## SADRŽAJ

### OPĆI DIO:

#### PRILOZI

* Izvadak iz sudskog registra
* Imenovanje projektanta elektrotehničkog projekta

#### PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### TEHNIČKI DIO:

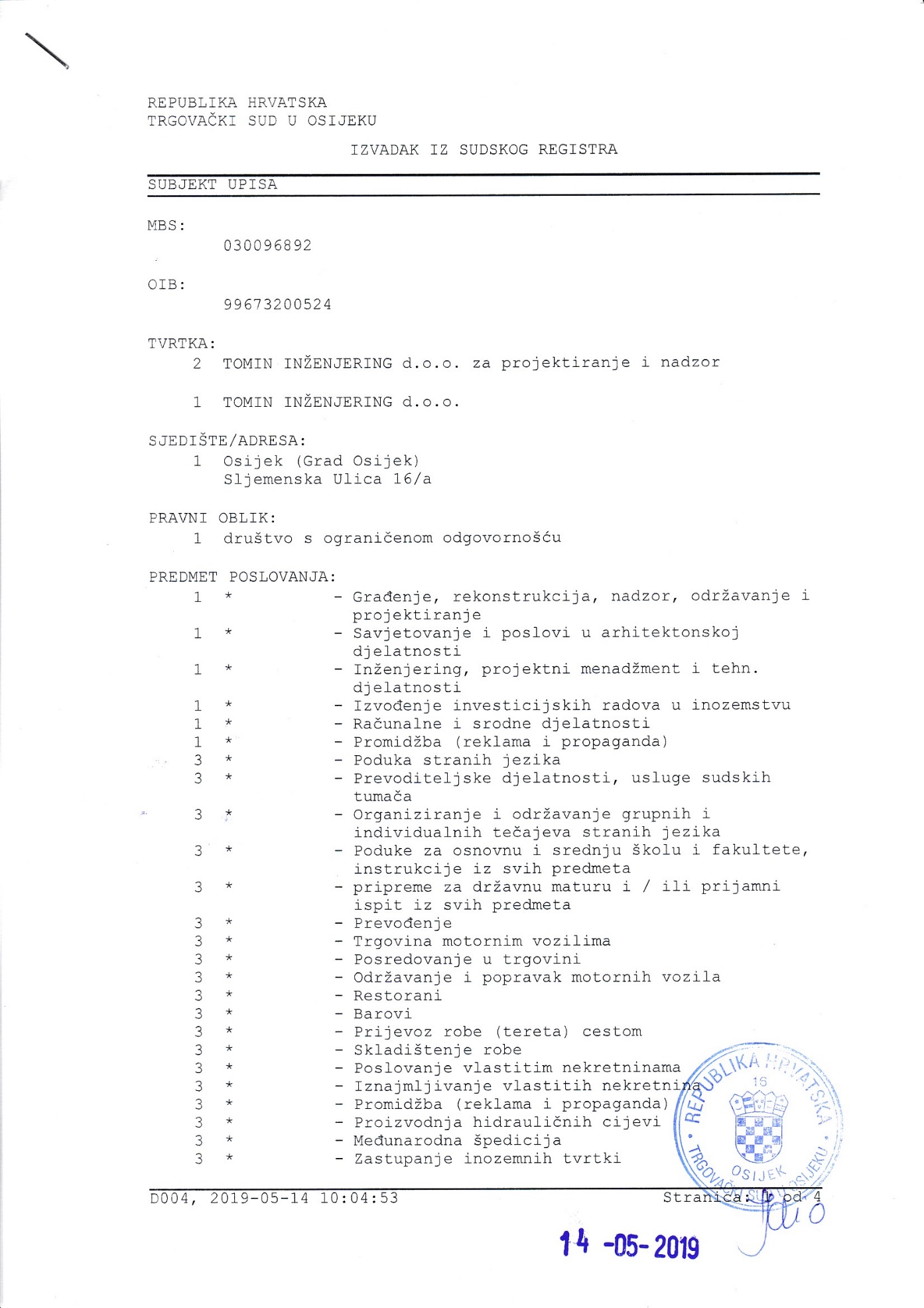
#### TEHNIČKI OPIS

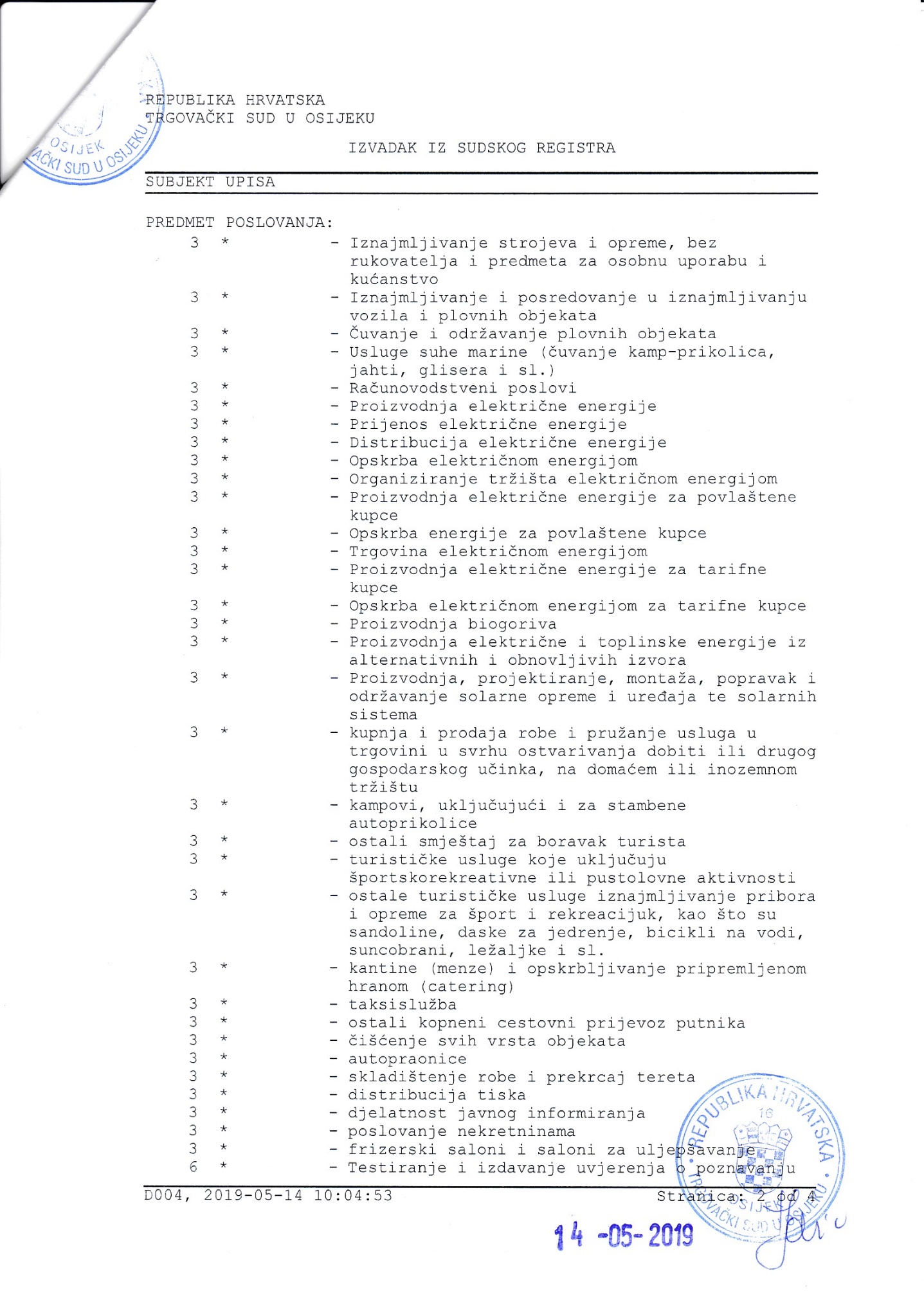
#### PRORAČUNI

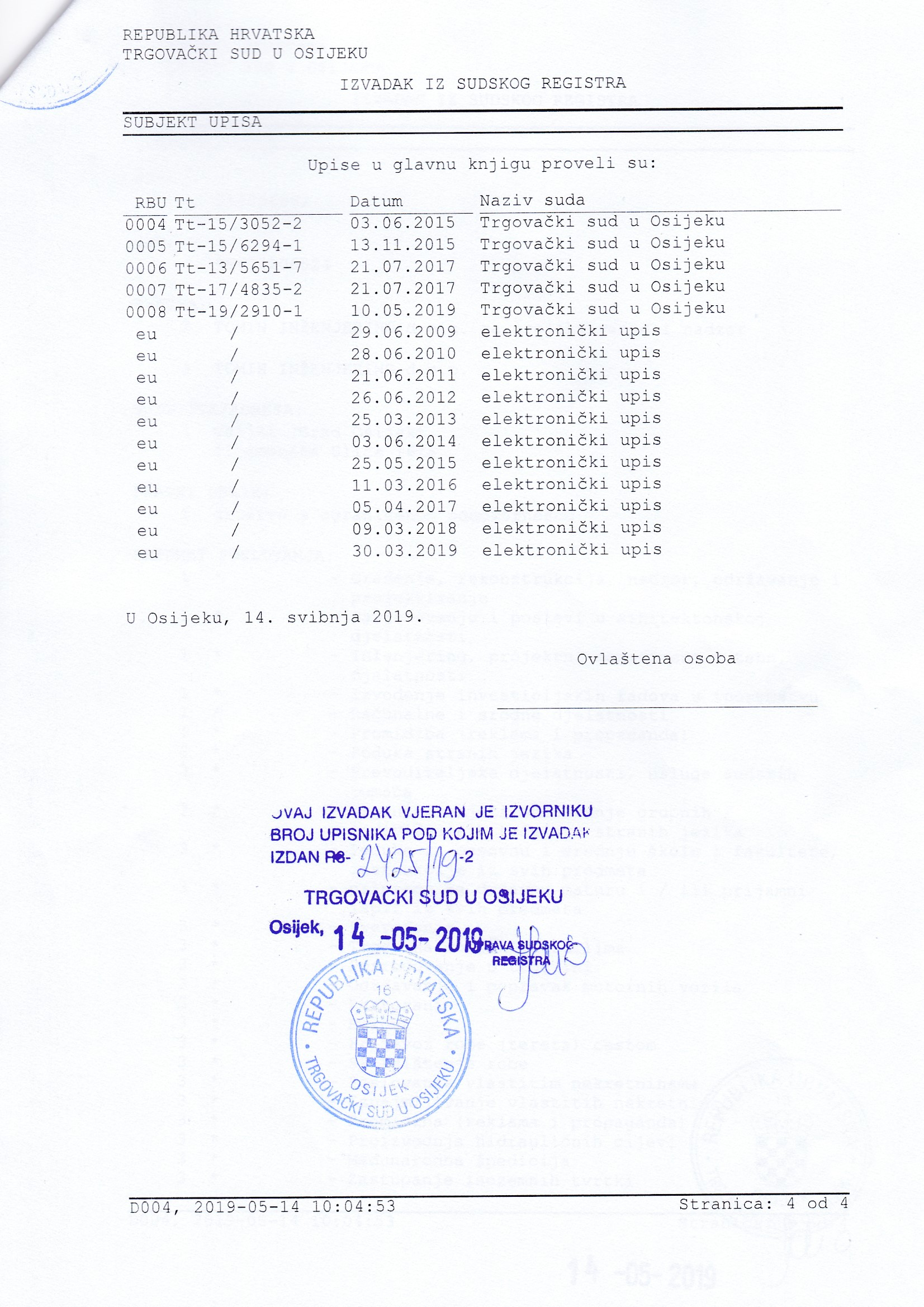
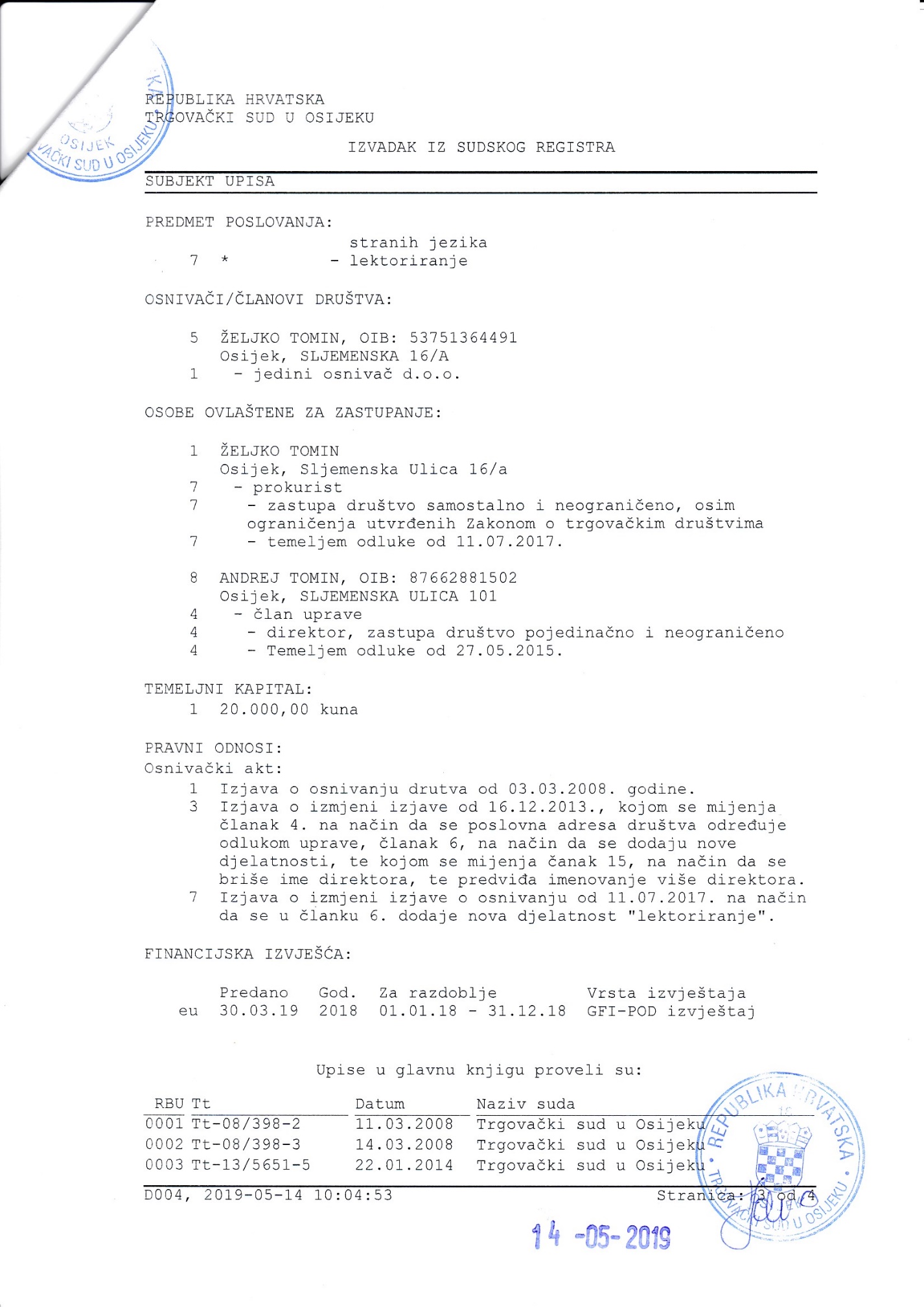
### NACRTI

