

Ekonomski i tehnički aspekti sigurnosne rasvjete - označavanja i osvjetljavanja evakuacijskih puteva

Lorger, Tihana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:983760>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Sveučilišni studij računarstva

**Ekonomski i tehnički aspekti sigurnosne rasvjete –
označavanja i osvjetljavanja evakuacijskih puteva**

Diplomski rad

Tihana Lorger

Osijek, 2020.

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 4 |
| 1.1. Zadatak diplomskog rada..... | 5 |
| 1.2. Pregled dosadašnjih rješenja i spoznaja o predmetu istraživanja | 5 |
| 2. NUŽNA RASVJETA | 6 |
| 2.1. Podjela nužne rasvjete prema HRN EN 1838..... | 6 |
| 2.2. Podjela sukladno Pravilniku o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja | 7 |
| 3. POJAM SIGURNOSNE RASVJETE | 10 |
| 3.1. PROJEKTIRANJE SIGURNOSNE RASVJETE..... | 11 |
| 3.2. SIGURNOSNE SVJETILJKE | 14 |
| 3.2.1. Autonomne sigurnosne svjetiljke | 15 |
| 3.2.2. Centralno opskrbljene sigurnosne svjetiljke | 15 |
| 3.2.3. Označavanje svjetiljki..... | 16 |
| 3.3. SIGURNOSNA RASVJETA PUTEVA EVAKUACIJE..... | 18 |
| 3.3.1. Sigurnosna rasvjeta tla | 19 |
| 3.3.2. Rasvjeta sigurnosnih oznaka | 20 |
| 3.3.3. Niskopostavljene oznake usmjerenja..... | 22 |
| 3.4. PROTUPANIČNA RASVJETA..... | 23 |
| 3.5. SIGURNOSNA RASVJETA POSEBNO OPASNIH MJESTA | 25 |
| 3.6. ELEKTRIČNA INSTALACIJA SIGURNOSNE RASVJETE | 25 |
| 3.7. ISPITIVANJE SIGURNOSNE RASVJETE..... | 27 |
| 4. PRORAČUN RASVJETLJENOSTI SIGURNOSNE RASVJETE..... | 29 |
| 4.1. AutoCAD..... | 37 |
| 4.2. Troškovnici autonomnih svjetiljki i svjetiljki s centralnim napajanjem | 39 |
| 4.3. Ekonomska isplativost sigurnosne rasvjete | 41 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 43 |

| | |
|------------------|----|
| LITERATURA | 44 |
| SAŽETAK..... | 47 |
| ABSTRACT | 48 |
| ŽIVOTOPIS..... | 49 |
| PRILOG 1..... | 50 |

1. UVOD

U današnje vrijeme ljudi žive ubrzanim načinom života, ne razmišljajući o mogućim izvanrednim situacijama koje im se mogu dogoditi, kao što su nestanak struje, havarije, katastrofe i drugo. Ključnu ulogu u takvim kritičnim situacijama čini sigurnosna rasvjeta. Ona u zahvaćenim zatvorenim prostorima predstavlja bitan čimbenik osiguravanja sigurnosti života. Prvenstveno jer umiruje ljude i daje im mogućnost brzog i sigurnog navođenja ka izlazu. Iznenadan ispad električne energije i mrak, tome pridodan i nepoznat prostor kod mnogih ljudi izaziva strah i poteškoće u snalaženju, a radnje koje su se do toga trenutka odvijale u objektu ukoliko se ne završe na adekvatan način mogu biti nova opasnost za ljude i prostor. Upravo sve navedeno je glavni razlog zašto mnogi objekti moraju imati mrežni sustav dopunske rasvjete i označavanja jer i najpouzdaniji energetske sustavi nižu sve veći broj propusta koji na dulje ili kraće vrijeme onesposobljavaju objekte, blokove zgrada ili cjelokupne zgrade. Ovakav sustav dopunske rasvjete koji je aktivan samo u specifičnim situacijama mora biti jasno podržan standardima i normama te utvrđen zakonom. Ti propisi obuhvaćaju opise mjesta, odnosno prostora za koje je potrebna nužna rasvjeta, kvalitetu samog proizvoda, pravila koja određuju odgovarajuću razinu rasvjete te instalacije. Oni se odnose na sve učesnike procesa od proizvođača opreme, izvođača i projektanta, koji imaju obvezu izabrati adekvatnu opremu te je ispravno postaviti i utvrditi pa sve do korisnika, koji procjenjuje stupanj rizičnosti novonastale situacije. Proučavajući postojeće stanje ustanovljeno je da u Republici Hrvatskoj propisi ne preciziraju u dovoljnoj mjeri područje sigurnosne rasvjete te izvedena stanja u mnogim prilikama ne zadovoljavaju potrebe za sigurnošću. Kao zamjena za skromnu regulativu u Republici Hrvatskoj koristi se američka norma NFPA¹ koja propisuje u kojim je objektima nužna rasvjeta evakuacijskih puteva te uvjete za njezino izvođenje. Danas se zakoni unutar zemalja Europske Unije znatno razlikuju po pitanju sigurnosne rasvjete. Međutim, ulažu se veliki naponi da se takvi zakoni homogeniziraju.

Cilj rada je opisati ulogu sigurnosne rasvjete, analizirati načine kojom ona umanjuje rizike nesreća, izraditi analizu troškova te u programu Relux izraditi proračune rasvjetljenosti sigurnosne rasvjete na praktičnom primjeru. U prvom dijelu rada objašnjena je podjela nužne rasvjete te sigurnosnog osvjetljenja prema usvojenim normama i pravilnicima kako bi se dao uvid u to da u Republici Hrvatskoj ne postoje točno definirani zakoni kada se govori o sigurnosnoj rasvjeti. U drugom dijelu rada objašnjeni su najvažniji pojmovi sigurnosne rasvjete od njenih sastavnih dijelova, sigurnosnih svjetiljki pa sve do projektiranja, instaliranja i testiranja iste. U trećem i ujedno zadnjem dijelu

¹ NFPA – eng. *National Fire Protection Association* – u prijevodu Američka udruga za zaštitu od požara

rada su na praktičnom primjeru izrađeni proračuni rasvjetljenosti sigurnosne rasvjete.

1.1. Zadatak diplomskog rada

Zadatak diplomskog rada je opisati ulogu sigurnosne rasvjete, analizirati načine kojom ona minimizira rizike nesreća te na primjeru iz prakse napraviti prijedlog tehničkog rješenja i procjenu troškova te analizu isplativosti sigurnosne rasvjete.

1.2. Pregled dosadašnjih rješenja i spoznaja o predmetu istraživanja

Projekti za povećanje učinkovitosti opće, sigurnosne i javne rasvjete aktualna su tema vremena u kojem živimo. Postoje brojna poduzeća, a tako i brojni načini računanja i projektiranja ovakvih projekata u cilju veće efikasnosti, produktivnosti i uštede energije te u konačnici i smanjenju sveukupnih troškova. Istražujući o temi kroz brojne sekundarne izvore uočen je velik broj istraživanja vezanih za ovu tematiku.

U teorijskom djelu ovoga rada opisani su zakonski okviri i pravila koje je potrebno poštivati u projektima sigurnosne rasvjete te koji su propisani normama Europske Unije. Ova pravila moguće je pronaći i u radu [1] gdje je pomoću programskog paketa DIALux izrađen ukupan proračun stanja javne rasvjete prije i poslije rekonstrukcije. U [2] korištena je maketa napravljena unutar Arduino okruženja radi prikaza rada pametne cestovne rasvjete. Ovakva rasvjeta zamišljena je za manju potrošnju električne energije, slanju obavijesti u slučaju kvarova te paljenje ili gašenje rasvjete prilikom prolaska prometnog vozila te kako bi se povećala sigurnost učesnika u prometu. Sličan pristup i rješenja dana su izvorom [3], kojim su učinjene usporedbe trenutnog stanja uvidom na terenu te je napravljen novi proračun u kojem su prikazani rezultati nove rasvjete. U radu je korišten programski alat Relux koji omogućuje detaljne svjetlo - tehničke proračune za unutarnju i vanjsku rasvjetu te na jednostavan način omogućava postavljanje svjetiljki, predmeta i namještaja. U [4] objašnjen je pojam javne rasvjete te njen doprinos u osiguranju i sigurnosti ljudi u kretanju. Pomoću programskih paketa Relux i DIALux napravljena je simulacija javne rasvjete za dio kolnika.

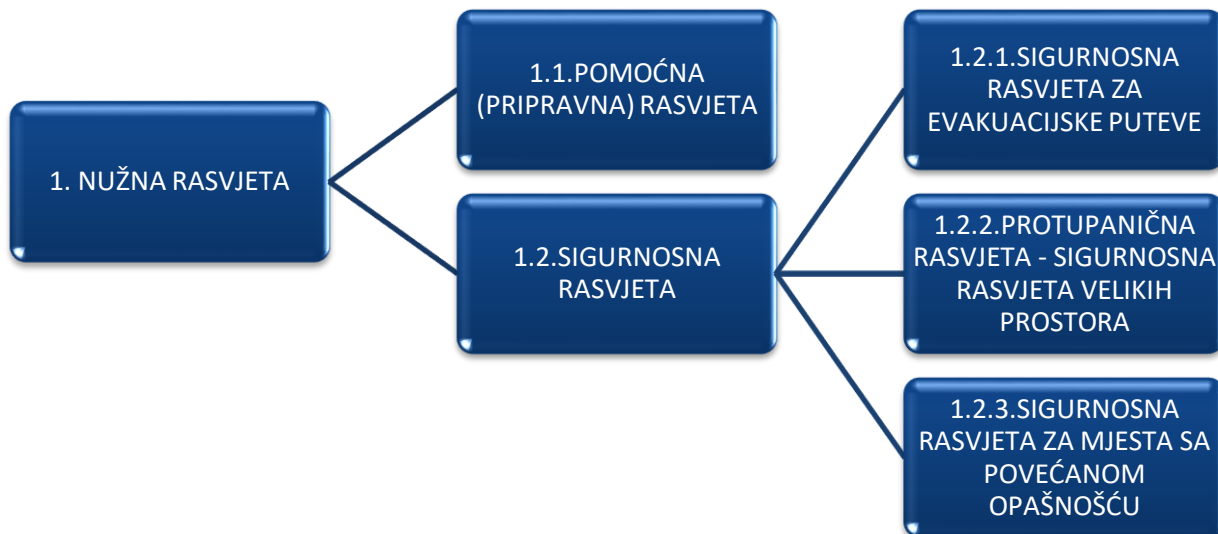
Rad u kojemu je naglasak stavljen na unutrašnje prostorije (za razliku od spomenutih radova kojima je u središtu vanjsko osvjetljenje) prikazuje norme kojima su definirane razine osvjetljenosti radnih mjesta [5]. Navedeni primjeri u radu prikazuju realizaciju projekata koji zadovoljava propisane norme te načine pronalaska rješenja za veću energetska učinkovitost.

2. NUŽNA RASVJETA

Prilikom izrade skoro svakog elektrotehničkog projekta koji se bavi obradom zatvorenih prostora treba uzeti u obzir i postavljanje nužne rasvjete. Prema [6] to je rasvjeta koja je predviđena za upotrebu u slučajevima nestanka napajanja normalne odnosno opće rasvjete. Glavna joj je uloga omogućavanje sigurnog izlaska iz objekta u slučaju kvara uobičajene opskrbe električnom energijom ili u slučaju izvanrednih situacija. U praksi ima razne nazive npr. panik rasvjeta, protupanična rasvjeta, anti - panik rasvjeta i drugo. No, svi ti nazivi su nepodobni jer označavaju samo neke njezine dijelove.

2.1. Podjela nužne rasvjete prema HRN EN 1838

Prema [6] hrvatski zavod za norme uvažio je europsku normu EN 1838:2013 u izvorniku na engleskom jeziku kao hrvatsku normu te ona danas posjeduje status hrvatske norme. Prema usvojenoj normi vrijedi podjela nužne rasvjete prikazana na slici 2.1.



Slika 2.1. Podjela nužne rasvjete

1. Nužna (*Emergency*) rasvjeta je rasvjeta koja je neophodna objektima u slučajevima nestanka opće (primarne) rasvjete i koja postaje aktivna u takvim situacijama. Dijeli se na pomoćnu (pripravnu) i sigurnosnu rasvjetu.

1.1. Pomoćna/Pripravna (*Standby*) rasvjeta je dio nužne rasvjete koji omogućava normalno obavljanje aktivnosti unutar objekta u slučajevima nestanka opće rasvjete prebacujući se na

pomoćni (pričuvni) izvor električne energije.

1.2. Sigurnosna rasvjeta (*Emergency escape*) je dio nužne rasvjete koji osigurava osvjetljenje za sigurnost ljudi u kritičnim situacijama kako bi bez panike napustili ugroženi objekt i pronašli siguran put ka izlazu. Omogućava osoblju završetak potencijalno opasnih djelatnosti i poslova u svrhu eliminiranja novih dodatnih nesreća. Dijeli se na sigurnosnu rasvjetu za evakuacijske puteve, protupaničnu rasvjetu – sigurnosna rasvjeta velikih prostora te sigurnosnu rasvjetu za mjesta sa povećanom opasnošću.

1.2.1. Sigurnosna rasvjeta za evakuacijske puteve je dio sigurnosne rasvjete koji osvjetljava i označava evakuacijske puteve. Pruža odgovarajuće vizualne uvjete koji pomažu pri traženju pravilnog smjera kretanja na evakuacijskim putevima prema sigurnom izlazu. Ujedno osigurava da se vatrogasna i sigurnosna oprema mogu lako pronaći i koristiti. Obuhvaća rasvjetu trase (linije) evakuacije, rasvjetu sigurnosnih oznaka te niskopostavljene oznake usmjerenja.

1.2.2. Protupanična rasvjeta – sigurnosna rasvjeta velikih prostora je dio sigurnosne rasvjete koji prvenstveno služi smanjenju vjerojatnosti panike i omogućava sigurno kretanje ljudi prema evakuacijskom putu pružajući odgovarajuće vizualne uvjete i pronalaženje smjera.

1.2.3. Sigurnosna rasvjeta za mjesta s povećanom opasnošću je dio sigurnosne rasvjete koji doprinosi sigurnosti radnika koji su uključeni u potencijalno opasne procese ili situacije. Pomaže u pravilnim postupcima isključivanja upravljačkih naprava čije bi nepravilno i neadekvatno rukovanje znatno povećalo razinu opasnosti prisutnih u objektu.

2.2. Podjela sukladno Pravilniku o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja

U pravilniku [7] se nalaze slični nazivi sa promijenjenom hijerarhijskom strukturom i promijenjenim opisima pojedinih dijelova. Prema pravilniku glavni pojam je sigurnosno osvjetljenje čiji su dijelovi nužno osvjetljenje i protupanično osvjetljenje. Hijerarhijski prikaz nalazi se na slici 2.2.



