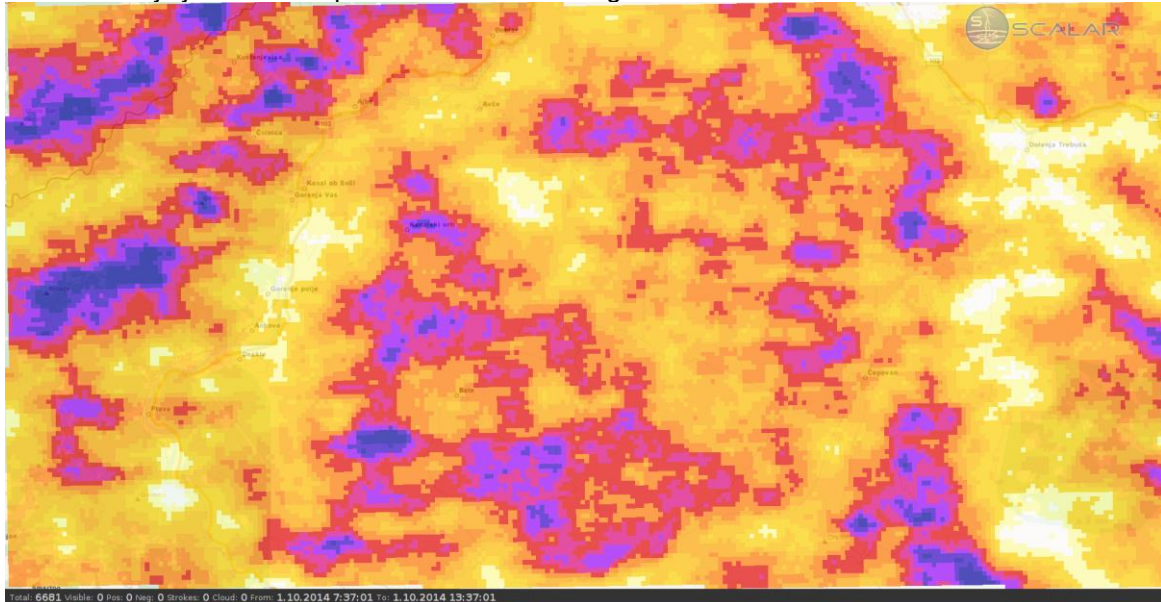
Glavna parametra, ki govorita o kakovosti sistema, sta točnost in učinkovitost detekcije strel. Sistem SCALAR zagotavlja točnost lokacij pod 250 m. Dejanska korelacija med izračunano lokacijo strele in znano lokacijo (*dobi se jo s primerjavo posledic udarov v objekte in izpadov daljnovodov*) pa nakazuje, da je dejansko odstopanje lokacij pod 150 m. Učinkovitost, ki govori, koliko strel, večjih od 5 kA, se detektira, je več kot 92 odstotna. Zaradi teh parametrov se sistem SCALAR uvršča med najboljše sisteme za lokalizacijo strel v svetu.

Več informacij o sistemu SCALAR dobite na spletni strani: <http://www.scalar.si>

3.7 Karta gostote strel

Glavni pokazatelj nivoja ogroženosti pred atmosferskimi razelektritvami je gostota strel. Gostota strel predstavlja dolgoletno povprečno število atmosferskih razelektritev na nekem geografskem področju in se podaja s številom strel na km kvadrat na leto [strele/km²/leto].

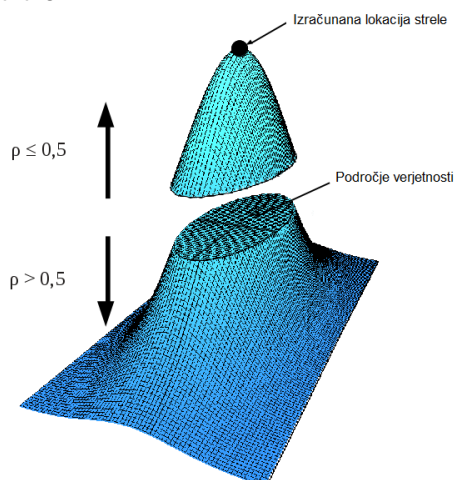
Gostota strel se na ozemlju Slovenije giblje v zelo širokem področju od 0,6 - 1,1 strele/km²/leto v Prekmurju, 2,5 - 3,7 strel/km²/leto v ljubljanski kotlini, pa vse do 6,3 strele/km²/leto in več na Trnovski planoti. Predvsem zahodni del Slovenije je tudi v evropskem merilu izrazito ogrožen zaradi udarov strel.