1. Razvod napajanja rashladnog sustava – prizemlje
2. Razvod napajanja rashladnog sustava - kat
3. Razvod napajanja rashladnog sustava - potkrovlje
4. Jednopolna shema razdjelnice R-klima

# OPĆI DIO







Temeljem i sukladno odredbama Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) izdaje se:

## RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA IZVEDBENOG PROJEKTA

**Andrej Tomin, mag.ing.el.**

Upisan u imeniku ovlaštenih inženjera elektrotehnike Hrvatske komore inženjera elektrotehnike pod rednim brojem **E 2506,** dana 27. 06. 2013. godine;

Klasa: UP/I-310-34/13-01/2506

Urbroj: 504-05-13-2

Imenuje se za PROJEKTANTA IZVEDBENOG PROJEKTA sljedeće građevine:

INVESTITOR: Centar za profesionalnu rehabilitaciju Osijek, Tadije Smičiklasa 2

NAZIV GRAĐEVINE: Centar za profesionalnu rehabilitaciju – sustav hlađenja

MJESTO GRADNJE: Osijek, Tadije Smičiklasa 2

PROJEKT: IZVEDBENI ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

BROJ PROJEKTA: 08/22-E

Ovim rješenjem imenovani preuzima sva prava i obveze projektanta na izradi Glavnog projekta elektroinstalacija.

Za TOMIN INŽENJERING d.o.o.:

Andrej Tomin, mag.ing.el.

## PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Prema Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) predlaže se sljedeći program kontrole i osiguranja kvalitete:

Električne instalacije, koje su predmet ovoga projekta, moraju se izvesti prema nacrtima iz projekta i tehničkom opisu u projektu, važećim hrvatskim propisima, tehničkim propisima i pravilima struke.

Izvođač je obavezan prije početka radova proučiti tehničku dokumentaciju, projekt provjeriti na licu mjesta i za eventualna odstupanja konzultirati projektanta.

Za sve promjene i odstupanja od ovog projekta mora se obavezno pribaviti pismeno odobrenje projektanta, kao i nadzornog inženjera.

Ukoliko izvođač uoči nedostatke u projektu koji bi mogli ugroziti sigurnost objekta, živote i zdravlje ljudi, promet ili susjedne objekte treba upozoriti investitora, te uz suglasnost nadzornog inženjera i projektanta dogovoriti potrebne radove ili eventualne izmjene.

Prije početka polaganja elektroenergetskih kabela, mora se prema projektu izvršiti točna izmjera i obilježavanje trase, razmjeravanje i obilježavanje na zidu, u podu i stropovima, te naznačiti mjesta za razvodne kutije i prolaze kroz zidove, pa tek onda započeti sa dubljenjem zidova i podova.

Nakon dopreme elektroenergetskih vodova na gradilište, a neposredno prije njihove ugradnje potrebno je izvršiti ispitivanje otpora izolacije, kako bi se utvrdila ispravnost istih vodova, odnosno kako bi se utvrdila eventualana oštećenja prilikom skladištenja i transporta.

Kabeli se polažu po naznačenoj trasi poštivajući pri tome položaj postojećih i projektiranih podzemnih komunalnih instalacija. Kabeli se moraju polagati horizontalno i vertikalno. Nije dozvoljeno koso polaganje.

Pri polaganju vodova nužno je nastojati izvoditi koljena sa radijusom savijanja većim od 200 mm. Da bi se izbjegao efekt elektrodinamičkih sila pri eventualnom atmosferskom pražnjenju treba voditi računa o tome da promjena pravca voda ne smije biti veća od 90°.

Paralelno vođenje kabela signalnih instalacija (elektroničke komunikacijske mreže, ozvučenja i sl.) i kabela energetske električne instalacije treba izvesti na najmanjoj udaljenosti od 10 cm ako su položeni u metalne police, a križanja na najmanje 3 cm i pod kutem od 90°. Za kabele položene na obujmice razmak mora biti min. 15 cm (poželjno 30 cm).

Razdjelnice, svjetiljke, prekidače, utičnice i drugi instalacijski materijal prije montaže treba ispitati na tehničku ispravnost.

Pri izvođenju elektroinstalacije posebnu pažnju posvetiti postojećim instalacijama, te voditi računa da se ne oštete već izvedeni radovi i/ili dijelovi objekta.

Izjednačavanje potencijala se smatra dobro provedenim ako se mjerenjem otpora između zaštitnog kontakta električne instalacije i metalnih dijelova dobije vrijednost manja od 2Ω.

Tijekom izvođenja radova izvođač je dužan sva nastala odstupanja od onih predviđenih projektom dokumentirati, a po završetku radova treba predati investitoru dokumentirani projekt stvarnog izvedenog stanja.

Izvođač radove mora obavezno koordinirati s ostalim izvođačima radova (građevinskih radova, strojarskih instalacija i dr.)

Dužnost izvođača radova je da po završetku montaže ispita instalaciju kako u pogledu mjerenja tako i u pogledu potpune funkcionalnosti objekta i uređaja kao cjeline. Sve uočene nedostatke potrebno je otkloniti prije predaje instalacije na upotrebu investitoru.

Svi alati i strojevi korišteni za izvođenje radova, kao i svi alati koja će se koristiti u projektiranom objektu moraju biti provjereni u odnosu na sigurnost u korištenju.

Svi ugrađeni materijali moraju svojom kvalitetom i tehničkim karakteristikama zadovoljavati kvalitete predviđenog materijala ovom dokumentacijom. Svi ugrađeni materijali moraju imati propisane dokaze o kvaliteti.

Za ispravnost izvedenih radova izvođač garantira dvije godine računajući od dana prijema objekta. Sve kvarove i oštećenja koji bi se u tom periodu pojavili, bilo zbog primjene loših materijala ili nekvalitetne izvedbe, izvođač je dužan otkloniti bez prava na naknadu. Puštanje instalacije u rad dozvoljeno je tek nakon obavljenog tehničkog pregleda i dobivanja uporabne dozvole.