Slika 2.2. Podjela sigurnosnog osvjetljenja

Prema [7] sastavni dijelovi sigurnosnog osvjetljenja su nužno i protupanično osvjetljenje. Sigurnosno osvjetljenje je osvjetljenje koje postaje aktivno u slučajevima nestanka osnovnog osvjetljenja.

Nužno osvjetljenje je sigurnosno osvjetljenje koje se u trenutku nestanka opće rasvjete automatski preusmjerava na pomoćni izvor napajanja. Ono omogućava osoblju neophodno najmanje osvjetljenje određeno propisima koje im pomaže pri završetku započetih poslova te obavljanje nužnih radnji u vođenju postrojenja.

Protupanično osvjetljenje je sigurnosno osvjetljenje koje se direktno preusmjerava na akumulatorske baterije kada dođe do nestanka primarnog napajanja te osvjetljava najkraće puteve do izlaza.

Iz prethodno navedenog vidljivo je da se za iste opise koriste različiti nazivi što je pokazatelj kako u Republici Hrvatskoj nema odgovarajućih propisa koji bi točno definirali pojmove sigurnosne rasvjete te njene osnovne domene.

2.3. Ostalo nazivlje

Prema [6, 8, 9] definirani su pojmovi za razumijevanje područja istraživanja s kojima bi se bilo dobro upoznati:

IZLAZ ZA NUŽDU – izlaz iz objekta koji se namjerava koristiti u slučaju nužde.

EVAKUACIJSKI PUT – put koji se koristi za evakuaciju u slučaju nužde. Započinje tamo gdje započinje i evakuacija, a završava na sigurnom mjestu.

SIGURNOSNI ZNAKOVI – znakovi koji grafičkim simbolima, kombinacijom boja i geometrijskim oblicima prenose posebnu sigurnosnu informaciju.

SIGURNOSNI ZNAKOVI S RASVJETOM – znakovi koji su osvjetljeni unutarnjim izvorom svjetla u slučajevima nužde.

OSVIJETLJENJI SIGURNOSNI ZNAKOVI – znakovi koji su osvjetljeni vanjskim izvorom svjetla u slučajevima nužde.

STALNI SPOJ (eng. *Maintained emergency luminaire*) - ovo je svjetiljka nužne rasvjete kod koje se izvori nužne rasvjete napajaju cijelo vrijeme kada je potrebna opća ili nužna rasvjeta. Ovakav način rada obično se koristi na mjestima okupljanja kao što su kina, kazališta, klubovi itd. Svjetla se obično zatamnjuju kada su prostori zauzeti, a rasvjeta za slučaj nužde sprječava potpunu tamu. Može biti dio opće rasvjete.

PRIPRAVNI SPOJ (eng. *Non – maintained emergency luminaire*) – svjetiljka nužne rasvjete kod koje izvori nužne rasvjete rade samo kada nestane napajanje normalne rasvjete.

IZVANREDNI DOGAĐAJ – događaj koji nastaje uslijed primjerice djelovanja prirodnih sila, čimbenika koji ugrožavaju život ili zdravlje ljudi i koji mogu uzrokovati štetu na materijalnim i drugim dobrima.

EVAKUACIJA – označava pojam organiziranog napuštanja ugroženog objekta unesrećenih upotrebljavajući evakuacijske puteve i izlaze.

U [8] stoji:

“LUMEN (lm) – mjerna jedinica intenziteta svjetlosti koji emitira rasvjetno tijelo.“

“LUX (lm/m²) – mjerna jedinica količine svjetlosti koju emitira rasvjetno tijelo na površini od 1 m² .”

3. POJAM SIGURNOSNE RASVJETE

Proučavajući sigurnosnu rasvjetu ustanovljeno je da u Republici Hrvatskoj postoji jako malo propisa koji reguliraju sigurnosnu rasvjetu. Sigurnosna rasvjeta predstavlja bitan faktor u spašavanju ljudi tijekom izvanrednih situacija. Svrha sigurnosnog osvjetljenja je osigurati brzu, automatsku i odgovarajuću rasvjetu u određenom području kada zakaže napajanje normalne rasvjete. Instalacija mora osigurati da osvjetljenje sigurnosne rasvjete ispunjava sljedeće funkcije: osvijetliti znakove ruta za bijeg, osigurati osvjetljenje na i duž takvih ruta kako bi se omogućilo sigurno kretanje prema i kroz izlaze predviđene za sigurno mjesto te da se točke poziva za požarni alarm i oprema za protupožarnu zaštitu na putu za evakuaciju mogu lako pronaći i koristiti. Vizija se razlikuje od osobe do osobe, kako količinom svjetlosti koja je potrebna da se objekt jasno vidi tako i vremenom potrebnim za prilagodbu promjenama osvjetljenja. Općenito, starijim ljudima je potrebno više svjetla i vremena da se prilagode slabom osvjetljenju na putu bijega. Upravo zbog toga, nužno je da zakoni vezani za sigurnosnu rasvjetu budu dobro utvrđeni. Pronađeni članak [10] je bitan usmjeravatelj za učinkovito konstruiranje, provođenje i ispitivanje sigurnosne rasvjete. U članku se mogu pronaći europske norme iz domene sigurnosne rasvjete, pozicije u objektima na koje je potrebno postaviti sigurnosne svjetiljke, mehanizam postizanja propisanog nivoa osvjetljenja te neophodna testiranja i mjerenja. Američka norma NFPA je adekvatna zamjena za skromnu hrvatsku odredbu u kojoj se točno nalaze propisani objekti odnosno građevine koje trebaju sadržavati rasvjetu puteva evakuacije te sve potrebne uvjete za njeno izvođenje. Sukladno normi HRN EN 60598-2-22/2003 – Svjetiljke za sigurnosnu rasvjetu [11] konstruiraju se svjetiljke sigurnosne rasvjete, dok je postupak njihovog montiranja određen europskim normama EN 1838 – *Lighting applications – Emergency lighting* [6] i EN 50172/2004 – *Emergency escape lighting system* [12]. Pitanje u koje vrste prostora i građevina treba ugraditi sigurnosnu rasvjetu razlikuje se od države do države.

U hrvatskim propisima spominju se raznolike i nerazumljive formulacije iz domene sigurnosne rasvjete. Postoje nejasnoće u definicijama koje u pravilnicima spominju sigurnosnu i paničnu rasvjetu. Termini „*Safety, Sicherheit, Securitte*“ znače „*Sigurnost*“ i definirani su kao „panična rasvjeta“, međutim termin „antipanična rasvjeta“ koji je definiran u europskoj normi EN 1838 u Republici Hrvatskoj je relativno nepoznat i nema veze s definicijama antipanične rasvjete. Pomoćna rasvjeta u europskim normama nema naznake sigurnosti, dok je naši hrvatski pravilnici tumače kao dio sigurnosne rasvjete. Termini i definicije nastali su po uzoru na njemačke termine i norme prema normi DIN 5035-5, koja je danas nevažeća te je zamijenjena 1999. godine normom

EN 1838. Tijekom godina i Nijemci su u svojoj vlastitoj normi DIN VDE 0108/10.89 znatno promijenili terminologiju pa je uslijed toga npr. „*Paniklicht*“ zamijenjen s „*Sicherheitsbeleuchtung in Bereitschaftsschaltung*“, „*Fluchtweg*“ sa „*Rettungsweg*“ itd. [13]

3.1. PROJEKTIRANJE SIGURNOSNE RASVJETE

Prilikom instaliranja tj. projektiranja sigurnosne rasvjete te njenog integriranja s općom (standardnom) rasvjetom treba poštivati sve zakone i propise kako bi konstruirani sustav zadovoljio sve standarde. Standardi predstavljaju osnovu na temelju koje će se donijeti odluka na koje pozicije i na koji način smjestiti sigurnosnu rasvjetu. Prema [6, 8, 12, 14] vrijedi:

1. Sigurnosnu rasvjetu i oznake smjestiti na odgovarajuće pozicije

Svi evakuacijski putevi moraju biti utvrđeni oznakama koje su vidljive iz svake pozicije.

Sigurnosna rasvjeta mora biti postavljena tako da pruža odgovarajuću osvijetljenost uzduž svih evakuacijskih puteva, kod svih vrata namijenih za upotrebu u slučaju nužde (evakuacije) i na krajnjem izlazu iz objekta.

Sigurnosnu rasvjetu potrebno je postaviti pri svakoj promjeni smjera, na svakom križanju hodnika, kod svake promjene razine poda. Kod svih stepenica tako da dobivaju izravno svjetlo.

Sigurnosnu rasvjetu potrebno je postaviti kod opreme za spašavanje (prva pomoć, vatrogasna oprema, pozivne točke itd.); mora se osigurati vertikalno osvijetljenje od 5 lx.

Sigurnosnu rasvjetu treba postaviti u objekte koji su veći od 60 m² i sanitarije veće od 8 m².

Svjetiljke sigurnosne rasvjete potrebno je postaviti na minimalnu visinu od 2 m. Na slici 3.1. prikazane su prethodno navedene pozicije na koje je potrebno postaviti sigurnosnu rasvjetu.



Slika 3.1. Pozicioniranje sigurnosne rasvjete [8]

2. Sigurnosne oznake na putevima evakuacije

Učinkovitost sigurnosne oznake na putevima evakuacije znatno ovisi o boji, veličini, položaju te koliko je dobro znak vidljiv.

Najbolji put za evakuaciju mora biti jasno označen kako bi omogućio pouzdanu i efikasnu evakuaciju.

Europski standardi koji su usvojeni i u Republici Hrvatskoj zagovaraju piktogramе na kojima se nalazi bijeli čovjek na zelenoj površini (tzv. „trčeći čovjek“) kao što je vidljivo na slici 3.2.



Slika 3.2. Piktogram („trčeći čovjek“) [15]

3. Sigurnosna rasvjeta na putevima evakuacije

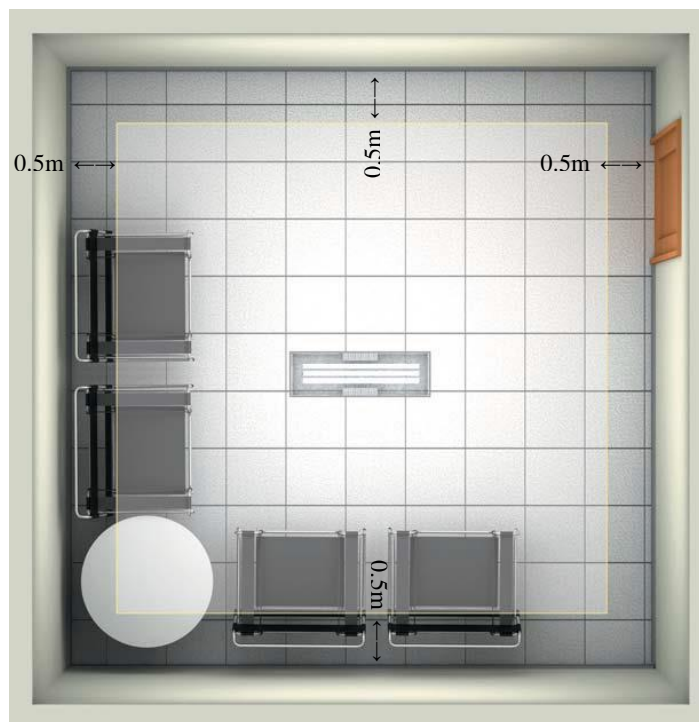
Razina rasvjetljenosti mora vrijediti minimalno 1 lx u centralnoj osi puteva evakuacije, gdje se za širinu puta uzima 2 m, uz omjer minimalne i maksimalne vrijednosti 1: 40. Razina rasvjetljenosti može pasti za 50 % na udaljenosti 50 cm od središnje osi. Sigurnosne svjetiljke ne smiju ni u kojem slučaju bliještati.

Vrijeme odziva sigurnosnih svjetiljki mora iznositi 0.5 sekundi. Što znači da se 50% minimalnog osvjetljenja treba postići unutar 5 sekundi, dok se potpuno osvjetljenje mora postići unutar 60 sekundi.

Nužno je da barem jedan evakuacijski znak mora biti vidljiv iz svih točaka evakuacijskog puta. Svjetiljka s oznakom je vidljiva sa udaljenosti koja odgovara njenih 200 visina, a pravilno osvijetljena oznaka sa udaljenosti njenih 100 visina.

4. Sigurnosna rasvjeta za anti – panik područja

Za anti – panik područja (otvorena ili ona duž kojih se isprepliću putevi evakuacije) potrebno je uspostaviti minimalnu razinu osvjetljenja od 5 luxa vodoravnog osvjetljenja na podu osim dijela od 0.5 m na rubovima tog područja kao na slici 3.3.



Slika 3.3. Osvjetljenje u anti – panik područjima [8]

3.2. SIGURNOSNE SVJETILJKE

Prema [11] hrvatski zavod za norme je na zahtjev tehničkog odbora HZN/TO E34, *Žarulje, svjetiljke i pripadna oprema*, usvojio europsku normu EN 60598-2-22 – *Particular requirements – Luminaires for emergency lighting*, izvorno na engleskom jeziku kao hrvatsku normu. Prema izvoru [16] prihvaćena je i smatra se hrvatskom normom, norma HR EN 60958 – 1 Svjetiljke – Dio 1: Opći zahtjevi i ispitivanja. Obje norme odnose se na sigurnosne svjetiljke.

U prethodno navedenim normama stoji da je temeljna podjela sigurnosnih svjetiljki na svjetiljke s centralnim napajanjem čiji se rad veže uz centralne baterije ili električne agregate te na autonomne svjetiljke koje imaju vlastiti izvor odnosno lokalnu bateriju.

Pitanje koje se često postavlja je kako odrediti koje će se svjetiljke postaviti u određenim objektima. Uslijed toga, ukoliko je u objektu nužno postaviti više od 50 sigurnosnih svjetiljki i ako se u objektima skuplja veći broj ljudi kao što su npr. zračne luke, autobusne stanice, trgovački centri i sl. mnoge države preporučuju ugradnju sigurnosnih svjetiljki s centralnim napajanjem. U obrnutom slučaju, ukoliko se u objekt ugrađuje manje od 50 sigurnosnih svjetiljki preporučuje se postavljanje sigurnosnih svjetiljki sa vlastitim baterijama.