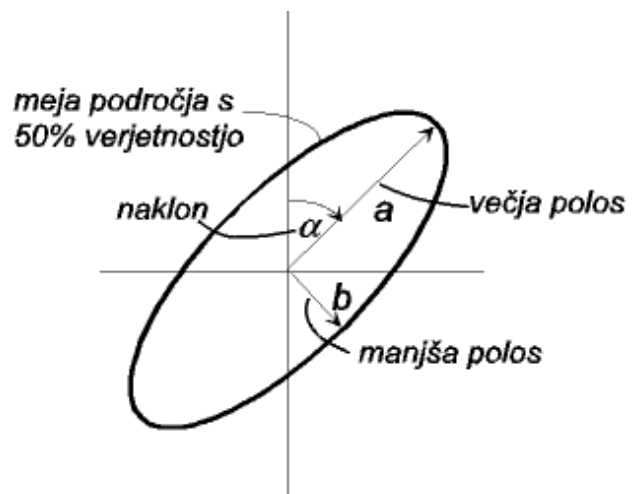
Slika 3.19 Karta gostote strel

3.8 Izračun gostote strel po metodi z upoštevanjem elipse napake

Mesto udara strele je praviloma točkovni pojav (*rozen ko gre za viličasto strelo*), vendar lahko sistem SCALAR določi le najverjetnejšo točko (*koordinato*) udara. Negotovost rezultata poda z elipso, ki ji pravimo elipsa napake. Elipsa napake je opisana z večjo in manjšo polosjo ter kotom nagiba. Predstavlja presek 3 dimenzionalne Gaussove ogrinjače, ki predstavlja naključne vplive v zasukanem ortogonalnem sistemu, ki se podrejajo normalni porazdelitvi. Manjši kot je raztros merilnih rezultatov v vsaki osi, manjši sta polosi in manjša je velikost elipse. Manjša površina elipse tako pomeni manjšo negotovost izračunane lokacije atmosferske razelektritve.



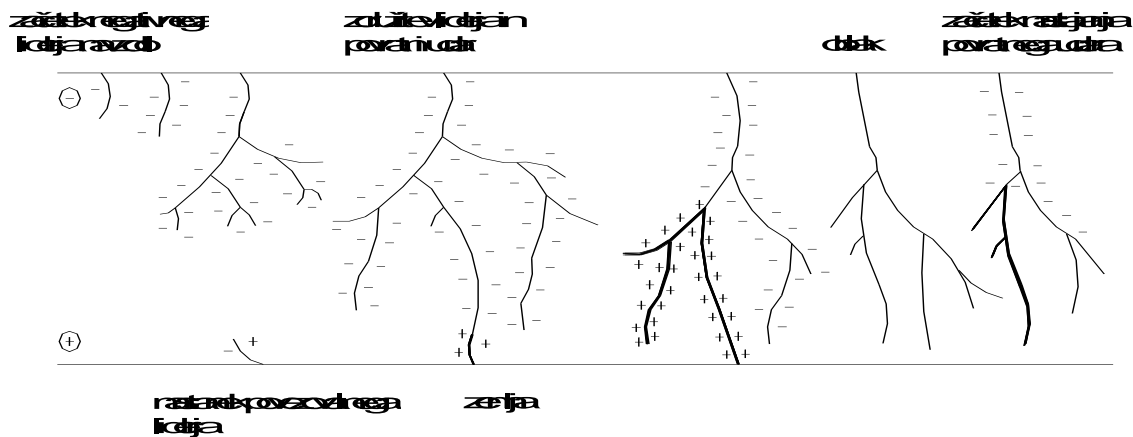
Slika 3.20 Ogrinjača verjetnosti lokacije



Slika 3.21 Elipsa napake s polosema a in b in nagibom α

3.9 Nastanek strele

Zdržna električna jakost zraka, premešanega z vodnimi kapljicami, znaša približno 10 kV/cm (za primerjavo, ta znaša v suhem zraku 30 kV/cm). Nad to kritično vrednostjo pride do ionizacije zraka. Ker je tudi električno polje znotraj oblaka večinoma močnejše kot pri zemlji, začne strela običajno nastajati v zraku. V določenih pogojih se zaradi visoke električne poljske jakosti iz strimerja oblikuje tako imenovani lider. Ta se iz spodnjega dela oblaka, ki ima presežek negativnega naboja, skokovito širi proti zemlji. Na svoji poti ionizira zrak in ustvarja negativno nabit kanal. Dolžina skoka liderja je nekako v razponu od 5 do 50 m. Hitrost potovanja liderja ni vselej enaka in je mnogo manjša od svetlobne hitrosti. Običajno jo ocenimo 0,1 % svetlobne hitrosti. V kanalu liderja teče električni tok, ki je relativno majhne jakosti in znaša približno 20 mA, kar je posledica velike upornosti kanala - 1,45 M Ω . Ob tem nastane običajno več liderjev, ki skupaj z glavnim liderjem oblikujejo razvejano strukturo kanalov. Medtem ko se lider približuje tlu, električno polje narašča, dokler ne pride do preskoka. Potek nastanka strele je prikazan na sliki 4.4.