Izvođač kod preuzimanja proizvoda za električne instalacije, a nadzorni inženjer prije početka izvođenja električne instalacije mora utvrditi jesu li:

* proizvodi svojom kvalitetom i tehničkim karakteristikama sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim elektrotehničkim projektom   
  (ako u toku izvođenja izvođač radova ne može nabaviti određeni proizvod za električne instalacije, može izvršiti odgovarajuću zamjenu, s tim da novi proizvod ne smije biti lošiji po kvaliteti i tehničkim karakteristikama od onog predviđenog projektom te istu zamjenu mora izvršiti uz pismeno odobrenje projektanta)
* isporučeni s propisanim dokazima o kvaliteti na hrvatskom jeziku
* isporučeni s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu na hrvatskom jeziku

Kvalitetu svih radova koji se naknadno ne mogu prekontrolirati izvođač je dužan konstatirati, a nadzorni inženjer ovjeriti u građevinskom dnevniku.

Sve provedene provjere i ispitivanja dijelova električne instalacije tijekom građenja treba dokumentirati zapisom u građevinski dnevnik.

Sva električna instalacija mora tijekom postavljanja i/ili kada je završena, ali prije predaje korisniku, biti pregledana i ispitana prema odredbama Tehničkih propisa za niskonaponske električne instalacije.

Pregledavanje se izvodi prije ispitivanja i prije dovođenja instalacije pod napon.

Dokaze o kvaliteti, mjerenja i ispitivanja koje je potrebno priložiti uz zahtjev za tehnički pregled i uporabnu dozvolu:

* Dokaze o kvaliteti ugrađene opreme i kabela
* Protokol o izvršenom mjerenju otpora izolacije
* Protokol o izvršenom mjerenju otpora uzemljenja
* Protokol o povezanosti metalnih masa i neprekinutosti zaštitnih vodiča
* Protokol o izvršenoj kontroli efikasnosti zaštite od dodirnog napona
* Protokol o izvršenom funkcionalnom zaštitnih uređaja diferencijalne struje
* Protokol o kontroli nazivnih vrijednosti osigurača
* Montažni dnevnik radova koji se vodi od početka radova do tehničkog pregleda

Najmanje jedanput mjesečno potrebno je izvršiti preventivne servisne preglede instalacija i poduzeti mjere za otklanjanje uočenih grešaka i nedostataka.

Najmanje dva puta godišnje izvršiti funkcionalno ispitivanje cijele instalacije, te izvršiti popravak ili zamjenu neispravnih dijelova ili uređaja.

Vijek trajanja građevine određen je građevinskim dijelom. Vijek trajanja elektroinstalacija je jednak vijeku trajanja same građevine, uz redovite preglede, ispitivanja, popravak ili zamjenu oštećenih dijelova elektroinstalacije. U tijeku izvođenja radova potrebno je vršiti stalnu kontrolu materijala koji se ugrađuje i radova koji se izvode.

###### PROJEKTANT:

Andrej Tomin, mag.ing.el

# TEHNIČKI DIO

## TEHNIČKI OPIS

### Uvod

Investitor planira ugradnju sustava hlađenja (VRV) u postojeću građevinu u Osijeku, Tadije Smičiklasa 2.

Ovim Izvedbenim projektom riješene su sljedeće elektrotehničke instalacije:

* elektroenergetsko napajanje VRV sustava
* instalacija za izjednačenje potencijala
* spajanje upravljanja VRV sustava

### Napajanje električnom energijom

Priključak građevine na distributivnu niskonaponsku mrežu zadržava se postojeći.

### Glavni razvod električne energije

Predmetni sustav napajat će se električnom energijom iz postojećeg glavnog razvodnog ormara GR. Predviđena je ugradnja novog razvodnog ormara za potrebe VRV sustav - R-klima koji se napaja iz postojećeg GR. Trase kabela za napajanje vanjskih jedinica, unutarnjih jedinica VRV sustava i razdjelnice R-klima su vidljive iz priloženih nacrta.

Razdjelnicu treba izraditi kao nazidnu metalnu, u IP54 zaštiti. U razdjelnicu ugraditi odgovarajuću opremu prema jednopolnoj shemi.   
Označiti naziv razdjelnice, sustav zaštite te postaviti opomenske pločice, a na vrata ugraditi cilindrične bravice za zaključavanje.

Uz napajanje VRV sustava ovim projektom je predviđeno spajanje upravljanja sustava (vanjske jedinice sa unutarnjima). Spajanje upravljačkog kabela izvodi se prema uputama proizvođača. Sve unutarnje jedinice moraju biti spojene sa odgovarajućom vanjskom jedinicom (prema strojarskom projektu).

Kabele je potrebno voditi u PVC instalacijkim kanalicama u trasi cjevovoda VRV sustava gdje god je to moguće. Na mjestima gdje to nije moguće potrebno je izraditi šliceve u zidu te kabele položiti u zaštitne cijevi podžbukno. Zidove je nakon polaganja kabela potrebno dovesti u prethodno stanje.

### Instalacija izjednačenja potencijala

U građevini je potrebno izvesti spajanje svih metalnih masa (cijevi, kućišta uređaja, nosače i sl.) odnosno vodičem H07V-K 1x10 mm2 spojiti na zaštitnu sabirnicu pripadajuće razdjelnice. Za spoj metalnih masa na fasadi građevine predviđen je Al vodič ϕ8mm.

**Prije spajanja metalnih masa na uzemljivač, ispravnost postojećeg uzemljivača potrebno je provjeriti ispitivanjem.**

Za spojeve metalna masa – vodič, koristiti nazubljene podloške ili stopice odgovarajućeg promjera.

### Mjere sigurnosne zaštite

Zaštita od električnog udara ostvaruje se zaštitom od direktnog i indirektnog dodira.

Zaštita od direktnog dodira osigurana je odabiranjem vodiča i uređaja s odgovarajućom izolacijom. Goli dijelovi pod naponom predviđeni su za ugradnju u odgovarajuća kućišta, koja je moguće otvoriti samo alatom ili ključem. Sva spajanja i razdvajanja strujnih krugova izvode se u instalacijskim razvodnim kutijama, razdjelnicama ili unutar kućišta električnih trošila.

Zaštita od previsokog napona dodira provedena je sustavom TN-C/S (sustav s posebno odvojenim zaštitnim i nul vodičem), a zaštitni uređaji za automatsko prekidanje napajanja su dimenzionirani tako da je onemogućena pojava napona dodira većeg od 50 V. Zaštitni (zeleno-žuti) i nulti vodič NE SMIJU biti spojeni nigdje osim u jednom mjestu u građevini.

Sve metalne mase električnih trošila te zaštitni kontakti priključnica spajaju se preko zaštitnog vodiča na zaštitnu sabirnicu razdjelnice ili na uzemljivač.

Za mogućnost sigurnog postupka kod radova na električnoj instalaciji u razdjelnicama je predviđeno postavljanje prekidača kojim se električna instalacija može dovesti u beznaponsko stanje.

Kod dimenzioniranja opreme i vodova vođeno je računa o toplinskim, mehaničkim i električnim naprezanjima u radu i kratkom spoju.