Prethodno navedene svjetiljke imaju svoje prednosti i mane. Neke od prednosti sigurnosnih svjetiljki s vlastitom baterijom su brže i jeftinije montiranje, svaka svjetiljka je neovisna što rezultira time da kvar jedne svjetiljke ne utječe na rad ostalih svjetiljki, nije nužna dodatna prostorija te strujni krugovi koji nadziru sustav, napajanje se vrši sa standardnim kabelima itd. Dok su negativne strane autonomnih svjetiljki te da su im baterije kraćeg životnog vijeka (do 4 godine), proces testiranja traje dugo jer je nužno testirati svaku svjetiljku zasebno, u objektima visoke temperature regulirana primjena baterija, za veće objekte veća cijena itd. Kod sigurnosnih svjetiljki s centralnim napajanjem prednosti su duži životni vijek centralnih baterija (do 25 godina ovisno o tipu) te lakše servisiranje i testiranje svjetiljki i drugo.

Prema [11] u ovisnosti o načinu primjene, autonomne svjetiljke i svjetiljke s centralnim napajanjem mogu biti u trajnom spoju. One svjetle neovisno je li u objektu došlo do prekida napajanja ili ne te na tzv. svjetiljke u pripravnom spoju koje se automatski aktiviraju u slučaju prekida opskrbe električnom energijom. Upravo zbog toga razlikuju se:

LP – svjetiljke s vlastitim (lokalnim) izvorom u pripravnom spoju,

LT – svjetiljke s vlastitim (lokalnim) izvorom u trajnom spoju,

CP – svjetiljke centralno spojene u pripravnom spoju te

CT – svjetiljke centralno spojene u trajnom spoju.

Prema izvoru [12] uz ove oznake se često nalaze brojke koje predstavljaju vrijeme autonomnosti u satima. Sukladno tome, npr. oznaka M4 (eng. *Maintained*) simbolizira svjetiljku u trajnom spoju autonomnosti 4 sata, dok npr. NM2 (eng. *Non Maintained*) simbolizira svjetiljku u pripravnom spoju autonomnosti 2 sata. Namjena i veličina objekta određuju način spoja i autonomnost.

3.2.1. Autonomne sigurnosne svjetiljke

Prema [11] autonomna sigurnosna svjetiljka je svjetiljka koja pruža održavano ili neodržavano svjetlo u slučaju nužde u kojoj su svi dijelovi, poput baterije, svjetiljki, upravljačke jedinice i uređaja za ispitivanje i nadzor smješteni u svjetiljci ili uz nju tj. unutar 1 m duljine kabela. Pod pojmom vlastito napajanje podrazumijeva se akumulatorska baterija. Najčešće se koriste hermetički zatvorene nikal-kadmijeve ili olovno sumporne baterije kod kojih ne postoji mogućnost promjene ili nadopune elektrolita, no uz posebne uvjete smještanja i održavanja dozvoljena je promjena ili nadopuna. Takve baterije su dugotrajnije, životni vijek im je do čak 10 godina. Druge vrste baterija mogu biti prihvatljive ukoliko zadovoljavaju odgovarajuće primjenjive standarde sigurnosti i performansi.

Sigurnosne svjetiljke moraju imati napunjenu bateriju kod normalne opskrbe električnom energijom. Ukoliko dođe do pražnjenja baterije moraju imati mogućnost dopune u roku od 8 sati do 80 % cjelokupnog kapaciteta.

Autonomne sigurnosne svjetiljke moraju biti jasno označene detaljima kao što su: ispravna zamjena baterija, tehnologija baterija, nazivni napon, kapacitet, temperaturna klasifikacija te režim punjenja.

Kod autonomnih svjetiljki baterije se označavaju godinom i mjesecom te tjednom proizvodnje.

Kod autonomnih svjetiljki s zamjenjivim baterijama na naljepnici baterije mora biti predviđen prostor na koji bi instalater mogao označiti datum puštanja baterije u rad.

Kod autonomnih svjetiljki s nezamjenjivim baterijama prostor za označavanje datuma puštanja u rad mora biti osiguran na bateriji ili naljepnici koja se mora poštovati tijekom održavanja.

3.2.2. Centralno opskrbljene sigurnosne svjetiljke

Prema [11] centralno opskrbljena sigurnosna svjetiljka je svjetiljka za održavani ili neodržavani rad koja se napaja iz središnjeg sustava napajanja u slučajevima nužde koji se ne nalazi u svjetiljci.

Sigurnosne svjetiljke s centralnim napajanjem upotrebljavaju akumulatorske baterije koje su smještene u posebnoj namjenskoj prostoriji. Imaju mogućnost uključanja za 0.5 sekundi od nestanka električne energije, u vremenu od 5 sekundi mogu postići 50 %, a nakon 60 sekundi maksimalni nivo osvjetljenosti. Postoje specijalne situacije i procesi koji potražuju čak besprekidno napajanje koje se postiže pomoću UPS² uređaja.

Sukladno normi HRN EN 50171 [17] izrađuju se uređaji za centralna napajanja, dok su objekti namijenjeni za njihov smještaj definirani normom HRN EN 50272 [18]. U slučaju da se koristi uređaj za besprekidno napajanje (UPS) kao pomoćni izvor električne energije potrebno je zadovoljiti uvjete iz normi HRN EN 50091-1-1 ili HRN EN 50091-1-2. Nadzor nad centralnim napajanjem provodi se uređajima koji kontroliraju funkcije sustava (napon akumulatora, struja akumulatora/punjača/praznjenja, struja opterećenja, izlazna struja punjača itd).

Prema [17] očekivani životni vijek baterija za centralno elektroenergetske sustave je najmanje 10 godina pri temperaturi od 20 °C. Baterije se moraju instalirati te se mora osigurati održavanje istih sukladno [18] i preporukama proizvođača.

Prema izvoru [17] grupna napajanja (eng. *Low power System*) koja su sastavljena od najviše 20 sigurnosnih svjetiljki čine podvrstu centralnih napajanja. Životni vijek baterija ovakvih sustava je najmanje 5 godina pri temperaturi od 20 °C.

3.2.3. Označavanje svjetiljki

Sigurnosne svjetiljke klasificiraju se i označavaju u skladu s normom [11]. Jedinствена oznaka sadrži podatke o svjetiljci (tip, način rada, vrstu te autonomiju) te mora biti jasno pričvršćena na svjetiljku. Oznaka se sastoji od pravokutnika, podijeljenog u tri ili četiri segmenta. Ovisno o konstrukciji, segmenti će se sastojati od slova ili brojke ili točke ukoliko se ne moraju dati naznake.

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1.segment definira TIP | x-autonomne svjetiljke |
| | z-centralna opskrba svjetiljke |
| 2.segment definira NAČIN RADA | 0-pripravni spoj |

² UPS – je skraćenica za *Uninterruptible power supply* – neprekidni izvor napajanja

- 1-trajni spoj
- 2-kombinirani pripravn
- 3-kombinirani trajni
- 4-složene pripravne
- 5-složene trajne
- 6-satelitske

3.segment definira VRSTU

- A-probni razmještaj
- B-pripravni spoj
- C-za označavanje zabrana
- D-za rasvjetu posebno opasnih radnih mjesta
- E-nezamjenjiva svjetiljka i/ili baterija
- F-automatski ispitni zupčanik u skladu s IEC 61347
- G-unutarnje osvijetljeni sigurnosni znak

4.segment definira AUTONOMIJU³ u minutama: 60, 120,180

Sljedeći primjer označavanja je dan kako bi se objasnio način korištenja kodiranja:

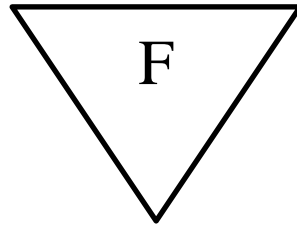
| | | | |
|---|---|---|-----|
| Z | 0 | B | 120 |
|---|---|---|-----|

Slika 3.4. Primjer označavanja

Dodjeljuje se svjetiljci s centralnim napajanjem u pripravnom spoju, autonomnosti 120 minuta.

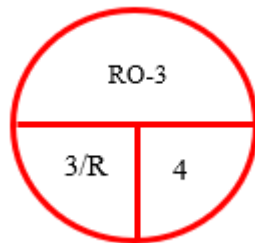
Prema [13] svjetiljke koje sadrže oznaku sa slike 3.5. moguće je montirati na zapaljive površine npr. drvo, materijali od drveta. Ukoliko je na svjetiljci ovakav simbol prekrížen, svjetiljka se ne smije postavljati na zapaljive površine.

³ AUTONOMIJA – trajanje izvanrednog načina rada izraženo u minutama



Slika 3.5. Oznaka svjetiljki koje se mogu nalaziti na zapaljivim površinama

Prema [13] oznaka sa slike 3.6. je uobičajena oznaka sigurnosne rasvjete. Dakle, krug koji je podijeljen na tri dijela, crvene ili zelene boje. Primjer sa slike 3.6., označava svjetiljku koja se napaja sa razdjelnikom RO-3, sa trećeg osigurača rasvjete i četvrta je svjetiljka u nizu.



Slika 3.6. Oznaka sigurnosne rasvjete

3.3. SIGURNOSNA RASVJETA PUTEVA EVAKUACIJE

Bitnu ulogu u spašavanju ljudskih života tijekom izvanrednih situacija (požar, teroristički čin, potres i drugo) predstavlja evakuacija. Kako bi evakuacija bila uspješna potrebno je pravilno osvijetliti puteve evakuacije. U osvjetljavanju evakuacijskih puteva vrlo je važna sigurnosna rasvjeta puteva evakuacije koja ljudima tijekom havarije omogućuje siguran izlaz iz ugroženog objekta tako što olakšava uočavanje sigurnosne opreme i oznaka te naposljetku dovodi ljude na sigurno. Prema [6] osvjetljenje puta za bijeg u nuždi mora doseći 50 % potrebne osvjetljenosti u roku od 5 s i 100 % potrebne osvjetljenosti u roku od 60 s. Odnos između najveće i najmanje osvjetljenosti mora iznositi 40 : 1. Minimalno trajanje osvjetljenja sigurnosne rasvjete u slučaju nužde u svrhe bijega mora iznositi 1 h. Za evakuacijske puteve širine do 2 m, vodoravna osvjetljenja na podu duž središnje crte puta za bijeg ne smiju biti manja od 1 lx. Širi putevi za bijeg mogu se tretirati kao brojne trake širine 2 m ili imati osvjetljenje otvorenog područja (anti – panika).

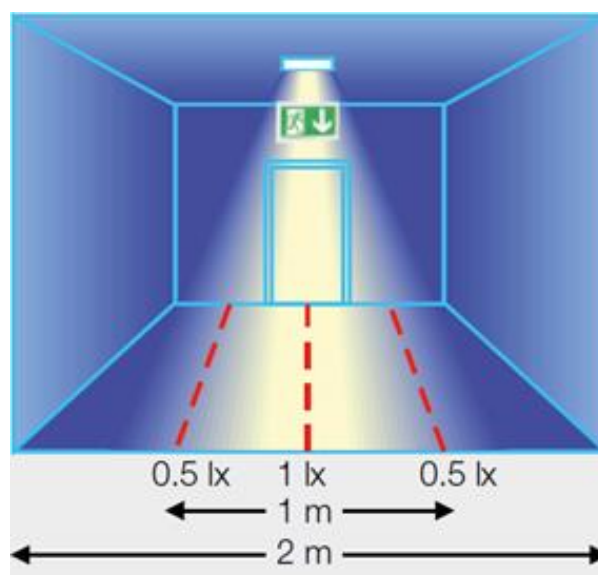
Prethodno navedeni parametri kojih se treba pridržavati prilikom postavljanja sigurnosne rasvjete puteva evakuacije prikazani su u tablici 3.1.

| Sigurnosna rasvjeta puteva evakuacije (HRN EN 1838) | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|--|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| Rasvjetljenost | $E_{min} = 1 \text{ lx}$ | | $E_{min} = \text{minimalna horizontalna rasvjetljenost na nivou poda}$ | | | |
| Vrijeme rada | 1 h | Kašnjenje uključivanja | 50 % zahtijevane razine rasvjete unutar 5 sekundi 100 % zahtijevane razine rasvjete unutar 60 sekundi | | | |
| Uzvat boje | $R_a \geq 40$ | | | | | |
| Odnos između najveće i najmanje osvijetljenosti | $E_{max} : E_{min} \leq 40 : 1$ | | | | | |
| Ograničenje bliještanja h/l_{max} | < 2.5 m 500 cd | 2.5 m ≤ h < 3 m 900 cd | 3 m ≤ h < 3.5 m 1600 cd | 3.5 m ≤ h < 4 m 2500 cd | 4 m ≤ h < 4.5 m 3500 cd | ≥ 4.5 m 5000 cd |
| Za kutove između 60° i 90° od vertikale vrijednosti u tablici ne smiju biti prekoračene | | | | | | |

Tablica 3.1. Parametri koje treba zadovoljavati sigurnosna rasvjeta puteva evakuacije
Sigurnosna rasvjeta puteva evakuacije dijeli se na sigurnosnu rasvjetu tla, odnosno trasa, rasvjetu sigurnosnih oznaka i niskopostavljene oznake usmjerenja.

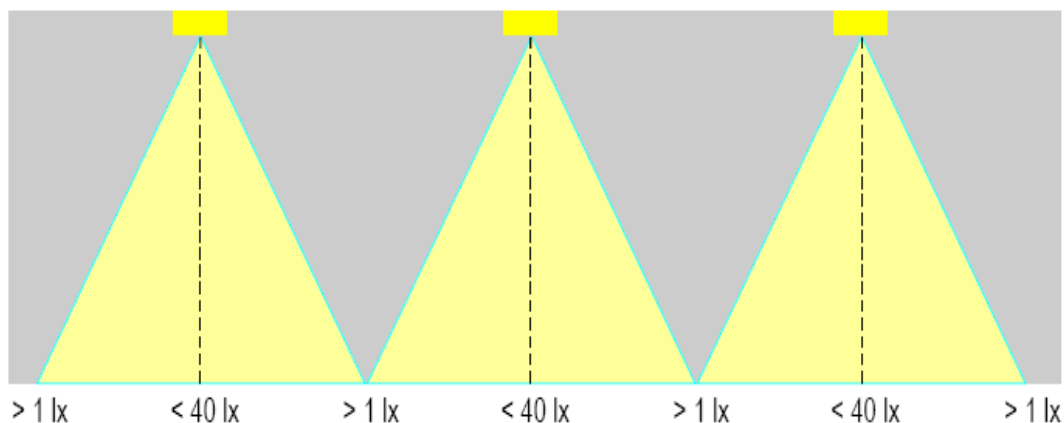
3.3.1. Sigurnosna rasvjeta tla

Glavna zadaća sigurnosne rasvjete tla (eng. *Escape route*) je da se kod nestanka opće električne rasvjete osvijetli evakuacijski put te samim time osigura siguran izlaz. Prema [6] stoji da evakuacijski put treba biti osvijetljen intenzitetom 1 lx na nivou poda, a lijevo i desno na 1 m od središta osi treba iznositi minimalno 0.5 lx kao što je prikazano na slici 3.7.