Slika 3.22 Potek nastanka strele (širjenja liderja in povratni udar)

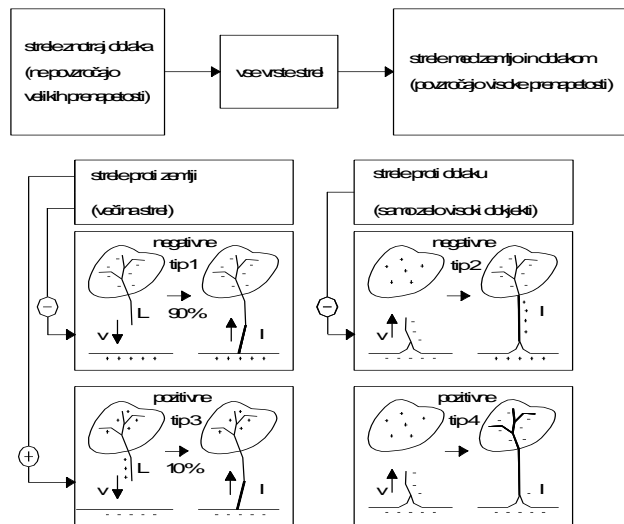
Ko se lider približa tlu, se začne z zemlje v nasprotni smeri dvigovati povezovalni lider. Ko se osnovni lider v tako imenovani točki združevanja dotakne enega od njih, pride do povratnega udara.

Tok v kanalu tako hitro naraste na vrednost nekaj kA, običajno od 1 do 200 kA. Temperatura znotraj kanala znaša nekaj 1000 K in segreti zrak zaradi hitrega širjenja povzroči zvočni val, ki ga slišimo kot grom.

Padeč napetosti v kanalu je približno 60 V/cm. Hitrost širjenja povratnega udara je blizu 1/10 svetlobne hitrosti. Čas trajanja velikega toka je nekako med 200 in 500 μ s, nato pade na neko nizko vrednost (npr. 1 kA) za tem pa nekaj časa (ms) pada mnogo počasneje. Ob tem so proti osrednji točki razelektrenja usmerjeni tokovi iz ostalih oziroma obrobni delov naelektrenega dela oblaka. Medtem pride v delu oblaka, kjer je strela začela, zaradi izmenjave nabojev do povečanja potencialnih razlik do ostalih področij s presežkom negativnega naboja. To večkrat povzroči razelektrenje med sosednjim področjem znotraj oblaka in razbremenjenim osnovnim področjem. Tako se med področjema oblikuje novi lider, ki na poti proti zemlji najprej naleti na še vroč in ioniziran zrak v kanalu. Hitrost tega liderja je za razred velikosti večja od prvega. Ko se dotakne zemlje (tokrat ni povezovalnega liderja), steče tok povratnega udara (ponovni povratni kanal). To dogajanje se lahko večkrat ponovi. Ta in vsi naslednji udari imajo bolj pravilno obliko od prvega. Čas trajanja čela je večinoma od 0,5 do 1 μ s, upadanje toka pa je bolj ali manj eksponencialne oblike. Bolj ustrezno kot pri prvem je mogoče tok naslednjih udarov obravnavati kot potujoče valove vzdolž kanala strele. Opazovanja so pokazala, da je običajno tok prvega udara največji. V nekaterih primerih pa se največji tok pojavi pri drugem udaru, lahko pa tudi po katerem od naslednjih.

3.10 Vrste strel

Strele delimo po različnih merilih. Najprej jih razdelimo po lokaciji: strele znotraj oblaka, strele med oblaki in strele med oblakom in zemljo. Strele med oblakom in zemljo naprej razdelimo na pozitivne in negativne. Negativne so tiste, ki ob razelektrenju odvedejo iz oblaka negativni naboj. Teh je približno 90 % vseh strel med oblakom in zemljo. Strele med oblakom in zemljo lahko razdelimo na padajoče in dvigajoče.



Slika 3.23 Različne vrste strel

Posebnost strel je v tem, da so izjemno nepredvidljive. Njihovo pojavljanje na določeni mikrolokaciji je praktično izjemno težko napovedati. Vse ocene podajajo le verjetnost, da se bodo na določenem območju pojavile strele.

4 Priloge

4.1 Priloga A: Poročilo o gostoti strel



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana

Poročilo o gostoti strel

Poročilo št.: SKAT-20141001-95023-33

Podatki o lokaciji poizvedbe



Izbrana lokacija:

Hajdrihova ulica 2
Ljubljana

Pripadajoče Gauss-Krugerjeve koordinate:

Y:460962 m, X:100232 m

Vrednost gostote strel (N_G):

2.45 n/km²/leto

4.2 Priloga B: Poročilo vodenje rizika – zaščita pred delovanjem strele



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Inštitut za elektro gospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana

Vodenje rizika - Zaščita pred delovanjem strele

Poročilo št.: SKAT-20141001-95143-33

Direktor

Ljubljana, 1.10.2014

dr. Boris Žitnik, univ. dipl. inž.el.



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

SI - 1000 Ljubljana, Hajdrihova 2
tel. +386 (0)1 474 3601
fax. +386 (0)1 425 3326

Oddelek za vodenje in delovanje elektroenergetskih sistemov

© **Elektroinštitut Milan Vidmar, 2014.**

Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira.