Zaštita od atmosferskoga prenapona, uzrokovanog direktnim ili indirektnim udarom munje, riješena je sustavom za zaštitu od djelovanja munje (gromobranskom instalacijom) s prihvatnom mrežom, odvodima i temeljnim uzemljivačem, te je predviđena ugradnja katodnih odvodnika prenapona u razdjelnice. Takvo povezivanje čini stacionarni i prijelazni otpor uzemljenja malim i time štiti ljude i građevinu od eventualnog atmosferskog i pogonskog prenapona.

Da se vrijednosti otpora nalaze u dozvoljenim granicama, a time i da zaštita zadovoljava treba dokazati predviđenim mjerenjima i o tome izdati protokole.

### Prikaz mjera za ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu

Tehnička svojstva projektirane električne instalacije su takva da, tijekom trajanja građevine u koju je ugrađena, uz propisano izvođenje i održavanje električne instalacije, građevina i električna instalacija mogu podnijeti sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoliša, tako da tijekom građenja i uporabe građevine predvidiva djelovanja ne prouzroče:

* požar građevine odnosno njenog dijela
* opasnost, smetnju, štetu ili nedopustiva oštećenja
* električni udar i druge ozljede korisnika građevine
* buku veću od dopuštene
* potrošnju električne energije veću od dopuštene

##### Zaštita od požara i sigurnost u korištenju

Opasnosti od električne struje u građevini mogu nastati od:

* električnog udara
* nepravilnog dimenzioniranja kabela i opreme u odnosu na opterećenje
* nepravilnog izbora opreme obzirom na uvjete rada
* toplinskog djelovanja koje razvija elektro oprema
* atmosferskih pražnjenja i pojave pogonskih i ostalih prenapona
* paljenja eksplozivne smjese zraka i plina električnom iskrom
* nepravilno rukovanje, nestručna kontrola i održavanje

Projektom su dane odgovarajuće mjere za zaštitu od požara i sigurnost u korištenju:

##### Zaštita od direktnog dodira u električnoj instalaciji

* izoliranjem dijelova pod naponom
* ugrađivanjem u kućište
* postavljanjem izvan dohvata ruku

##### Zaštita od indirektnog dodira

* automatskim isključivanjem napajanja
* upotrebom uređaja klase II ili odgovarajućom izolacijom
* postavljanjem u nevodljiva kućišta
* uzemljivanjem metalnih dijelova

##### Dimenzioniranje vodova i opreme

Kod dimenzioniranja opreme i vodova vođeno je računa o toplinskim, mehaničkim i električnim naprezanjima u radu i kratkom spoju.

Presjeci vodiča i kabela su tako odabrani da struje opterećenja budu manje od trajno dozvoljenih struja, a za zaštitu od preopterećenja i kratkog spoja predviđeni su uređaji za automatski prekid strujnog kruga. Ovi uređaji su projektirani tako da prekidaju svaku struju preopterećenja koja protječe strujnim krugom prije nego što prouzrokuje moguća termička ili mehanička oštećenja.

##### Izbor opreme obzirom na uvjete rada

Sva oprema je predviđena u odgovarajućoj izvedbi, sukladno s očekivanim uvjetima rada, tako da ne dolazi do štetnog međudjelovanja (električnih, toplinskih i mehaničkih) s okolinom.

##### Zaštita od toplinskog djelovanja

Projektom je predviđena elektro oprema koja ne predstavlja opasnost od požara za okolne materijale, a pristupačni dijelovi opreme koji se nalaze na dohvatu ruke u normalnim radnim uvjetima ne mogu postići temperaturu opasnu po čovjeka ili okolinu.

Električni vodovi i oprema zaštićeni su od nedozvoljenih toplinskih naprezanja odgovarajućim zaštitnim napravama (osiguračima) koji osiguravaju njihovu upotrebu u granicama nazivnih vrijednosti.

##### Zaštita od atmosferskih pražnjenja i pojave pogonskih i ostalih prenapona

Osim direktno uočljivih razaranja i požara koji mogu nastati kao posljedica direktnog udara munje, udar munje uzrokuje i pojavu prenapona (induktivnih i kapacitivnih komponenti) koji također mogu uzrokovati materijalne štete i opasnost za život u zaštićenom prostoru.

Da bi sustav zaštite od djelovanja munje bio cjelovit, predviđen je vanjski sustav zaštite (prihvatna mreža, odvodi i uzemljivač) i unutarnji sustav zaštite od djelovanja munje (ugradnja odvodnika prenapona, te izjednačenje potencijala - povezivanje metalnih masa s temeljnim uzemljivačem građevine).

##### Prekidanje napajanja električnom energijom

U slučaju izbijanja požara (ili neke druge neposredne opasnosti) isključivanje napajanja električnom energijom omogućeno je preko glavne sklopke.

##### Nepravilno rukovanje, nestručna kontrola i održavanje

Mogućnost uzrokovanja požara uslijed nestručnog korištenja projektirane elektroinstalacije, priključenja neispravnih trošila i sl. je uslijed gore navedenih projektiranih mjera za zaštitu od požara svedena na minimum. Osobe koje će kontrolirati i održavati instalaciju moraju biti obučene za rad na siguran način i prilikom radova koristiti osobna zaštitna sredstva.

##### Ostalo

U svrhu kontrole izvedenih električnih instalacija, a po dovršenju istih instalacija obavezno je izvršiti predviđena električna mjerenja na kompletno izvedenim radovima. Kao dokaz ispravnosti rješenja i kvalitetnog izvođenja potrebno je predati protokole o izvršenim mjerenjima na daljnje korištenje investitoru.

##### Zaštita od buke

Električna instalacija ne proizvodi buku.

### ****Održavanje električne instalacije****

Projektirana električna instalacija može se koristiti isključivo za projektiranu namjenu.

Tijekom uporabe električna instalacija je podložna starenju i mehaničkim oštećenjima što može uzrokovati da oprema nema više svoju funkciju odnosno da način zaštite od direktnog dodira više ne udovoljava svojoj zaštitnoj namjeni.

Smatra se da je uporabni vijek električne instalacije najmanje 25 godina.

Održavanjem električne instalacije treba se sačuvati stupanj kvalitete postignut izradom električnih instalacija (od projekta do završnih ispitivanja) te odgovarajućim povremenim (periodičnim) pregledima i ispitivanjima osigurati pouzdanu i sigurnu električnu instalaciju za cijelo vrijeme njezine uporabe.

Održavanje električne instalacije obavlja za to ovlaštena pravna ili fizička osoba, ili stručni zaposlenik građevine.

Ispitivanje električne instalacije provodi se vizualnim pregledom, provjeravanjima i mjerenjima.

Pregledom se utvrđuje da li su svi dijelovi električne instalacije u ispravnom stanju.

Prilikom vizualnog pregleda treba provjeriti:

* ispravnost rasvjetnih tijela
* da ne postoje oštećenja izolacije vodiča i kabela, naročito na pregibnim mjestima
* da ne postoje oštećenja priključnog pribora (priključne kutije, priključnice, utikači)
* dobro zatvaranje poklopaca i vrata razdjelnih ormara
* da ne postoje oštećenja prekidača i sklopki
* da ne postoje mehanička oštećenja i onečišćenja zaštitnih kontakata priključnica čime zaštitne mjere od indirektnog dodira mogu postati nedjelotvorne.