Slika 3.7. Intenzitet rasvjete iznosi 1 lx na osi trase evakuacije [19]

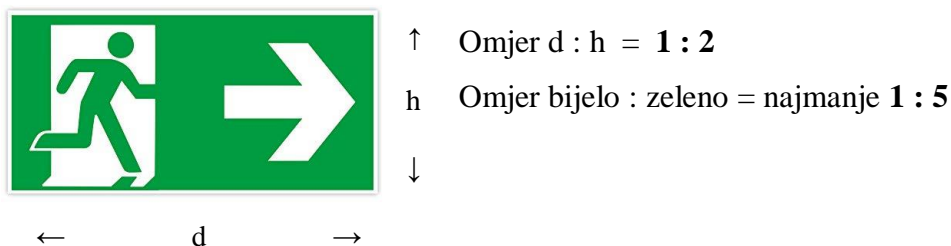
U [6] se navodi da omjer između najvećeg i najmanjeg osvjetljenja mora iznositi 40 : 1 kao što se može vidjeti na slici 3.8. Uz to, rasvjeta mora osvijetliti uređaje za gašenje požara i zaštitu primjerice hidrante, vatrogasne aparate te kutiju prve pomoći intenzitetom od 5 lx.



Slika 3.8. Odnos između najjačeg i najslabijeg intenziteta [20]

3.3.2. Rasvjeta sigurnosnih oznaka

Putevi za evakuaciju moraju biti jasno označeni te moraju omogućiti sigurnu i brzu evakuaciju. Upravo iz tih razloga, sigurnosne oznake na putevima evakuacije moraju biti jasno osvijetljene kako bi ih se što lakše i brže moglo uočiti. Učinkovitost sigurnosnih oznaka proizlazi iz brojnih faktora kao što su veličina, boja, položaj. Sigurnosne oznake na putevima evakuacije normirane su normom [21] u kojoj stoji da je za svjetiljke koje osvijetljavaju puteve evakuacije bitan intenzitet osvjetljenja te jasna vidljivost oznaka.



Slika 3.9. Piktogram [22]

Postoje točna pravila kojih se treba pridržavati prilikom proizvodnje sigurnosnih oznaka, pa tako naizgled nebitne stvari kao što su nijanse boja te omjeri osvjetljenosti pojedinih boja na oznakama

su vrlo precizno objašnjeni. Norma RAL je njemačka norma koja je općeprihvaćena za definiranje boja na oznakama. U njemačkoj normi DIN 4844-1:2005 [23] stoji da osvjetljenost zelene površine mora iznositi 100 cd/m^2 , a bijele 500 cd/m^2 . Prema [6] odnos između osvjetljenja (kontrastna boja) prema osvjetljenju (sigurnosna boja) ne smije biti manji od $5 : 1$ i veći od $15 : 1$. Odnos između najveće i najmanje osvjetljenosti na oznaci ne smije biti veći od $10 : 1$. Osvjetljenje bilo kojeg područja sigurnosne boje oznake treba biti veća od 2 cd/m^2 . Minimalno trajanje osvjetljenja sigurnosnih oznaka mora biti 1 h. Sigurnosne oznake moraju biti osvjetljene sa najmanje 50 % potrebne svjetline unutar 5 s te sa 100 % potrebne svjetline unutar 60 s.

Oznake je potrebno postaviti na visinu 2 do 2.5 m, no oznake na brodovima, neboderima i drugim iznimnim slučajevima se montiraju na visinu otprilike 0.4 m od poda da u slučaju požara dim ne bi onesposobio orijentiranje u prostoru. Glavna uloga rasvjete je da u svim uvjetima mora osvjetljavati evakuacijske oznake.

Tijekom vremena izgled sigurnosnih oznaka se znatno mijenjao. Na slikama 3.10. i 3.11. prikazan je slijed promjena oznaka. U [24] stoji da je 2015. godine donešen Pravilnik o sigurnosnim oznakama u kojem se može vidjeti kako nove sigurnosne oznake na putevima evakuacije trebaju izgledati i koji je u potpunosti u skladu s normom HRN EN ISO 7010 : 2013 i najnovijim amandmanima.



. Slika 3.10. Stare sigurnosne oznake [20]

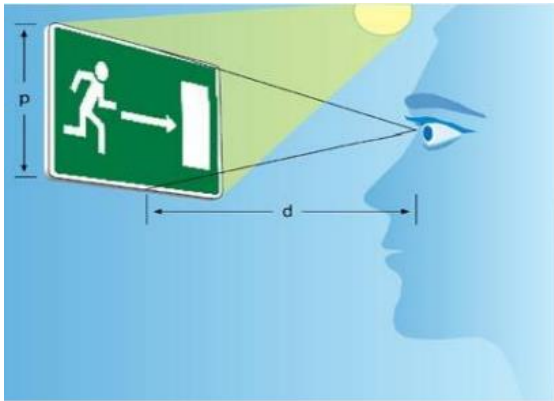


Slika 3.11. Nove sigurnosne oznake [24]

Prema [6, 20] definirana su i pravila o najboljoj vidljivosti oznaka, ovisno o tome je li se oznaka nalazi na svjetiljci ili je osvijetljena vanjskim izvorom svjetlosti. Prethodno navedeno računa se pomoću formule :

$$d = s \cdot p$$

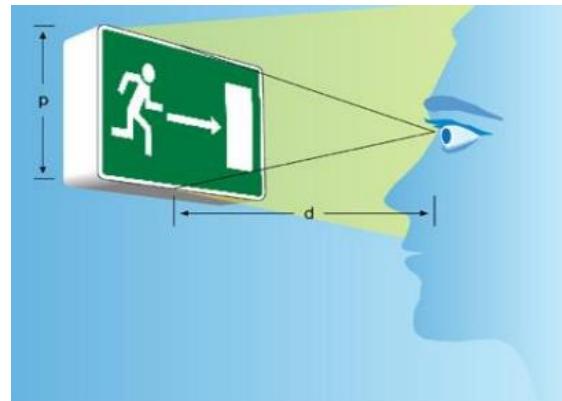
gdje d označava udaljenost od oznake, p je visina oznake, s je vrijednost ovisno o tome je li se svjetiljka osvjetljava izvana (slika 3.12.) ili je na svjetiljci (slika 3.13.).



Slika 3.12. Oznake osvijetljene izvana [20]

OZNAKE OSVIJETLJENE IZVANA

$$d = 100 \cdot p$$



Slika 3.13. Oznake na svjetiljci [20]

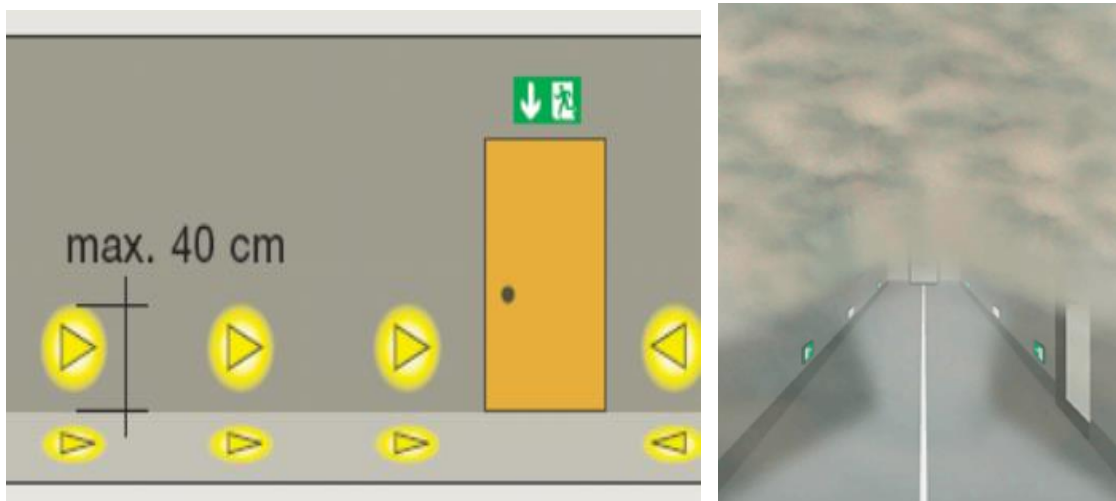
OZNAKE NA SVJETILJCI

$$d = 200 \cdot p$$

Prema danim formulama, ukoliko je oznaka visine 10 cm i ako je osvijetljena izvana ona je vidljiva s 10 m, a ukoliko se oznaka nalazi na svjetiljci onda je vidljiva s 20 m. [6]

3.3.3. Niskopostavljene oznake usmjerenja

Kao što je ranije rečeno, sigurnosne oznake postavljaju se na visinu 2 - 2.5 m, no ponekad ni to nije dovoljno. U situacijama u kojima dim prekriva visokopostavljene svjetiljke, upravo su ove svjetiljke ključne u navođenju unesrećenih prema sigurnom izlazu. To su niskopostavljene oznake usmjerenja koje se postavljaju na visinu 0.4 m. Propisano je u DIN 67510 da ovakve oznake mogu biti osvijetljene LE - diodama ili sastavljene od fosforescirajućeg materijala. [20] Na slici 3.14. nalaze se prethodno navedene svjetiljke.



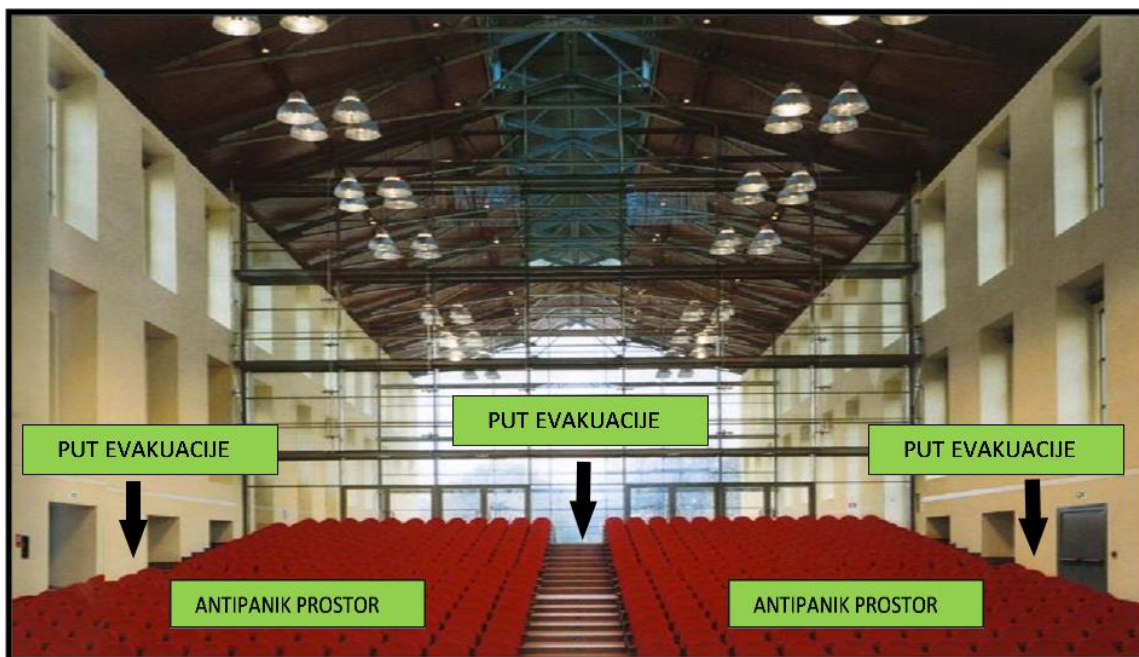
Slike 3.14. Niskopostavljene oznake usmjerenja [20]

3.4. PROTUPANIČNA RASVJETA

Protupanična rasvjeta velikih prostora je sigurnosna rasvjeta kojoj je glavna zadaća sprječavanje širenja panike te navođenje osoba do mjesta gdje se može vidjeti evakuacijski put. U skladu s normom EN 50172 ustanovljene su tri situacije u kojima je potrebno postaviti ovakvu rasvjetu:

- u objektima koji su veći od 60 m²
- u objektima u kojima se u isto vrijeme može naći veći broj ljudi
- u objektima u kojima je nemoguće odmah uočiti put evakuacije te doći do njega.

Najbolji primjer objekta u kojemu je nužno postaviti protupaničnu rasvjetu je kazalište, prikazano na slici 3.15., odnosno područje gledališta. Naime, publika koja sjedi u sredini ne može se nesputano evakuirati dokle god se oni koji sjede na krajevima ne maknu s puta.



Slika 3.15. Kazalište (put evakuacije, antipanic prostor) [19]

Prema [6] u ovakvim objektima minimalna osvijetljenost poda (vodoravna osvijetljenost) treba iznositi 5 lx. U roku od 5 sekundi rasvjeta mora postići 50 % osvijetljenosti dok potpunu osvijetljenost treba postići u roku od 60 sekundi. Svi navedeni parametri kojih se treba pridržavati prilikom postavljanja protupanične rasvjete dani su u tablici 3.2.

| Protupanična rasvjeta (HRN EN 1838) | | | | | | |
|---|---|--|--|---|---|---------------------------------|
| Rasvijetljenost | $E_{min} = 5 \text{ lx}$ Prostor 0.5 m od poda se ne uzima u obzir. | | | | | |
| Vrijeme rada | 1 h | Kašnjenje uključivanja | 50 % zahtijevane razine rasvjete unutar 5 sekundi 100 % zahtijevane razine rasvjete unutar 60 sekundi | | | |
| Uzvat boje | $R_a \geq 40$ | | | | | |
| Odnos između najveće i najmanje osvijetljenosti | $E_{max} : E_{min} \leq 40 : 1$ | | | | | |
| Ograničenje bliještanja h/l_{max} | < 2.5 m 500 cd | $2.5 \text{ m} \leq h < 3 \text{ m}$ 900 cd | $3 \text{ m} \leq h < 3.5 \text{ m}$ 1600 cd | $3.5 \text{ m} \leq h < 4 \text{ m}$ 2500 cd | $4 \text{ m} \leq h < 4.5 \text{ m}$ 3500 cd | $\geq 4.5 \text{ m}$ 5000 cd |
| Za kutove između 60° i 90° od vertikale vrijednosti u tablici ne smiju biti prekoračene | | | | | | |

Tablica 3.2. Parametri koje treba zadovoljavati protupanična rasvjeta

3.5. SIGURNOSNA RASVJETA POSEBNO OPASNIH MJESTA

Sigurnosna rasvjeta posebno opasnih mjesta je rasvjeta čija je glavna zadaća osiguravanje sigurnosti radnika koji su uključeni u potencijalno opasan proces ili situaciju te omogućavanje pravilnih postupaka isključivanja upravljačkih naprava ili procesa radi sigurnosti ostalih ljudi u objektu.