Vsebina

O poročilu	3
Seznam uporabljenih simbolov	4
Uvod	7
1. Podatki o zgradbi in njeni okolici	8
1.1 Lastnosti zgradbe	8
1.2 Podatki in lastnosti priključkov	8
1.2.1 Power line	8
1.2.2 TLC line	8
1.3 Lastnosti zaščitnih con	9
1.3.1 Entrance area outside	9
1.3.2 Garden outside	10
1.3.3 Archive	11
1.3.4 Offices	12
1.3.5 Computer center	13
2. Izračun rizikov	14
2.1 Zbirne površine	14
2.1.1 Objekt	14
2.1.2 Power line	14
2.1.3 TLC line	14
2.2 Ocena letnega števila nevarnih dogodkov	14
2.2.1 Pričakovano letno števila nevarnih dogodkov na objektu	14
2.2.2 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - Power line	14
2.2.3 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - TLC line	15
2.3 Izračun rizika za odločitev o nujnosti zaščite	15
2.3.1 Izračun rizika izgube človeškega življenja R1	15
2.3.2 Izračun rizika izgube javne oskrbe R2	15
2.3.3 Izračun rizika izgube kulturne dediščine R3	16
2.3.4 Izračun rizika izgube gospodarske vrednosti R4	16
3. Povzetek vrednotenja rizikov	17
4. Literatura	20

O poročilu

SKAT omogočil: ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana, Hajdrihova 2

Izvor podatka o gostoti strel: Visokoresolucijska karta gostote strel za obdobje od 1997-2014

Izračuni izvedeni po standardu: SIST EN 62305-2

Številka poročila: SKAT-20141001-95143-33

Datum izdelave: 1.10.2014

Dodatne informacije

Investitor projekta:
Naziv objekta:
Št. načrta:
Št. projekta:
Odgovorni projektant:

Seznam uporabljenih simbolov

- A_d zbirna površina za udare strele v stavbo
- A_M zbirna površina udarov za udare strele v bližino stavbe
- A_L zbirna površina udarov za udare strele oskrbovani vod
- A_t zbirna površina udarov za udare strele v bližino oskrbovanega voda
- A_{DJ} zbirna površina udarov za udare strele v sosednje objekte
- C_d faktor umeščanja
- C_t faktor za transformator, priključen na oskrbovalni vod
- C_1 faktor namestitve voda
- C_E faktor okolja
- H višina stavbe
- h_z faktor povečanja izgub zaradi posebnih nevarnosti
- K_{MS} faktor učinkov izvedenih zaščitnih ukrepov
- K_{S1} upošteva učinkovitost zaslanjanja stavbe pred delovanjem strele na meji; LPZ 0/1
- K_{S2} upošteva učinkovitost zaslanjanja oklopov v notranjosti stavbe; LPZ X/Y
- K_{S3} upošteva lastnosti notranjega ožičenja
- K_{S4} upošteva zdržno udarno napetost ščitene sistema
- L Dolžina stavbe
- $L1$ izguba človeškega življenja v zgradbi
- $L2$ izguba javne oskrbe v zgradbi
- $L3$ izguba kulturne dediščine v zgradbi
- $L4$ izguba gospodarske vrednosti v zgradbi
- L_r izguba zaradi poškodb zaradi napetosti dotika in koraka
- L_f vrednost izgub zaradi fizičnih poškodb in vrste stavbe
- L_1 dolžina oskrbovalnega voda
- L_o vrednost izgube zaradi škode na notranjih sistemih
- L_x povprečne relativne izgube na leto
- L_A izgube v zvezi s poškodbami živih bitij
- L_B izgube na zgradbi v zvezi s fizično škodo (udari strele v zgradbo)
- L_C izgube v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v zgradbo)
- L_M izgube v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v bližino zgradbe)
- L_U izgube v zvezi s poškodbami živih bitij (udari strele v oskrbovalni vod)
- L_V izguba na zgradbi na oskrbovalnem vodu zaradi fizične škode (udari strele v oskrbovalni vod)
- L_W izguba v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v oskrbovalni vod)
- L_Z izguba v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v bližino oskrbovalnega voda)
- N_d število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele
- N_g gostota udarov strele proti zemlji
- N_d število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele

- N_M število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v bližino stavbe
- N_L število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v oskrbovalni vod
- N_I število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v bližino oskrbovalnega voda
- N_{DJ} število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v sosednje objekte
- n_t pričakovano število ljudi v zgradbi
- n_z možno število ogroženih oseb v zgradbi
- P_A verjetnost, da udar strele v stavbo povzroči poškodbe ljudi
- P_B verjetnost, fizične škode na stavbi pri direktnem udaru strele
- P_C verjetnost škode na notranjih sistemih pri udaru strele v stavbo
- P_M verjetnost, da udar strele v bližini stavbe povzroči škodo na notranjih sistemih
- P_U verjetnost poškodbe živih bitij (udari strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
- P_V verjetnost poškodbe fizične škode na zgradbi (udari strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
- P_W verjetnost fizične škode na zgradbi (udari strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
- P_Z verjetnost škode na notranjih sistemih (udari strele v bližino oskrbovalnega voda povezan z zgradbo)
- P_{SPD} verjetnost škode pri vgrajeni prenapetostni zaščiti
- P_{TA} zaščitni ukrepi napetosti dotika in koraka
- P_{EB} Zmanjšanje verjetnosti P_u in P_v v odvisnosti lastnosti vodov
- R_A komponenta v zvezi izgube človeškega življenja zaradi napetosti dotika in koraka pri direktnem udaru strele
- R_B komponenta v zvezi s fizično škodo, zaradi povzročenega požara ali eksplozije in posredno tudi človeških življenj
- R_C komponenta v zvezi škodo na notranjih sistemih zaradi LEMP pri direktnem udaru strele v stavbo
- R_M komponenta v zvezi škodo na notranjih sistemih zaradi LEMP pri udaru strele v bližino stavbe
- R_U komponenta rizika (poškodba živih bitij ob udarih strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
- R_V komponenta rizika (fizična škoda na napeljavi ob udarih strele v oskrbovalni vod, povezan z zgradbo)
- R_Z komponenta rizika (škoda na opremi oskrbovalnega voda ob udarih strele v bližino zgradbe)
- R_T tolerančni riziko
- $R1_T$ tolerančni rizik izgube človeškega življenja
- $R2_T$ tolerančni rizik izgube javne oskrbe v zgradbi
- $R3_T$ tolerančni rizik izgube kulturne dediščine
- $R4_T$ tolerančni rizik izgube gospodarske vrednosti v zgradbi
- R_1 riziko izgube človeškega življenja
- R_2 riziko izgube javne oskrbe v zgradbi
- R_3 riziko izgube kulturne dediščine
- R_4 riziko izgube gospodarske vrednosti v zgradbi
- r_f faktor zmanjšanja izgube odvisen od tveganja izbruha požara
- r_p faktor zmanjšanja izgub zaradi protipožarnih ukrepov