S obzirom da tijekom uporabe instalacije postoji mogućnost promjene zaštitnih i kontrolnih uređaja treba provjeriti ispravan izbor nazivne i proradne struje zaštitnih uređaja.

Zbog mogućnosti brisanja slovnih oznaka treba provjeriti:

* ispravno označavanje faznih, neutralnih i zaštitnih vodiča
* u razvodnim ormarima mora postojati označavanje strujnih krugova, osigurača, prekidača i stezaljki, te odgovarajuće sheme električnih instalacija upotpunjene svim potrebnim podacima
* razvodni ormar treba biti opremljen znakom opasnosti od električne struje i oznakom primjenjenog sustava mreže u pogledu uzemljenja.

U blizini razvodnih ormara ne smiju se držati zapaljivi predmeti niti smije biti zapriječen pristup ormaru.

Ukoliko je tijekom uporabe električne instalacije došlo do promjena u dijelovima instalacije (izmjena električne opreme) potrebno je izvršiti pored navedenih i ostale preglede koji se izvode pri prvom pregledu (izbor opreme u skladu sa zahtjevima i propisima sigurnosti, zahtjevima pravilnika i normi, izbor opreme u skladu s vanjskim utjecajima, izbor presjeka vodiča s obzirom na opterećenje, izbor i postavljanje rastavnih i sklopnih uređaja, polaganje i spajanje vodiča i zaštita od korozije, provjera zahtjevanih presjeka neutralnih, zaštitnih i dozemnih vodiča, zabrana smještaja sklopnih uređaja u zaštitne vodiče, lagan pristup za održavanje i razmaci).

Zamjena dijelova električne instalacije mora se provesti na način da se tim radovima ne utječe na zatečena tehnička svojstva građevine.   
Radove na električnoj instalaciji može izvoditi za to ovlaštena pravna ili fizička osoba.

Kod izvođenja bilo kakvih radova na električnim instalacijama cijela ili dio građevine mora se isključiti sa elektroenergetskog napajanja pomoću glavnog prekidača u pripadajućoj razdjelnici.

Svaka promjena u električnoj instalaciji mora se dokumentirati u projektu izvedenog stanja i jednopolnim shemama razvodnih ormara.

Mjerenjima i ispitivanjima utvrđuje se da li električna instalacija ispunjava zahtjeve određene projektom:

* mjerenje otpora izolacije
* ispitivanje efikasnosti zaštite od indirektnog napona dodira
* ispitivanje neprekidnosti zaštitnog vodiča i vodiča za izjednačavanje potencijala
* mjerenje galvanske povezanost metalnih masa
* ispitivanje funkcionalnosti zaštitnih uređaja diferencijalne struje
* mjerenje otpora uzemljenja

Učestalost redovitih pregleda u svrhu održavanja električne instalacije provodi se najmanje svake četiri godine (za građevine javne namjene i ostale građevine), najmanje svakih deset godina (za građevine stambene namjene), osim:

* ispitivanja otpora izolacije ako stanje električne instalacije ne ukazuje na potrebu tog ispitivanja - nisu propisani rokovi za periodičko ispitivanje (preporučuju se relativno dugi rokovi 8 do 12 godina, a na mjestima gdje je elektroinstalacija izvedena na drvenoj ili nekoj drugoj upaljivoj podlozi, ispitivanje je obvezno svake godine)
* ispitivanja funkcionalnosti protupožarnog tipkala, zaštitnih uređaja diferencijalne struje i protupanične rasvjete koje se mora vršiti svake godine

Izvanredni pregled električne instalacije provodi se nakon svake promjene na istoj, nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva električne instalacije ili izaziva sumnju u uporabljivost električne instalacije te po zahtjevu inspekcijskog nadzora.

Izvanredni pregled električne instalacije stambenih prostora potrebno je provesti i prilikom svake promjene posjednika (najamnika) istog.

Učestalost redovitih pregleda sustava zaštite od djelovanja munje u svrhu održavanja za IV razinu provode se:

* svake dvije godine pregled u koji je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi sustava u ispravnom stanju   
  (vrsta sustava zaštite, vrsta hvataljke, gradivo hvataljke, gradivo odvoda, stanje vodiča, stanje spojeva, stanje mehaničke zaštite vodiča, stanje mjernih spojeva, ima li dogradnji koje zahtjevaju proširenje vanjskog sustava)
* svakih šest godina ispitivanje i mjerenje   
  (otpor rasprostiranja uzemljivača, ispitivanje stanja uzemljivača – osim temeljnog, mjerenje otpora skrivenih spojeva, mjerenje električne povezanosti metalnih instalacija u građevini (plin, vodovod, grijanje, klimatizacija))
* svake 3 godine pregled kritičnih dijelova   
  (dijelovi sustava zaštite koji su izloženi jakim mehaničkim naprezanjima i hrđanju, spojevi na unutarnjem sustavu zaštite, spojevi na sabirnicama za izjednačavanje potencijala, spojevi s kabelski oklopima, stanje odvodnika, stanje iskrišta za odvajanje, spojevi s cjevovodima i sl.)

Izvanredan pregled sustava provodi se nakon svake promjene na sustavu, nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva sustava ili izaziva sumnju u uporabljivost sustava te po zahtjevu iz inspekcijskog nadzora.

O provedenim redovitim pregledima i zvanrednim pregledima te o ispitivanjima sastavlja se zapisnik od strane ovlaštene pravne ili fizičke osobe.

### Završne odredbe

Svi radovi moraju se izvoditi stručnom radnom snagom, uz primjenu pravila zaštite na radu te korištenjem pribora i opreme u skladu s važećim tehničkim propisima.

Izvođači radova dužni su, prije početka radova, proučiti tehničku dokumentaciju, te za eventualne dopune i izmjene projektom danih rješenja zatražiti suglasnost projektanta i nadzornog inženjera.

Tijekom izvođenja radova na elektroinstalaciji potrebno je koordinirati radove s izvođačima ostalih radova na građevini.

Za sve ugrađene električne uređaje i materijale izvođač je dužan dostaviti propisane dokaze o kvaliteti.

Nakon završetka radova izvođač je dužan obaviti propisana ispitivanja i mjerenja te o svakome izdati protokole i ispitne listove.

Korisnik je, nakon preuzimanja građevine i pripadnih instalacija, dužan odrediti odgovornu stručnu osobu koja će dalje brinuti za ispravnost, funkcionalnost, sigurnost i održavanje instalacija i uređaja, te voditi revizione knjige sa eventualnim nadopunama i izmjenama, kao i rezultatima redovitih ispitivanja i mjerenja.

Svu dotrajalu i neispravnu električnu opremu, djelove električne opreme ili instalacije nakon zamjene, odnosno uklanjanja treba propisno zbrinuti na za to predviđena odlagališta.

PROJEKTANT:

Andrej Tomin, mag.ing.el.