U ovakvim objektima nužna je osvjetljenost najmanje 10 % veća od opće rasvjete, nikako manja od 15 lx. Odnos između najveće i najmanje osvjetljenosti ni u kojem slučaju ne smije biti veći od 10:1. Blještanje je potrebno ograničiti, a rasvjeta se mora uključiti 0.5 sekundi od nestanka opće rasvjete. [6]

Primjeri ovakvih prostora su prometna čvorišta, radni prostori ispod nivoa izlaza (podrumi), prostori u kojima se upravlja velikim strojevima sa povećanim opasnostima i drugo [6]

U tablici 3.3. navedeni su parametri koje treba zadovoljavati sigurnosna rasvjeta posebno opasnih mjesta, a koji su u skladu s [6].

| Sigurnosna rasvjeta posebno opasnih mjesta (HRN EN 1838) | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|--------------------------|
| Rasvjetljenost | $E_{min} = 10\%$ veća od opće rasvjete ili > 15 lx | | | | | |
| Vrijeme rada | Dokle god traje opasnost | Kašnjenje uključivanja | | 0.5 sekundi | | |
| Uzvat boje | $R_a \geq 40$ | | | | | |
| Odnos između najveće i najmanje osvjetljenosti | $E_{max} : E_{min} \leq 10 : 1$ | | | | | |
| Ograničenje bliještanja h/I_{max} | < 2.5 m 1000 cd | $2.5 \text{ m} \leq h < 3$ m 1800 cd | $3 \text{ m} \leq h < 3.5$ m 3200 cd | $3.5 \text{ m} \leq h < 4$ m 5000 cd | $4 \text{ m} \leq h < 4.5$ m 7000 cd | ≥ 4.5 m 10000 cd |
| Za kutove između 60° i 90° od vertikale vrijednosti u tablici ne smiju biti prekoračene | | | | | | |

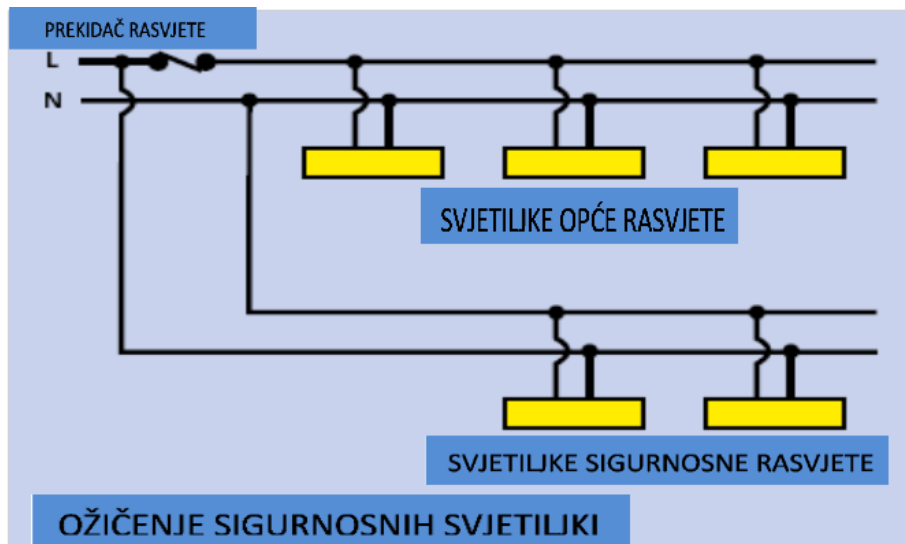
Tablica 3.3. Parametri koje treba zadovoljavati sigurnosna rasvjeta posebno opasnih mjesta

3.6. ELEKTRIČNA INSTALACIJA SIGURNOSNE RASVJETE

Kako bi se osiguralo da sigurnosna rasvjeta djeluje kada je potrebno mora se instalirati, ispitati i održavati u skladu s EN 60598-2-22, EN 50172 i EN 62034.

Prema [12, 25] jako je važno da evakuacijski putevi u slučajevima kvara bilo kojeg dijela

uobičajene opskrbe rasvjetom moraju biti osvijetljeni. Upravo je zbog toga svjetiljke koje osvjetljavaju evakuacijski put potrebno prispojiti na strujni krug opće rasvjete prije prekidača kako ne bi došlo do potpunog nestanka rasvjete kao što je prikazano na slici 3.16.



Slika 3.16. Ožičenje sigurnosnih svjetiljki [20]

Iz izvora [26] važnim se čini istaknuti članke 51, 65 i 77 koji propisuju slijedeće:

Članak 51: „U prostorijama s dvije ili više sigurnosnih svjetiljki potrebno je izvesti najmanje dva strujna kruga.“, članak 65: „Za opću rasvjetu se moraju predvidjeti najmanje dva strujna kruga u prostorijama koje imaju više od tri svjetiljke, u hodnicima, na stepeništima, prolazima i izlazima.“ te članak 77: „U prostorijama u kojima se predviđa protupanična rasvjeta moraju postojati najmanje dvije protupanične svjetiljke.“

Jako je bitno da se tijekom postavljanja instalacije ne dogodi da jedan kvar prouzroči mrak u cijelom prostoru.

U članku 22.10.1. norme [11] se navodi da sigurnosna svjetiljka mora obuhvaćati čvrsti priključak, gdje je dozvoljen i priključak preko priključnice uz posebne uvjete.

Maksimalno 12 sigurnosnih svjetiljki je moguće prispojiti na jedan strujni krug. Nazivna vrijednost osigurača doseže maksimalno 10 A. Cjelokupna snaga svjetiljki na jednom osiguraču ne smije biti veća od 60 % vrijednosti osigurača. [11]

3.7. ISPITIVANJE SIGURNOSNE RASVJETE

Kako je sigurnosna rasvjeta vrlo važan čimbenik u iznimnim situacijama potrebno je s vremenom ispitati njen rad. Ispitivanje treba provoditi usklađeno s važećim zakonima i propisima. Po izgradnji nove građevine provodi se funkcionalno testiranje cjelokupnog sustava te njegovih pojedinačnih dijelova. Ovisno o namjeni objekta, o broju korisnika koji se nalaze u objektu ovlaštenu stručnjak zaštite od požara procjenjuje vrijeme periodičnog ispitivanja sigurnosne rasvjete Elaboratom zaštite od požara. Periodična ispitivanja mogu biti jednom godišnje, jednom u dvije godine dok je za neke objekte kao npr. ugostiteljske objekte to definirano Pravilnikom o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata [27] gdje u članku 23. stoji : „Sigurnosna rasvjeta mora se pregledati najmanje dva puta godišnje i to obavezno jednom neposredno prije nastupanja glavne turističke sezone. O obavljenim pregledima iz stavka 1. ovog članka mora se voditi evidencija. Odgovorna osoba za pregled i vođenje evidencije je osoba zadužena za poslove zaštite od požara u ugostiteljskom objektu.”

U [12] stoji da se kod mjesečnog testiranja provodi funkcionalno testiranje sigurnosnih svjetiljki na način da se simulira nestanak mrežnog napona. Za vrijeme trajanja simulacije kvara potrebno je provjeriti sve svjetiljke i oznake te se pobrinuti da funkcioniraju na pravilan način i da su čiste. Kod godišnjeg testiranja provodi se funkcionalno testiranje cjelokupnog sustava i njegovih pojedinačnih dijelova.

Za objekte s više od 50 sigurnosnih svjetiljki koriste se sustavi za automatsko testiranje. Ti objekti moraju zadovoljiti uvjete prema normi IEC 62034-2006 – *Automatic test systems for battery powered emergency escape lighting*.

Prema [12] nakon svakog testiranja potrebno je pisati dnevnik i voditi evidenciju. Evidencija mora biti dostupna te pripravna za pregled od strane bilo koje propisno ovlaštene osobe. U dnevniku se moraju nalaziti podaci koji slijede:

- a) Datum puštanja sustava u rad, uključujući zapise koji se odnose na promjene.
- b) Datum svakog periodičnog pregleda i testiranja.
- c) Datum i kratke pojedinosti svake provedene usluge, inspekcije ili ispitivanja.
- d) Datum i kratki detalji svih nedostataka i poduzetih popravkih mjera.
- e) Datum i kratke detalje bilo koje promjene na instalaciji sigurnosne rasvjete
- f) Ukoliko se upotrebljava bilo koji uređaj za automatsko ispitivanje, opisuje se glavna

karakteristika i način rada tog uređaja.

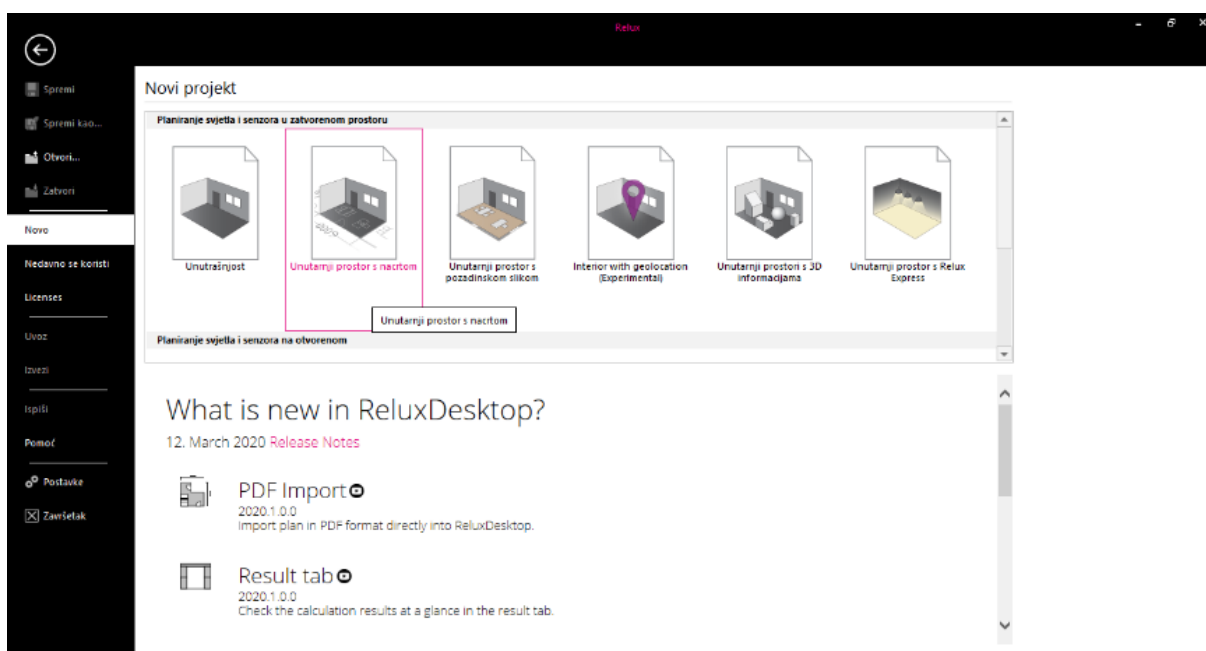
Redovito servisiranje je neophodno. Vlasnik objekta će imenovati kompetentnu osobu koja će nadgledati servisiranje sustava. Osoba će dobiti dovoljna ovlaštenja da osigura obavljanje svih poslova potrebnih za održavanje sustava u ispravnom radu.

Vođenje dnevnika s automatski instaliranim sustavom omogućuje vođenje i praćenje dnevnika u elektroničkom obliku, zapisivanje podataka u lokalnoj jedinici u obliku SD kartice, moguće je ispisati podatke na papir, dok je kod ručnog vođenja i upisivanja potrebno zalaganje profesionalne osobe koja testira sustav na zakonit način.

U slučaju oštećenja svjetiljki, svjetiljke je potrebno reciklirati te zbrinuti na mjesta električnog ili baterijskog otpada.

4. PRORAČUN RASVJETLJENOSTI SIGURNOSNE RASVJETE

Zadatak rada bio je projektirati sigurnosnu rasvjetu na praktičnom primjeru. Ukazala se prilika učiniti to u poslovnom objektu poduzeća Komunalac Požega d.o.o. Za realiziranje ovog zadatka bilo je potrebno instalirati AutoCad softver u kojem su određene pozicije sigurnosne rasvjete te program Relux kojim smo izradili proračune rasvjetljenosti. Bilo je potrebno proučiti norme i pravilnike koji se odnose na sigurnosnu rasvjetu te se istih i pridržavati tijekom izvođenja projekta. Na samom početku proračuna u programu Relux bilo je potrebno izabrati vrstu projekta, u ovom slučaju opciju unutarnji prostor s nacrtom kao na slici 4.1.



Slika 4.1. Odabir vrste projekta

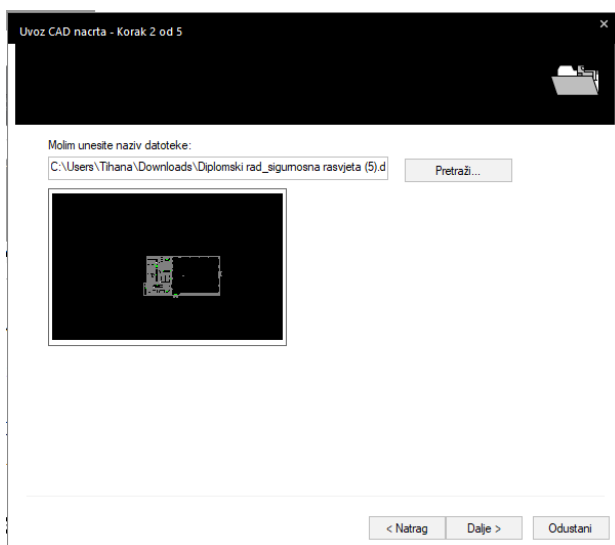
Nakon odabira vrste projekta otvara se novi prozor (unesi podatke o projektu). Dakle, u svim Relux projektima potrebno je unijeti opće podatke o projektu (redni broj projekta, naziv objekta, prostor u kojemu se vrši proračun rasvjetljenosti, naziv stranke odnosno ulagača, ime projektanta te datum i opis projekta prikazano na slici 4.2.