- r_t vrsta površja ali tal
 t_z Čas prisotnosti oseb v ščitenem objektu na leto
 U_w zdržna udarna napetost ščitenega sistema v kV
 W širina stavbe
 w_m širina kovinske mreže armature v betonu sten

Uvod

Dokument opisuje postopek vrednotenja rizikov - Zaščita pred delovanjem strel skladno s standardom SIST EN 62305-2 iz česar je razvidno vrednotenje potrebe po zaščiti pred strelo.

Poročilo je izdelano s pomočjo spletne aplikacije SKAT - Spletni Kalkulator Tveganja. Ključni podatek pri vrednotenju rizika je gostota atmosferskih razelektritev v zemljo, izražena kot število udarov strel na kvadratni kilometer na leto in je določena z meritvami.

Spletna aplikacija SKAT uporablja dolgoletno visokoresolucijsko karto gostote strel z ločljivostjo 100x100m, ki jo izračunava sistem SCALAR na podlagi podatkov o strelah, ki jih sistem SCALAR zabeleži.

1. Podatki o zgradbi in njeni okolici

1.1 Lastnosti zgradbe

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Gostota udarov strele	N_g	1/km ² /leto	2,45	SCALAR podatek
Dolžina	L	m	20	Ročni vnos
Širina	W	m	40	Ročni vnos
Višina	H	m	25	Ročni vnos
Razred umeščanja	C_d	-	1	Preglednica A.1
Razred LPS	P_b	-	0,1	Preglednica B2
Magnetni oklop na mejah zgradbe	K_{S1}	-	1	Enačba B.5
Magnetni oklop v zgradbi	K_{S2}	-	1	Enačba B.6
Prisotnost ljudi znotraj in zunaj zgradbe	n_t	-	200	Ročni vnos

1.2 Podatki in lastnosti priključkov

1.2.1 Power line

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Faktor transformatorja	C_T	-	1	Preglednica A.3
Dolžina priključka	L_L	m	200	Ročni vnos
Vod ni oklopljen	-	-	-	-
Faktor namestitve	C_I	-	1	Preglednica A.2
Faktor okolje	C_E	-	1	Preglednica A.4
Zdržna napetost notranjega sistema	U_W	kV	2,5	Ročni vnos

1.2.2 TLC line

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Faktor transformatorja	C_T	-	1	Preglednica A.3
Dolžina priključka	L_L	m	1000	Ročni vnos
Vod ni oklopljen	-	-	-	-
Faktor namestitve	C_I	-	0,5	Preglednica A.2
Faktor okolje	C_E	-	1	Preglednica A.4
Zdržna napetost notranjega sistema	U_W	kV	1,5	Ročni vnos

1.3 Lastnosti zaščitnih con

1.3.1 Entrance area outside

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Vrsta zemlje ali tal	r_t	-	0,001	Preglednica C.3
Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar stele v zgradbo)	P_{TA}	-	1	Preglednica B.1
Stopnja tveganja požara v zgradbi	r_f	-	0	Preglednica C.5
Ukrepi proti posledicam požara	r_p	-	1	Preglednica C.4
Prisotnost posebnih nevarnosti	h_z	-	1	Preglednica C.6
Število oseb v coni	n_z	-	4	Ročni vnos
Čas v katerem so osebe prisotne v coni	t_z	ur/leto	8760	Ročni vnos
Izguba človeškega življenja zaradi fizične škode	$L1_F$	-	0	Preglednica C.2
Izguba človeškega življenja zaradi škode na notranjih sistemih	$L1_O$	-	0	Preglednica C.2
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi fizične škode	$L2_F$	-	0	Preglednica C.8
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi škode na notranjih sistemih	$L2_O$	-	0	Preglednica C.8
Izgube nenadomestljive kulturne dediščine zaradi fizične škode	$L3_F$	-	0	Preglednica C.10
Priključek Power line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek Power line v tej coni	K_{S3}	-	0,2	Preglednica B.5
Priključek Power line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek Power line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6
Priključek TLC line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek TLC line v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek TLC line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek TLC line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6