## PRORAČUNI

### PRORAČUN I IZBOR PRESJEKA VODIČA

Proračun i izbor presjeka vodiča vrši se iz poznatih električnih veličina. Tok proračuna je

sljedeći:

• instalirana snaga Pi (kW)

• faktor istovremenosti f (procjenjuje se)

• faktor snage cos φ

• napon U (V)

• dužina l (m)

• vodljivost χ (s/m)

Računa se:

vršna snaga: 

struja: 

Odabire se nazivna struja zaštitnog uređaja prema struji In, s tim da mora biti zadovoljen uvjet:

**Ib ≤ In ≤ Iz** (HRN HD 384.4.43 S2)

**I2 ≤ 1,45\*Iz**

gdje je:

• Ib = struja za koju je strujni krug projektiran

• In = nazivna struja zaštitnog uređaja

• Iz = trajno podnosiva struja vodiča

• I**2** = struja koja osigurava pouzdano djelovanje zaštitnog uređaja

Trajno podnosiva struja vodiča **Iz** određuje se prema sljedećem izrazu (ili po podacima proizvođača vodiča), a ovisno o tipu električnog razvoda:

Iz = k1 x k2 x Itp (A) (HRN HD 384.5.523 S2)

gdje je:

• trajno podnosiva nekorigirana struja vodiča Itp (A)

• redukcijski faktor za skupine (grupe) od više strujnih krugova

ili više višežilnih kabela k1

• korekcijski faktor za okolne temperature k2

Rezultati proračuna prikazani su u tablici br 1.

TABLICA 1. - ODABIRANJE VODIČA PREMA STRUJNOM OPTEREĆENJU

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Broj dionice | Dionica | Broj,tip i presjek kabel/vod s (mm2) | Vršna snaga  Pv (kW) | Faktor snage cos ϕ | Struja izvoda In (A) | Faktor polaganja k | Doz.  struja  (A) | Struja zaštit. Uređaja (A) |
|
|
|
| 1 | GR - Rklima | NYY-J 5x16 mm2 | 30 | 0,95 | 45,58 | 1 | 78 | 63 |
| 2 | Rklima-VRV1 | NYY-J 5x6 mm2 | 11 | 0,95 | 16,71 | 1 | 43 | 25 |
| 3 | Rklima-VRV2 | NYY-J 5x6 mm2 | 11 | 0,95 | 16,71 | 1 | 43 | 25 |
| 4 | Rklima-VRV3 | NYY-J 5x6 mm2 | 3 | 0,95 | 4,56 | 1 | 34 | 16 |

### PRORAČUN PADA NAPONA

Pad napona računamo:

 - za monofazne strujne krugove

 - za trofazne strujne krugove

gdje je:

• pad napona *u* (%)

• snaga *Pv* (W)

• dužina voda *l* (m)

• napon *U* (V)

• presjek vodiča *s* (mm2)

• specifična vodljivost *k* (Sm/mm2)

Za Cu specifična vodljivost iznosi *k*= 56 (Sm/mm2)

Za Al specifična vodljivost iznosi *k*= 35 (Sm/mm2)

Rezultati proračuna su prikazani u tablici br. 2, a iz njih je vidljivo da su padovi napona manji od dozvoljenih prema HRN HD 384.5.52 S1 za korisnike sa napajanjem iz vlastite trafostanice.

TABLICA 2. - PRORAČUN PADA NAPONA

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Broj dionice | Dionica | Broj,tip i presjek kabel/vod s (mm2) | Vršna snaga  Pv (kW) | Duljina dionice  L (m) | Faktor polaganja k | Napon dionice  U (V) | Pad napona dionice u % | Pad napona ukupno u % |
|
|
|
| 1 | GR - Rklima | NYY-J 5x16 mm2 | 30 | 25,00 | 0,95 | 400 | 0,52 | 0,52 |
| 2 | Rklima-Rklima/7 | NYY-J 3x2,5 mm2 | 1 | 60,00 | 0,95 | 400 | 1,62 | 2,14 |

### KONTROLA ZAŠTITE OD INDIREKTNOG DODIRA

Osnovni uvjet zaštite u TN sustavu mreže je taj, da se karakteristika zaštitnog uređaja i impedancija strujnog kruga moraju tako izabrati, da u slučaju nastanka kvara zanemarive impedancije između faznog i zastitnog vodiča ili mase (izloženog vodljivog dijela), bilo gdje u instalaciji, nastaje automatsko isklapanje napajanja u utvrđenom vremenu.

Ovaj uvjet je zadovoljen ako je ispunjen uvjet:

**Zs x Ia ≤ U0**

gdje je:

Zs (Ω) - impedancija petlje kvara, obuhvaćajući izvor, vodič pod naponom do točke kvara i

zaštitni vodič od točke kvara do izvora.



gdje su:

• *r* (Ω/km) – radni otpor voda

• *x* (Ω/km) – induktivni otpor voda

• *l*  (km) – dužina vodiča

Ia (A) - struja koja osigurava isklapanje napajanja u vremenu u zavisnosti od nazivnog napona U0 (za U0 = 230 (220) V, t = 0,2 s)

U0 (V) - nazivni napon prema zemlji (U0 = 230 (220) V)

Gornji uvjet je ispunjen ukoliko je:

**Ik ≥ Ia**

gdje je:

Ik – struja kvara kontroliranog strujnog kruga

Ia – struja koja osigurava isključivanje napajanja u dozvoljenom vremenu

Rezultati proračuna za karakteristične glavne napojne vodove dani su u tablici br. 3. Za sve ostale strujne krugove vrijednosti trebaju biti u granicama prikazanim u tablicama 4, 5 i 6.

Impedanciju petlje svih strujnih krugova i napojnih vodova treba provjeriti mjerenjem na kompletno izvedenoj instalaciji.

TABLICA 3. - KONTROLA ZAŠTITE OD OPASNOG NAPONA DODIRA

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Broj dionice | | Naziv  dionice | | Broj,tip i  presjek  kabel/vod  s (mm2) | | Dozvo.  vrijeme isključ.  t ( s ) | | Karak.  osig. | | Struja  osig.  Io ( A ) | | Dopušteni napon dodira  U0(V) | | Struja  isključ.  Ii ( A ) | | Najveća  dozvoljena  impendancija  Zs (Ω) | |
| 1. | | GR - Rklima | | NYY-J 5x16 mm2 | | 0,2 | | C | | 63 | | 50 | | 762 | | 0,30 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TABLICA 4. - osigurači B karakteristike** | | |
| Nazivna struja  osigurača | Struja djelovanja  osigurača | Najveća dozvoljena  impedanca petlje kvara |
| In (A) | Ia=5In (A) (<0,2 s) | Zs (Ω ) |
| 6 | 32 | 7,19 |
| 10 | 53 | 4,34 |
| 16 | 85 | 2,71 |
| 20 | 106 | 2,17 |
| 25 | 134 | 1,72 |
| 32 | 172 | 1,34 |
| 35 | 188 | 1,22 |
| 40 | 216 | 1,06 |
| 50 | 285 | 0,81 |
| 63 | 363 | 0,63 |
| **TABLICA 5. ( osigurači C karakteristika )** | | |
| Nazivna struja  osigurača | Struja djelovanja  osigurača | Najveća dozvoljena  impedanca petlje kvara |
| In (A) | Ia=10In (A) (<0,2 s) | Zs (Ω ) |
| 6 | 64 | 3,59 |
| 10 | 106 | 2,17 |
| 16 | 172 | 1,34 |
| 20 | 216 | 1,06 |
| 25 | 285 | 0,81 |
| 32 | 369 | 0,62 |
| 35 | 405 | 0,57 |
| 40 | 467 | 0,49 |
| 50 | 593 | 0,39 |
| 63 | 762 | 0,30 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABLICA 6. ( osigurači NH00 )** | | | | |
|  | Vrijeme taljenja osig. | | Vrijeme taljenja osig. | |
|  | 0,4 s | | 5 s | |
| Nazivna struja  osigurača  In (A) | Struja djelovanja osigurača  Ia (A) | Najveća dozvoljena impedancija petlje  Zs (Ω) | Struja djelovanja osigurača  Ia (A) | Najveća dozvoljena impedancija petlje  Zs (Ω) |
| 6 | 38 | 5,78 | 25 | 8,80 |
| 10 | 60 | 3,67 | 38 | 5,79 |
| 16 | 120 | 1,83 | 70 | 3,14 |
| 20 | 150 | 1,47 | 85 | 2,59 |
| 25 | 175 | 1,26 | 100 | 2,20 |
| 36 | 250 | 0,88 | 140 | 1,57 |
| 50 | 330 | 0,67 | 190 | 1,16 |
| 63 | 470 | 0,47 | 260 | 0,85 |
| 80 | 600 | 0,37 | 340 | 0,65 |
| 100 | 800 | 0,27 | 480 | 0,46 |
| 125 | 1100 | 0,20 | 610 | 0,36 |
| 160 | 1500 | 0,14 | 800 | 0,28 |
| 200 | 1950 | 0,11 | 1200 | 0,18 |
| 250 | 2700 | 0,08 | 1600 | 0,14 |
| 315 | 3300 | 0,07 | 2000 | 0,11 |
| 355 | 4200 | 0,05 | 2400 | 0,092 |
| 400 | 5250 | 0,04 | 3000 | 0,073 |
| 500 | 6300 | 0,035 | 3500 | 0,063 |
| 630 | 7900 | 0,028 | 4000 | 0,055 |