Slika 4.2. Unos podataka o projektu

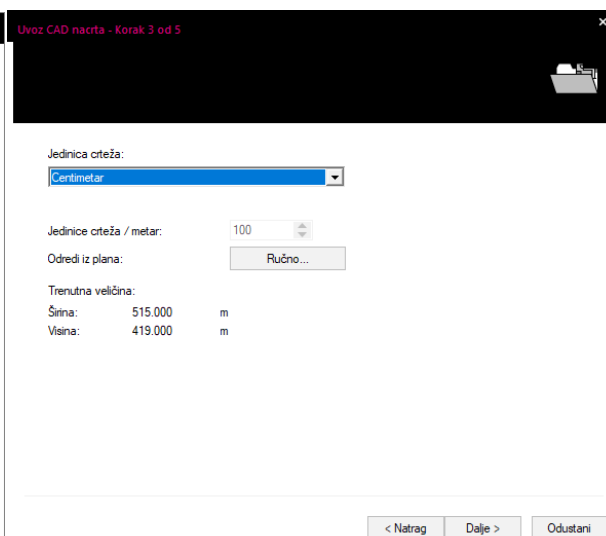
Nakon unosa podataka o projektu vrši se odabir pojedinačne prostorije ili cijele etaže.

Slika 4.3. Odabir pojedinačne prostorije ili cijele etaže

Zatim slijedi uvoz CAD nacrt kao na slici 4.4. Nakon kojega se odabire mjerilo (jedinica crteža) prikazano na slici 4.5.

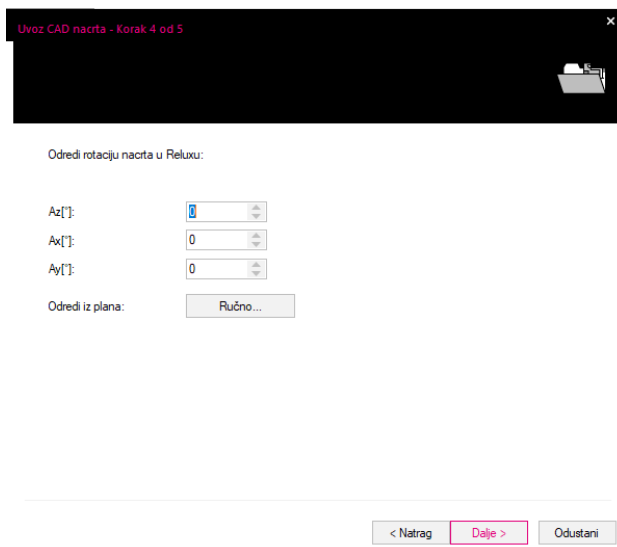


Slika 4.4. Uvoz CAD nacrt

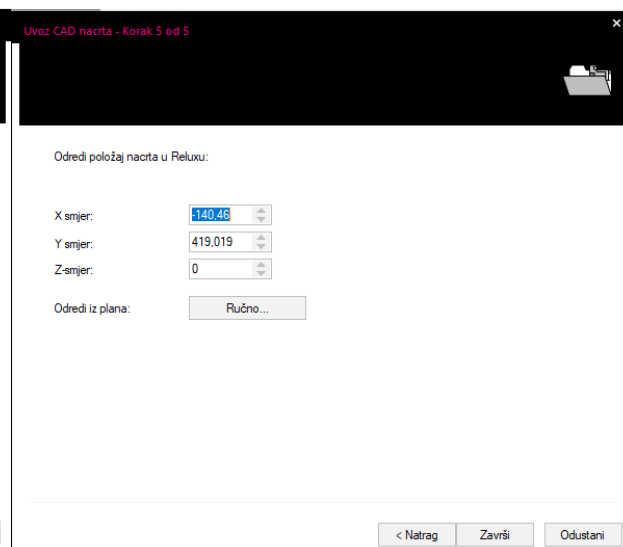


Slika 4.5. Jedinica crteža – odabir mjerila

Nakon uvoza CAD nacrt određuje se rotacija i položaj nacrt u Reluxu kao što je vidljivo na slikama 4.6. i 4.7.

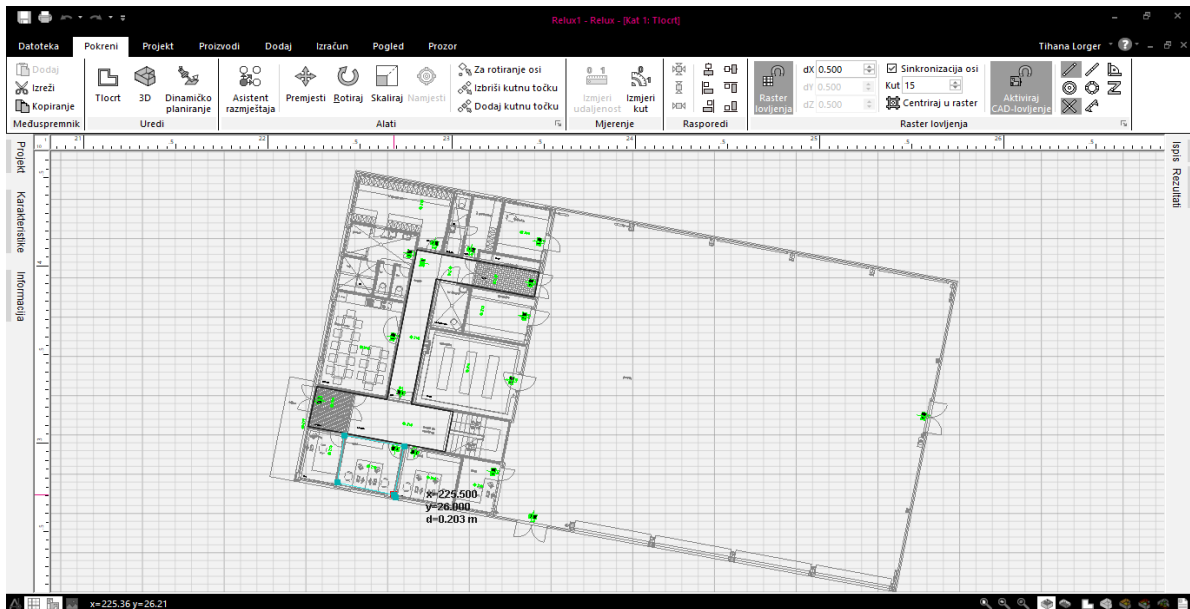


Slika 4.6. Određivanje rotacije nacrt u Reluxu

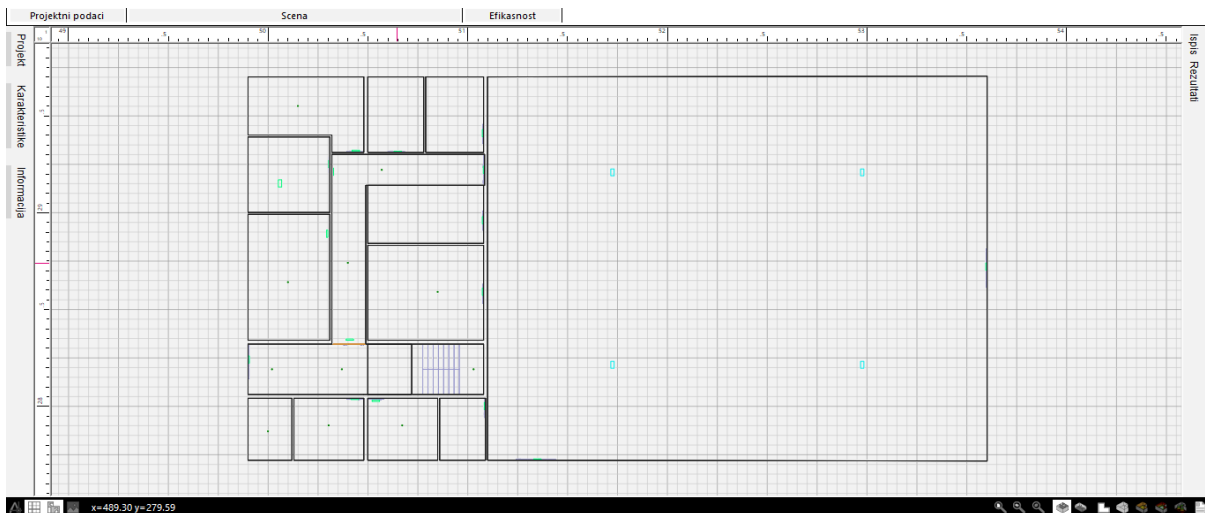


Slika 4.7. Položaj nacrt u Reluxu

Nakon ispunje svih potrebnih informacija o crtežu, u Reluxu se otvara nacrt objekta za koji se vrši proračun. Nacrt je prikazan na slici 4.8. Plavom bojom na slici 4.8. prikazano je određivanje prostorije za koju će se vršiti proračun. Potrebno je uključiti ikonu Aktiviraj CAD-lovljenje kako bismo najpreciznije odredili rubove i dimenzije prostora. Na slici 4.9. prikazan je tlocrt određenih prostorija na cijeloj etaži.

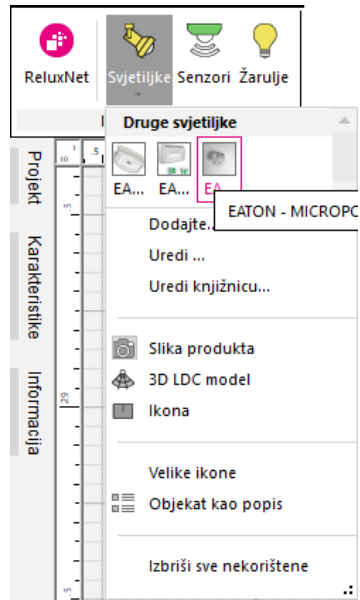


Slika 4.8. Određivanje prostorija za proračun na etaži zgrade



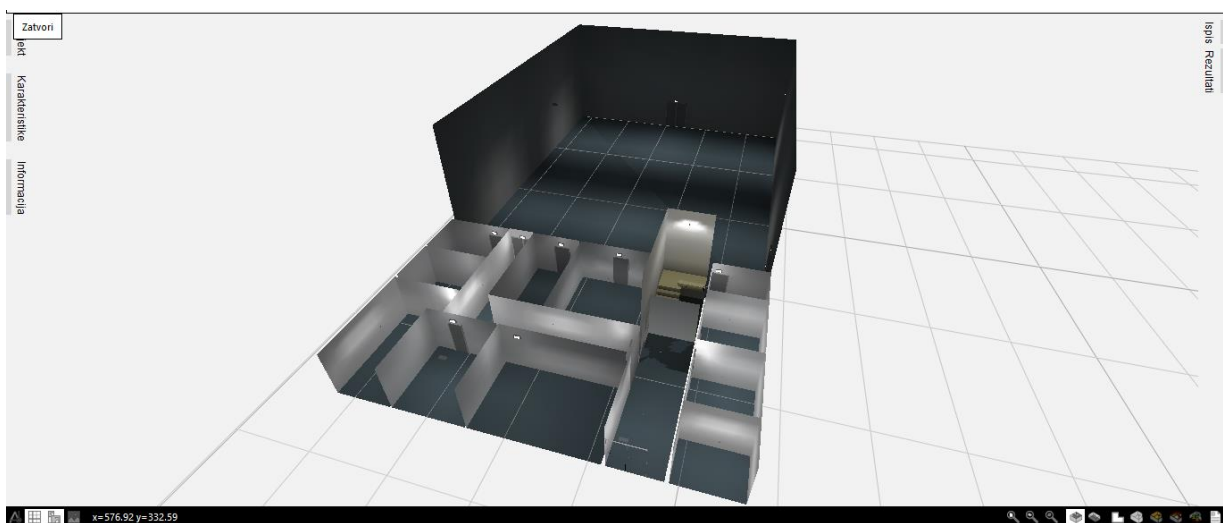
Slika 4.9. Izgled tlocrta određenih prostorija na cijeloj etaži

Slika 4.10. prikazuje traku na kojoj se nalazi mogućnost odabira svjetiljke sigurnosne rasvjete iz baze podataka. Bazu podataka svakog projekta moguće je nadopuniti ReluxNet katalogima koji su dostupni na internetu i čiji se podaci i karakteristike s vremenom nadograđuju u centralnom softveru programa Relux.



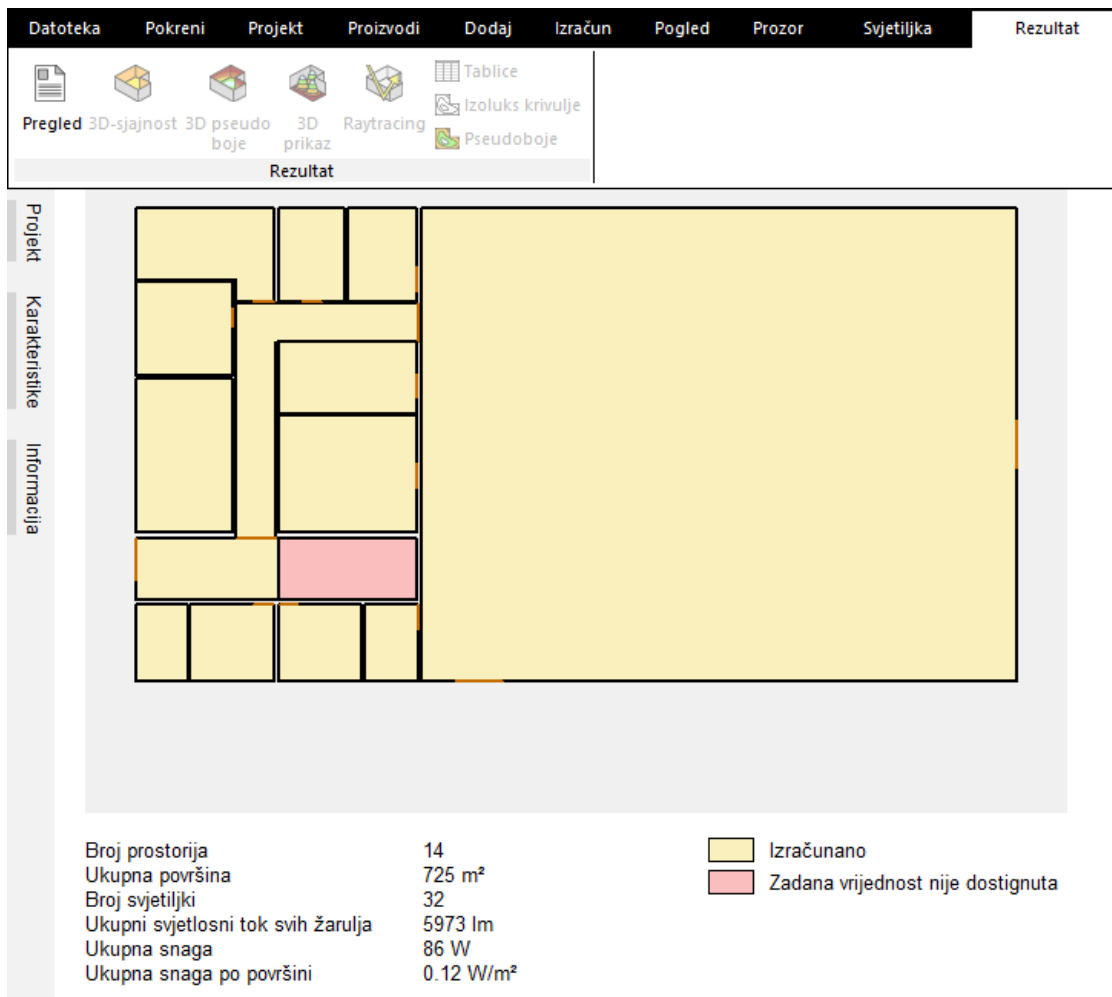
Slika 4.10. Odabir svjetiljke sigurnosne rasvjete iz baze podataka

Na slici 4.11. prikazan je 3-D izgled zgrade sa odabranom rasvjetom na cijeloj etaži. Ovim pogledom možemo provjeriti jesmo li u sve u prostorije instalirali sigurnosnu rasvjetu.