1.3.2 Garden outside

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Vrsta zemlje ali tal	r_t	-	0,01	Preglednica C.3
Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar stele v zgradbo)	P_{TA}	-	1	Preglednica B.1
Stopnja tveganja požara v zgradbi	r_f	-	0	Preglednica C.5
Ukrepi proti posledicam požara	r_p	-	1	Preglednica C.4
Prisotnost posebnih nevarnosti	h_z	-	1	Preglednica C.6
Število oseb v coni	n_z	-	2	Ročni vnos
Čas v katerem so osebe prisotne v coni	t_z	ur/leto	8760	Ročni vnos
Izguba človeškega življenja zaradi fizične škode	$L1_F$	-	0	Preglednica C.2
Izguba človeškega življenja zaradi škode na notranjih sistemih	$L1_O$	-	0	Preglednica C.2
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi fizične škode	$L2_F$	-	0	Preglednica C.8
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi škode na notranjih sistemih	$L2_O$	-	0	Preglednica C.8
Izgube nenadomestljive kulturne dediščine zaradi fizične škode	$L3_F$	-	0	Preglednica C.10
Priključek Power line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek Power line v tej coni	K_{S3}	-	0,2	Preglednica B.5
Priključek Power line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek Power line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6
Priključek TLC line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek TLC line v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek TLC line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek TLC line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6

1.3.3 Archive

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Vrsta zemlje ali tal	r_t	-	10^{-5}	Preglednica C.3
Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar stele v zgradbo)	P_{TA}	-	1	Preglednica B.1
Stopnja tveganja požara v zgradbi	r_f	-	0,1	Preglednica C.5
Ukrepi proti posledicam požara	r_p	-	1	Preglednica C.4
Prisotnost posebnih nevarnosti	h_z	-	2	Preglednica C.6
Število oseb v coni	n_z	-	20	Ročni vnos
Čas v katerem so osebe prisotne v coni	t_z	ur/leto	8760	Ročni vnos
Izguba človeškega življenja zaradi fizične škode	$L1_F$	-	0,02	Preglednica C.2
Izguba človeškega življenja zaradi škode na notranjih sistemih	$L1_O$	-	0	Preglednica C.2
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi fizične škode	$L2_F$	-	0	Preglednica C.8
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi škode na notranjih sistemih	$L2_O$	-	0	Preglednica C.8
Izgube nenadomestljive kulturne dediščine zaradi fizične škode	$L3_F$	-	0	Preglednica C.10
Priključek Power line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek Power line v tej coni	K_{S3}	-	0,2	Preglednica B.5
Priključek Power line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek Power line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6
Priključek TLC line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek TLC line v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek TLC line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek TLC line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6

1.3.4 Offices

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Vrsta zemlje ali tal	r_t	-	10^{-5}	Preglednica C.3
Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar stele v zgradbo)	P_{TA}	-	1	Preglednica B.1
Stopnja tveganja požara v zgradbi	r_f	-	0,001	Preglednica C.5
Ukrepi proti posledicam požara	r_p	-	1	Preglednica C.4
Prisotnost posebnih nevarnosti	h_z	-	2	Preglednica C.6
Število oseb v coni	n_z	-	160	Ročni vnos
Čas v katerem so osebe prisotne v coni	t_z	ur/leto	8760	Ročni vnos
Izguba človeškega življenja zaradi fizične škode	$L1_F$	-	0,02	Preglednica C.2
Izguba človeškega življenja zaradi škode na notranjih sistemih	$L1_O$	-	0	Preglednica C.2
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi fizične škode	$L2_F$	-	0	Preglednica C.8
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi škode na notranjih sistemih	$L2_O$	-	0	Preglednica C.8
Izgube nenadomestljive kulturne dediščine zaradi fizične škode	$L3_F$	-	0	Preglednica C.10
Priključek Power line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek Power line v tej coni	K_{S3}	-	0,2	Preglednica B.5
Priključek Power line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek Power line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6
Priključek TLC line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek TLC line v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek TLC line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek TLC line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6

1.3.5 Computer center

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Vrsta zemlje ali tal	r_t	-	10^{-5}	Preglednica C.3
Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar stele v zgradbo)	P_{TA}	-	1	Preglednica B.1
Stopnja tveganja požara v zgradbi	r_f	-	0,001	Preglednica C.5
Ukrepi proti posledicam požara	r_p	-	1	Preglednica C.4
Prisotnost posebnih nevarnosti	h_z	-	2	Preglednica C.6
Število oseb v coni	n_z	-	14	Ročni vnos
Čas v katerem so osebe prisotne v coni	t_z	ur/leto	8760	Ročni vnos
Izguba človeškega življenja zaradi fizične škode	$L1_F$	-	0,02	Preglednica C.2
Izguba človeškega življenja zaradi škode na notranjih sistemih	$L1_O$	-	0	Preglednica C.2
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi fizične škode	$L2_F$	-	0	Preglednica C.8
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi škode na notranjih sistemih	$L2_O$	-	0	Preglednica C.8
Izgube nenadomestljive kulturne dediščine zaradi fizične škode	$L3_F$	-	0	Preglednica C.10
Priključek Power line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek Power line v tej coni	K_{S3}	-	0,2	Preglednica B.5
Priključek Power line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek Power line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6
Priključek TLC line v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek TLC line v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek TLC line v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek TLC line v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6