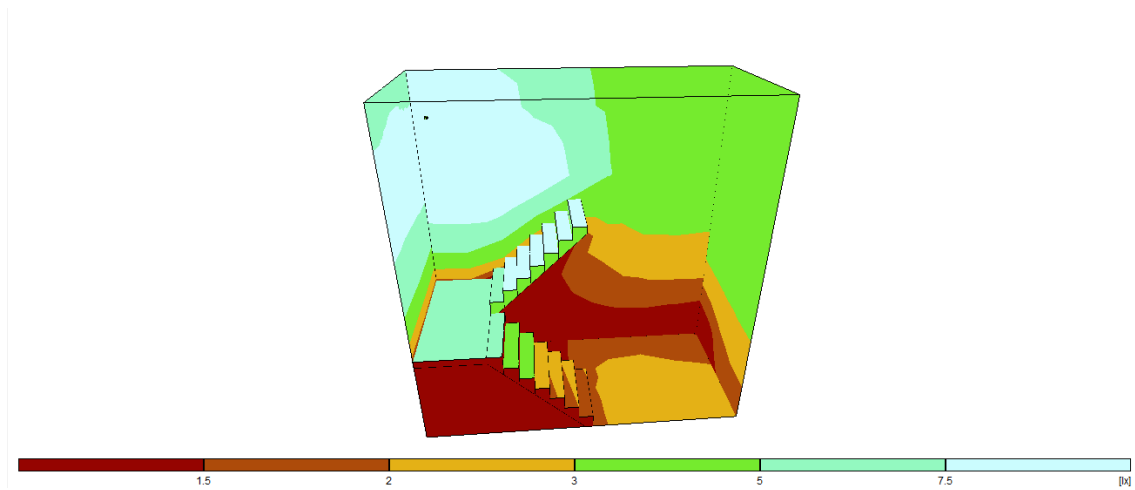
Slika 4.11. 3-D izgled zgrade s odabranom rasvjetom

Slika 4.12. prikazuje rezultate izračuna svih 14 prostorija. Broj sigurnosnih svjetiljki koji je bio potreban da se zadovolje norme i propisi je 32 sigurnosne svjetiljke.



Slika 4.12. Rezultati izračuna svih prostorija

Prostorija u kojoj zadana vrijednost nije dostignuta je stubište koji smo importirali kao 3D objekt te nam ono pravi sjenu na referentnoj površini i daje nerealne rezultate. Rezultati izračuna prikazani su slikom 4.13.



Slika 4.13. Raspodjela svjetlosti u 3D – prikaz pseudo bojama

Na slici 4.14. prikazan je proračun za prostoriju hodnik. U proračunu je vidljivo da su postignute vrijednosti koje su propisane u normama i propisima. Vrijednost E_{min} iznosi 2.8 lx što je zadovoljavajuće jer u normama stoji da minimalna vrijednost ne smije biti manja od 2 lx.

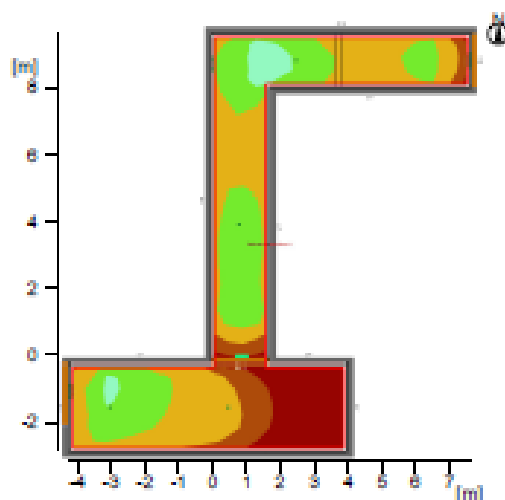
Objekt : Poslovna građevina
 Prostor : Uredske prostorije i garaže
 Broj projekta : 12/17-plk
 Datum : 08.09.2020

RELUX®

Hodnik

Sažetak, Hodnik

Pregled rezultata, Površina izračuna 1



Rasvjetljenost [lx]

Općenito

Upotrijebljeni računski algoritam
 Faktor održavanja

Svjetiljke s dir./indirektnom raspodjelom
 0.80

Ukupni svjetlosni tok svih žarulja

996.00 lm

Ukupna snaga

16.0 W

Ukupna snaga po površini (47.50 m²)

0.34 W/m² (2.68 W/m²/100lx)

Površina izračuna 1

Referentna površina 1.1

| | Horizontalno |
|-----------------|--------------|
| Eavg | 12.6 lx |
| Emin | 2.8 lx |
| Emin/Em (Uo) | 0.23 |
| Emin/Emaks (Ud) | 0.13 |
| Pozicija | 0.75 m |

Glavne površine

| | Eavg | Uo |
|-----------------|---------|------|
| Mp 1.12 (Strop) | 9.53 lx | 0.25 |
| Mp 1.1 (Zid) | 13.4 lx | 0.44 |
| Mp 1.2 (Zid) | 12.6 lx | 0.59 |
| Mp 1.3 (Zid) | 10.9 lx | 0.42 |
| Mp 1.4 (Zid) | 4.45 lx | 0.61 |
| Mp 1.5 (Zid) | 4.39 lx | 0.73 |
| Mp 1.6 (Zid) | 4.47 lx | 0.60 |
| Mp 1.7 (Zid) | 11.8 lx | 0.30 |
| Mp 1.8 (Zid) | 13.1 lx | 0.33 |
| Mp 1.9 (Zid) | 10.4 lx | 0.59 |
| Mp 1.10 (Zid) | 13.4 lx | 0.32 |
| Mp 1.11 (Zid) | 11.7 lx | 0.31 |

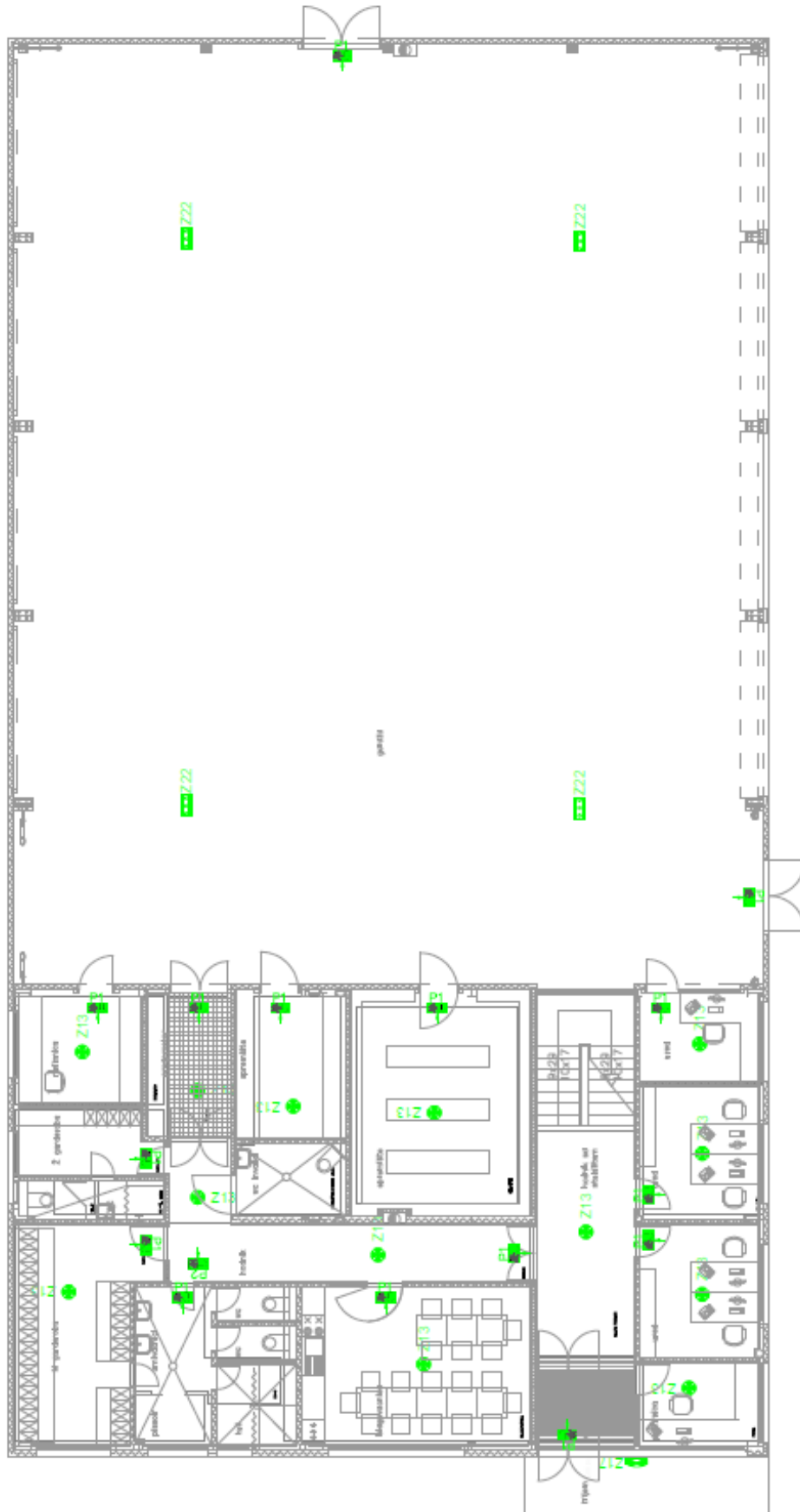
-please put your own address here-

Tihana Loncar relux

Slika 4.14. Prikaz rezultata pseudo boja na referentnoj površini

4.1.AutoCAD

Prema [28] Autocad je alat koji se koristi za 2D i 3D projektiranje i crtanje koji pomoću svojih inovativnih alata nudi mogućnost stvaranja svakog zamislivog oblika te tako korisnicima omogućava stvaranje osobnih rješenja. Kod projektiranja sigurnosne rasvjete u Autocadu kao podlogu potrebno je imati tlocrtno rješenje izrađeno od glavnog projektanta (arhitekta) s definiranim prostorima, izlazima iz prostora, komunikacijskim prostorijama i evakuacijskim izlazima. Za točne rezultate proračuna jako je bitno znati visinu stropa prostorije na koju se instalira sigurnosna rasvjeta. Visine prostorija određuje glavni projektant (arhitekt) i prikazuje ih u poprečnim presjecima zgrade. Evakuacijski izlazi iz prostorija i same zgrade bitni su zbog određivanja pozicija sigurnosnih oznaka sa smjerovima puteva evakuacije. Na slici 4.15. prikazan je tlocrt prizemlja s odgovarajućim sigurnosnim svjetiljkama u Autocadu.



4.15. Prikaz tlocrta prizemlja u Autocadu

4.2. Troškovnici autonomnih svjetiljki i svjetiljki s centralnim napajanjem

| Objekt | | Komunalac Požega d.o.o | | | | |
|--------|------------|--|------|----------|---------------------|------------------------------|
| | Ozn. Poz. | OPIS STAVKE | kol. | jedinica | Projektna cijena kn | Ukupna projektna cijena (kn) |
| | Z13 | Nabava, dobava, montaža i spajanje ugradne stropne sigurnosne svjetiljke LED 3 W, IP20, autonomije rada 3 h, u pripravnom spoju. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 12 | kom | 990,00 | 11.880,00 |
| | Z22 | Nabava, dobava, montaža i spajanje sigurnosne LED svjetiljke, nadgradne, sa 5 power LED, autonomije rada 3 h u pripravnom spoju. Kućište iz samougasivog polikarbonata, transparentnom kapom, EVG s integriranim 20 mjesnim adresnim modulom, omogućava miješanje trajnog i pripremnog spoja na jednom strujnom krugu. IP 65, dozvoljeno temperaturno područje do -15°C. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 4 | kom | 1.760,00 | 7.040,00 |
| | Z17 | Nabava, dobava, montaža i spajanje LED svjetiljke za vanjsku montažu, 3 W, autonomije rada 3 h, nadgradna, IP 65, zaštita IK 08. Materijal INOX V2A, boja bijela RAL 9003. Svjetiljka omogućuje kombiniranje trajnog i pripremnog spoja na jednom strujnom krugu. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 1 | kom | 2.540,00 | 2.540,00 |
| | P1 | Nabava, dobava, montaža i spajanje zidne nadgradne sigurnosne svjetiljke sa piktogramom smjer "DOLJE", 2W, 250 lm, vidljivost 15m iznad izlaznih vrata pojedine prostorije. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 15 | kom | 1.450,00 | 21.750,00 |
| | P2 | Nabava, dobava, montaža i spajanje stropne nadgradne, dvostrane sigurnosne svjetiljke s piktogramom smjer "LIJEVO - DESNO", 2W, 250 lm, vidljivost 15 m u hodniku. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 1 | kom | 1.500,00 | 1.500,00 |
| | | | | | | 44.710,00 |