2. Izračun rizikov

2.1 Zbirne površine

2.1.1 Objekt

Zbirna površina zgradbe za izračun nevarnih dogodkov zaradi strele:

$$A_D = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \Pi \cdot (3 \cdot H)^2 \quad (\text{Enačba A.2})$$

$$A_D = 20 \cdot 40 + 2 \cdot (3 \cdot 25) \cdot (20 + 40) + \Pi \cdot (3 \cdot 25)^2 = 2,75 \cdot 10^4 \text{ m}^2$$

$$A_M = 4,71 \cdot 10^{10} \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.7})$$

2.1.2 Power line

Zbirna površina voda za izračun nevarnih dogodkov zaradi strele:

$$A_L = 40 \cdot L_L = 40 \cdot 200 = 8000 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.9})$$

$$A_I = 4000 \cdot L_L = 4000 \cdot 200 = 8 \cdot 10^5 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.11})$$

$$A_{DJ} = 0 \text{ m}^2 \quad (\text{Ni povezanega objekta})$$

2.1.3 TLC line

Zbirna površina voda za izračun nevarnih dogodkov zaradi strele:

$$A_L = 40 \cdot L_L = 40 \cdot 1000 = 4 \cdot 10^4 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.9})$$

$$A_I = 4000 \cdot L_L = 4000 \cdot 1000 = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.11})$$

$$A_{DJ} = 0 \text{ m}^2 \quad (\text{Ni povezanega objekta})$$

2.2 Ocena letnega števila nevarnih dogodkov

2.2.1 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov na objektu

Število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v zgradbo:

$$N_D = N_G \cdot A_D \cdot C_D \cdot 10^{-6} = 2,45 \cdot 2,75 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0673 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.4})$$

$$N_M = N_G \cdot A_M \cdot 10^{-6} = 2,45 \cdot 4,71 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-6} = 1,15 \cdot 10^5 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.6})$$

2.2.2 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - Power line

Število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v vod:

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_L = 2,45 \cdot 8000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0196 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.8})$$

$$N_I = N_G \cdot A_I \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_I = 2,45 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 1,96 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.10})$$

$$N_{Dj} = 0 \text{ /leto} \quad (\text{Ni povezanega objekta})$$

2.2.3 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - TLC line

Število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v vod:

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_L = 2,45 \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,049 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.8})$$

$$N_I = N_G \cdot A_I \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_I = 2,45 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 4,9 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.10})$$

$$N_{Dj} = 0 \text{ /leto} \quad (\text{Ni povezanega objekta})$$

2.3 Izračun rizika za odločitev o nujnosti zaščite

2.3.1 Izračun rizika izgube človeškega življenja R_1

Posamezne komponente rizika R_1 :

$$R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A = 0,0673 \cdot 0,1 \cdot 7 \cdot 10^{-9} = 8,73 \cdot 10^{-9} \quad (\text{Enačba 6})$$

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0673 \cdot 0,1 \cdot 2,8 \cdot 10^{-6} = 2,93 \cdot 10^{-6} \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C = 0,0673 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 8})$$

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M = 1,15 \cdot 10^5 \cdot 0,0225 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 9})$$

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_U \cdot L_U = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 7 \cdot 10^{-9} = 4,45 \cdot 10^{-9} \quad (\text{Enačba 10})$$

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_V \cdot L_V = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 2,8 \cdot 10^{-6} = 1,49 \cdot 10^{-6} \quad (\text{Enačba 11})$$

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_W \cdot L_W = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 12})$$

$$R_Z = N_I \cdot P_Z \cdot L_Z = 1,96 \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 13})$$

Riziko izgube človeškega življenja R_1 :

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_1 = 8,73 \cdot 10^{-9} + 2,93 \cdot 10^{-6} + 0 + 0 + 4,45 \cdot 10^{-9} + 1,49 \cdot 10^{-6} + 0 + 0$$

$$\mathbf{R_1 = 4,43 \cdot 10^{-6}}$$

(Enačba 1)

2.3.2 Izračun rizika izgube javne oskrbe R_2

Posamezne komponente rizika R_2 :

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0673 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C = 0,0673 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 8})$$

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M = 1,15 \cdot 10^5 \cdot 0,0225 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 9})$$

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_V \cdot L_V = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 11})$$

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_W \cdot L_W = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 12})$$

$$R_Z = N_I \cdot P_Z \cdot L_Z = 1,96 \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 13})$$

Riziko izgube javne oskrbe R_2 :

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_2 = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\mathbf{R_2 = 0}$$

2.3.3 Izračun rizika izgube kulturne dediščine R_3

Posamezne komponente rizika R_3 :

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0673 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_V \cdot L_V = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 11})$$

Riziko izgube kulturne dediščine R_3 :

$$R_3 = R_B + R_V$$

$$R_3 = 0 + 0$$

$$\mathbf{R_3 = 0}$$

(Enačba 1)