Tablica 4.1. Troškovnik autonomnih svjetiljki

| Objekt | | Komunalac Požega d.o.o | | | | |
|--------|------------|--|------|----------|---------------------|------------------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | Ozn. Poz. | OPIS STAVKE | kol. | jedinica | Projektna cijena kn | Ukupna projektna cijena (kn) |
| | | | | | | |
| | | Nabava, dobava, montaža i spajanje uređaja za centralno napajanje sigurnosne rasvjete prema DIN VDE 0108. Mikroprocesorska jedinica za nadzor. PLC tehnologija s mogućnosti izbora rada svjetiljki u trajnom i pripremnom spoju na jednom strujnom krugu. Sustav omogućava automatsko adresiranje s centralnog mjesta. Minimalno 6 izlaznih strujnih krugova, izlazni napon 24 V DC za priključenje din PLC 24 LED svjetiljki. S ugrađenim web modulom za daljinski nadzor i upravljanje. Kompletno s baterijom 24V 12 Ah. Maksimalne dimenzije 465x250x129 mm (VxŠxD). Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 1 | kom | 29.500,00 | 29.500,00 |
| | Z13 | Nabava, dobava, montaža i spajanje LED svjetiljke za osvjetljavanje evakuacijskog puta, 3 x 1 W power LED, 4000 K. Stropna ugradnja, simetrička optika. Boja bijela, moguće sve boje prema željenom RAL-u. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 12 | kom | 1.150,00 | 13.800,00 |
| | Z22 | Nabava, dobava, montaža i spajanje sigurnosne LED svjetiljke, nadogradnja, sa 5 power LED. Kućište iz samougasivog polikarbonata, transparentnom kapom, EVG s integriranim 20 mjesnim adresnim modulom, omogućava miješanje trajnog i pripremnog spoja na jednom strujnom krugu. IP 65, dozvoljeno temperaturno područje do -15 °C . Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 4 | kom | 1.506,00 | 6.024,00 |
| | Z17 | Nabava, dobava, montaža i spajanje LED svjetiljke za vanjsku montažu. Nadogradnja, IP 65, zaštita IK 08. Materijal INOX V2A, Boja bijela RAL 9003, moguće sve boje prema željenom RAL-u. EVG za spajanje na centralni sustav sigurnosne rasvjete i s funkcijom automatskog adresiranja. Svjetiljka omogućuje kombiniranje trajnog i pripremnog spoja na jednom strujnom krugu. Garancija na kompletnu svjetiljku minimalno 5 godina. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 1 | kom | 2.300,00 | 2.300,00 |

| | | | | | |
|----|--|----|-----|----------|-----------|
| P1 | Nabava, dobava, montaža i spajanje piktogramske LED svjetiljke, dvostrane, stropna montaža, IP 42. Dozvoljeno temperaturno područje upotrebe -15 °C do +40 °C. Dozvoljen priključni napon 24 V DC (PLC 24). Kompletno sa setom piktograma uočljivosti 22 m (EN 1838). LED svjetlosni vir 2,4 W. Svjetiljka omogućava miješanje trajnog i pripremnog spoja na istom strujnom krugu. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 15 | kom | 1.450,00 | 21.750,00 |
| P2 | Nabava, dobava, montaža i spajanje piktogramske LED svjetiljke, dvostrane, stropna montaža, IP 42. Dozvoljeno temperaturno područje upotrebe -15 °C do +40 °C. Dozvoljen priključni napon 24 V DC (PLC 24). Kompletno sa setom piktograma uočljivosti 22 m (EN 1838). LED svjetlosni vir 2,4 W. Svjetiljka omogućava miješanje trajnog i pripremnog spoja na istom strujnom krugu. Stavka uključuje sav spojni i montažni materijal. | 1 | kom | 1.500,00 | 1.500,00 |
| | | | | | |
| | | | | | 74.874,00 |

Tablica 4.2. Troškovnik svjetiljki s centralnim napajanjem

U tablicama 4.1. i 4.2. nalaze se troškovnici sustava s autonomnim svjetiljkama i sustava svjetiljki s centralnim napajanjem. Troškovnik sustava s autonomnim svjetiljkama iznosi 44.710,00 kn dok troškovnik svjetiljki s centralnim napajanjem iznosi 74.874,00 kn.

4.3. Ekonomska isplativost sigurnosne rasvjete

Kao što je ranije spomenuto u većim objektima u kojima se okuplja veći broj ljudi i gdje je potrebno postaviti 50 i više sigurnosnih svjetiljki potrebno je ugraditi sigurnosne svjetiljke s centralnim napajanjem. Dok se u obrnutom slučaju ugrađuju svjetiljke s lokalnom baterijom. Iz troškovnika iz potpoglavlja 4.3. vidljivo je da su svjetiljke s centralnim napajanjem znatno skuplje. No, one se znatno lakše održavaju i testiraju pomoću automatiziranih testova koji su jeftiniji u odnosu na testiranja koje je potrebno provoditi kod svjetiljki s lokalnim baterijama. Kod testiranja svjetiljki s lokalnim baterijama potrebno je angažirati stručnu osobu koja će provesti testiranje. Testiranje je nužno provoditi nad svakom svjetiljkom zasebno što predugo traje, a u financijskom smislu je i skuplje. Kada se uzme u obzir cijena testiranja svjetiljki s lokalnim baterijama i njihova cijena te se usporedi s cijenom svjetiljki s centralnim napajanjem dobije se ne baš prevelika razlika

pa je teško reći koje su svjetiljke isplativije. Iako se na prvu čini kako sigurnosna rasvjeta nije ekonomski isplativa, indirektno je isplativa s obzirom da ima ogromnu ulogu u spašavanju ljudskih života ako dođe do nepredviđenih katastrofa vezanih za objekte u kojima ljudi rade i žive.

5. ZAKLJUČAK

Kako su propisi i norme u Republici Hrvatskoj vezani za sigurnosnu rasvjetu oskudni često se usvajaju europske norme po kojima se konstruiraju sustavi sigurnosne rasvjete. Sigurnosna rasvjeta je vrlo važan čimbenik u spašavanju ljudskih života u slučajevima havarija i katastrofa jer osvjetljava evakuacijske puteve i oznake na tom putu te smanjuje rizik od panike. Upravo iz tih razloga zakoni, propisi i norme vezani za sigurnosnu rasvjetu u Republici Hrvatskoj bi trebali biti točno i precizno definirani.

Detaljnou analizom trenutnih propisa i odlika sigurnosne rasvjete radom se nastojala osvjestiti važnost sigurnosne rasvjete po ljudske živote. Definiran je pojam sigurnosne rasvjete, dana je njezina podjela, tehničke karakteristike, a također je na praktičnom primjeru pokazano kako izraditi proračun rasvjetljenosti sigurnosne rasvjete. Za realizaciju sigurnosne rasvjete u poslovnom objektu korišten je program Relux. Također, dan je osvrt na tehnički aspekt ugradnje sigurnosne rasvjete, kao i na ekonomsku isplativost te ugradnje.

LITERATURA

- [1] Toni Žeravica, Analiza ušteda energije nakon rekonstrukcije javne rasvjete, Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR, Osijek, 2018., dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos%3A1951/datastream/PDF/view> [12.9.2020]
- [2] Aleksandra Kuridža, Pametna cestovna rasvjeta, Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR, Osijek, 2017., dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos%3A1570> [12.9.2020.]
- [3] Damir Hanzer, Projekt energetske učinkovite rasvjete u javnoj ustanovi, Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR, Osijek, 2017., dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos:1371> [12.9.2020]
- [4] Mia Šibila, Modeliranje i analiza javne rasvjete programom Relux, Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR, Osijek, 2016., dostupno na: <https://repozitorij.etfos.hr/islandora/object/etfos%3A1197/datastream/PDF/view> [12.9.2020]
- [5] Ivica Čabraja, Krešimir Tačković, Hrvoje Glavaš, Ivica Petrović, Analiza rasvjete unutarnjeg radnog prostora i usklađenosti sa HRN EN 12464-1, Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije – HO cired, Osijek, 2016., dostupno na: <https://bib.irb.hr/datoteka/813073.SO6-32.pdf> [12.9.2020]
- [6] Norma⁴ HR EN 1838 – Primjena rasvjete – Nužna rasvjeta [12.7.2020.]
- [7] Ministarstvo unutarnjih poslova, Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja, Zagreb, 2005., dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2005_12_146_2744.html [12.7.2020.]
- [8] Schneider Electric, Rasvjeta u slučaju nužde, Zagreb, 2005., dostupno na: http://www.elektro-celik.hr/Katalozi/Katalozi_niskonaponske_opreme/24_Rasvjeta_u_slucaju_nuzde.pdf [11.7.2020]
- [9] Indira Aurer Jezerčić, Sigurnost i zaštita na radu: Evakuacija i spašavanje radnika iz radnih prostora, Hrčak – portal hrvatskih znanstvenih i stručnih časopisa, Zagreb, 2020., dostupno na: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=338399 [11.7.2020]
- [10] V. Štefan, Sigurnosna rasvjeta, list Sigurnost, 37/1995 [10.7.2020.]

⁴ Normama je pristupljeno preko: <https://hrn4you.hzn.hr/Account/Login?ReturnUrl=%2f> s korisničkim imenom i lozinkom mentora

- [11] Norma HRN EN 60598-2-22:2015 – Svjetiljke za sigurnosnu rasvjetu [10.7.2020]
- [12] Norma HRN EN 50172:2004 – Sustavi rasvjete za slučaj opasnosti [12.7.2020]
- [13] Zvonimir Primorac, Seminar: Sigurnosna rasvjeta, Stari Grad, 2009. [12.7.2020.]
- [14] Centar za zaštitu na radu, stručni članak: Plan evakuacije i spašavanja, Zagreb, dostupno na: <https://centarznr.hr/index.php?/strucni-clanci/hrvatska/plan-evakuacije-i-spasavanja> [15.7.2020]
- [15] Piktogram sa strijelicom lijevo, dostupno na: https://www.google.com/search?q=piktogram-sa-strelicom-lijevo-1lelnl-5059-lg&rlz=1C1CHBD_hrHR883HR883&oq=piktogram-sa-strelicom-lijevo-1lelnl-5059-lg&aqs=chrome.0.69i59.630j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8 [17.9.2020.]
- [16] Norma HRN EN 60958-1 Svjetiljke – Dio 1: Opći zahtjevi i ispitivanja [14.7.2020]
- [17] Norma HRN EN 50171: 2008 – Centralni sustavi napajanja [14.7.2020]
- [18] Norma HRN EN 50272 – Sigurnosni zahtjevi za sekundarne baterije i baterijske instalacije [11.7.2020]
- [19] Zvonko Arčon, Prezentacija Osnove sigurnosne rasvjete, Beograd, 2016. [7.6.2016.]
- [20] Zvonimir Primorac, Osnove sigurnosne rasvjete, dostupno na: <https://dokumen.tips/documents/osnove-sigurnosne-rasvjete-zvonimir-primorac-tema-rasvjeta-putova-evakuacije.html> [13.7.2020.]
- [21] Norma ISO 3864-1:2002 [14.7.2020]
- [22] Piktogram – desni izlaz u nuždi, dostupno na: https://www.google.com/search?q=izlaz+u+nu%C5%BEdi&tbm=isch&ved=2ahUKEwjnIDt_ePrAhWUG-wKHQntDN8Q2-cCegQIABAA&oq=izlaz+u+nu%C5%BEdi&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoCCAA6BAgAEB46BQgAELEDOgcIIXDqAhAnOgQIABATUMPCBlj8AZgq_MGaAFwAHgAgAGaAogB2xSSAQY3LjEzLjGYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ7ABCsABAQ&sclient=img&ei=CPBcX-r4J5S3sAeD2rH4DQ&bih=625&biw=1366&rlz=1C1CHBD_hrHR883HR883#imgrc=qu-XZdn0L4nK9M
- [23] Norma DIN 4844-1:2005 [12.7.2020]
- [24] Novi znakovi za evakuacije, dostupno na: <https://signoprom.hr/vijesti/novi-znakovi-za-evakuacije/> [15.7.2020]

[25] NFPA 101:2009 – Life safety code – Američka udruga za zaštitu od požara, NFPA.org, 2020., dostupno na: <https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards/All-Codes-and-Standards/List-of-Codes-and-Standards> [11.7.2020]

[26] Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije, Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona, Narodne novine, 2010., dostupno na: <http://www.viz-sigurnost.hr/doc/PRAVILNIK%20O%20TEHNI%C8KIM%20NORMATIVIMA%20ZA%20ELEKTRI%C8NE%20INSTALACIJE%20NISKOG%20NAPONA.pdf> [12.7.2020]

[27] Ministarstvo unutarnjih poslova, Pravilnik o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata, Zagreb, 1999., dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999_10_100_1665.html [12.7.2020.]

[28] Prior, Autocad, Zagreb, dostupno na: <https://www.prior.hr/programi/autocad/> [13.9.2020.]

SAŽETAK

Sigurnosna rasvjeta je jedan od najvažnijih čimbenika koji doprinosi smanjenju ljudskih žrtava te broja ozlijeđenih u slučajevima izvanrednih situacija (požari, potresi itd.), posebno u objektima u kojima boravi veći broj ljudi. U Republici Hrvatskoj standardi, norme i propisi ne preciziraju područje sigurnosne rasvjete u dovoljnoj mjeri te mnogi objekti diljem zemlje ne zadovoljavaju potrebe za sigurnošću. Zbog oskudnih hrvatskih propisa, najčešće se usvajaju europske norme, primjer je europska norma EN 1838 – Primjena rasvjete – Osvjetljenje u slučaju nužde. Upravo iz tih razloga, cilj ovog rada bio je u simulacijskom programu RELUX izraditi sustav sigurnosne rasvjete u poslovnom objektu te istražiti ekonomske i tehničke aspekte iste. Bilo je potrebno proučiti sve norme, standarde, propise, načine i zahtjeve projektiranja, ali isto tako i na praktičnom primjeru pokazati njihovu primjenu kako bi se u konačnici zadatak rada uspješno završio.

Ključne riječi: sigurnosna rasvjeta, nužna rasvjeta, protupanična rasvjeta, sigurnosna rasvjeta prostora s povećanom opašnošću, sigurnosna rasvjeta evakuacijskih puteva, RELUX

ABSTRACT

Safety lighting is one of the most important factors contributing to the reduction of human casualties and the number of injured in emergencies (fires, earthquakes, etc.), especially in buildings where a large number of people live. In the Republic of Croatia, standards, norms and regulations do not specify the area of safety lighting to a sufficient extent, and many facilities throughout the country do not meet the needs for safety. Due to scarce Croatian regulations, European standards are most often adopted, an example being the European standard EN 1838 - Application of lighting - Emergency lighting. Precisely for these reasons, the aim of this work was to create a security lighting system in a business building in the RELUX simulation program and to investigate the economic and technical aspects of the same. It was necessary to study all norms, standards, regulations, methods and requirements of design, but also to show their application on a practical example in order to ultimately complete the task successfully.

Keywords: safety lighting, emergency lighting, anti – panic lighting, safety lighting of rooms with increased danger, emergency lighting of escape routes, RELUX

ŽIVOTOPIS

Tihana Lorger je rođena 11. kolovoza 1995. godine u Slavonskom Brodu. Osnovnu i srednju školu pohađala je u Županji. Nakon završene Opće Gimnazije u Županji upisuje Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, smjer Računarstvo, u Osijeku. Nakon završenog preddiplomskog studija, upisuje diplomski studij, smjer Računalno inženjerstvo. Trenutno živi u Osijeku.

PRILOG 1.