2.3.4 Izračun rizika izgube gospodarske vrednosti R_4

Posamezne komponente rizika R_4 :

$$R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A = 0,0673 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 6})$$

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0673 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C = 0,0673 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 8})$$

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M = 1,15 \cdot 10^5 \cdot 0,0225 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 9})$$

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_U \cdot L_U = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 10})$$

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_V \cdot L_V = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 11})$$

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \cdot P_W \cdot L_W = (1,15 \cdot 10^5 + 0) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 12})$$

$$R_Z = N_I \cdot P_Z \cdot L_Z = 1,96 \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 13})$$

Riziko izgube gospodarske vrednosti R_4 :

$$R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_4 = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\mathbf{R_4 = 0}$$

(Enačba 1)

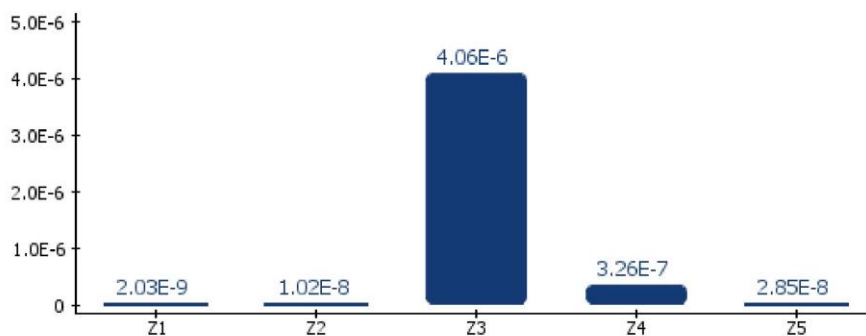
3. Povzetek vrednotenja rizikov

Na podlagi vhodnih podatkov so izračunani riziki:

Vrednosti komponent rizikov R1

R1	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	SUM
R1A	$1,35 \cdot 10^{-9}$	$6,73 \cdot 10^{-9}$	$6,73 \cdot 10^{-11}$	$5,38 \cdot 10^{-10}$	$4,71 \cdot 10^{-11}$	$8,73 \cdot 10^{-9}$
R1B	0	0	$2,69 \cdot 10^{-6}$	$2,15 \cdot 10^{-7}$	$1,88 \cdot 10^{-8}$	$2,93 \cdot 10^{-6}$
R1C	0	0	0	0	0	0
R1M	0	0	0	0	0	0
R1U	$6,86 \cdot 10^{-10}$	$3,43 \cdot 10^{-9}$	$3,43 \cdot 10^{-11}$	$2,74 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-11}$	$4,45 \cdot 10^{-9}$
R1V	0	0	$1,37 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$9,6 \cdot 10^{-9}$	$1,49 \cdot 10^{-6}$
R1W	0	0	0	0	0	0
R1Z	0	0	0	0	0	0
SUM	$2,03 \cdot 10^{-9}$	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$4,06 \cdot 10^{-6}$	$3,26 \cdot 10^{-7}$	$2,85 \cdot 10^{-8}$	$4,43 \cdot 10^{-6}$

Grafični prikaz izračunov za R1



Vrednosti komponent rizikov R2

R2	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	SUM
R2A	0	0	0	0	0	0
R2B	0	0	0	0	0	0
R2C	0	0	0	0	0	0
R2M	0	0	0	0	0	0
R2U	0	0	0	0	0	0
R2V	0	0	0	0	0	0
R2W	0	0	0	0	0	0
R2Z	0	0	0	0	0	0
SUM	0	0	0	0	0	0

Vrednosti komponent rizikov R3

R3	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	SUM
R3A	0	0	0	0	0	0
R3B	0	0	0	0	0	0
R3C	0	0	0	0	0	0
R3M	0	0	0	0	0	0
R3U	0	0	0	0	0	0
R3V	0	0	0	0	0	0
R3W	0	0	0	0	0	0
R3Z	0	0	0	0	0	0
SUM	0	0	0	0	0	0

Vrednosti komponent rizikov R4

R4	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	SUM
R4A	0	0	0	0	0	0
R4B	0	0	0	0	0	0
R4C	0	0	0	0	0	0
R4M	0	0	0	0	0	0
R4U	0	0	0	0	0	0
R4V	0	0	0	0	0	0
R4W	0	0	0	0	0	0
R4Z	0	0	0	0	0	0
SUM	0	0	0	0	0	0

Izguba življenja (L1):



$R1 \leq R1_T$

$R1: 4,43 \cdot 10^{-6}$
 $R1_T: 10^{-5}$

Izguba javne oskrbe (L2):



$R2 \leq R2_T$

$R2: 0$
 $R2_T: 0,001$

Izguba kulturne dediščine (L3):



$R3 \leq R3_T$

$R3: 0$
 $R3_T: 0,0001$

Ekonomska izguba (L4):



$R4 \leq R4_T$ $R4$: 0
 $R4_T$: 0,001

4. Literatura

1. SIST EN 62305-2:2010 Ed.2
2. Tehnična smernica TSG-N-003:2009 Zaščita pred delovanjem strele