Nakon izvršenog kontrolnog mjerenja impedancije petlje dobiveni rezultati moraju biti u okviru vrijednosti iz danih tabela, o čemu treba izdati odgovarajući protokol, pa će najveće vrijeme isključenja za nazivni napon prema zemlji od 230 V, u TN sustavima, određeno s HRN HD 60364-4-41, biti ispod vrijednosti od 0,2 sekunde za krajnje strujne krugove koji ne prelaze 32A, odnosno 5 sekundi za razdiobne (distribucijske) strujne krugove i za strujne krugove koji prelaze 32 A.

Projektirani osigurači i zaštitni prekidači odabrani su tako da se ostvari selektivnost.

**PROVJERA EFIKASNOSTI ZAŠTITE**

Provjera efikasnosti zaštite provodi se izračunom impedancije petlje kvara za najnepovoljniji slučaj, tj. najduži strujni krug. U ovom slučaju je to pretpostavljeni strujni krug **Rklima/7**.

U ovisnosti o impedanciji petlje kvara izabire se zaštitna naprava kojom će se udovoljiti slijedeći zahtjev:

**Zs x Ia ≤ U0**

gdje je:

Zs - impedancija petlje kvara

Ia - struja koja osigurava isključivanje zaštitne naprave

U0 - nazivni napon prema zemlji

s tim da struja Ia mora zadovoljiti: **Ik ≥ Ia** gdje je Ik - struja kvara

Impedancija petlje kvara sastoji se od:

* + impedancije transformatora - Ztr
  + impedancije utjecaja mreže - Zm
  + impedancije utjecaja vodova od TS do mjesta kvara - Zv

pa imamo:

*Zs=Ztr+Zm+Zv*

##### Impedancija transformatora

Impedancija transformatora računa se prema:



; ; ; 

gdje je:

*U* - linijski napon

*Snt* - snaga transformatora

*ur* - relativni omski otpor transformatora

*ux* - relativni induktivni otpor transformatora

*Pcu* - gubici u bakru

*uk* - relativni napon kratkog spoja

Za transformatore 10(20)/0,4 kV nekih karakterističnih snaga imamo slijedeće vrijednosti:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Snt (kVA)** | **uk (%)** | **ur (%)** | **ux (%)** | **Rtr (Ω/fazi)** | **Xtr (Ω/fazi)** |
| 250 | 4 | 1,30 | 3,78 | 0,0080 | 0,024 |
| 400 | 4 | 1,15 | 3,83 | 0,0060 | 0,015 |
| 630 | 4 | 1,03 | 3,87 | 0,0026 | 0,010 |
| 1000 | 6 | 1,35 | 5,85 | 0,0022 | 0,009 |

##### Impedancija utjecaja mreže

Iz poznate snage kratkog spoja na 10(20) kV-noj strani *Pk*, računa se efektivna struja kratkog spoja na visokonaponskoj strani:

Struja kratkog spoja na 0.4 kV- noj strani iznosi:

A impedancija utjecaja mreže reducirana na 0.4 kV- nu stranu iznosi:

##### Impedancija utjecaja vodova

Impedanciju utjecaja vodova *Zv* računamo kao zbroj impedancije svakog voda kojim protiče struja od izvora (TS) pa do potrošača i nazad.



; 

gdje je:

*ln* - dužina vodiča (m)

* - specifična vodljivost (za Cu κ=56, za Al κ=37)

*s* - presjek vodiča (mm2)

*xn* - specifična induktivnost voda (Ω/km), uzima se iz tablica

Omski otpor voda korigira se na radnu temperaturu od 70°C (PVC), prema:



gdje je:

*R20* - omski otpor kabela na temperaturi od 20°C

*R70* - omski otpor kabela na temperaturi od 70°C

*θk* - radna temperatura kabela od 70°C

*θ0* - radna temperatura kabela od 20°C

*α* - temperaturni koeficijent specifičnog otpora

Korigirani omski otpor voda na radnu temperaturu od 70°C, za bakar možemo računati prema:



Za promatrani strujni krug (najnepovoljniji slučaj) vrijednost impedancije utjecaja voda prikazana je slijedećom tablicom:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kabel** | **Mate- rijal** | ***L*** | ***s*** | ***r*** | ***x*** | ***R*** | ***R70*** | ***X*** | ***Z*** |
| **Od - do** | **(m)** | **(mm2)** | **(Ω/km)** | **(Ω/km)** | **(mΩ)** | **(mΩ)** | **(mΩ)** | **(Ω)** |
| TS - KO3 | Cu | 25 | 16 | 1,12 | 0,09 | 27,90 | 34,04 | 2,25 | 0,03 |
| KO3 - RS1 | Cu | 60 | 2,5 | 7,14 | 0,12 | 428,40 | 522,65 | 7,20 | 0,52 |
| RS1 – KO3 | Cu | 60 | 2,5 | 7,14 | 0,12 | 428,40 | 522,65 | 7,20 | 0,52 |
| KO3 - TS | Cu | 25 | 16 | 1,12 | 0,09 | 27,90 | 34,04 | 2,25 | 0,03 |
| Ukupna impedancija utjecaja voda **Zv** (Ω) | | | | | | | | **1,11** | |

Ukupna impedancija petlje za promatrani (najnepovoljniji) strujni krug računa prema dobivenim podacima iz proračuna u projektu trafostanice, a prema izrazu:

*Zs=Ztr+Zm+Zv*

Predmetni strujni krug pretpostavljeno je štićen zaštitnim instalacijskim prekidačem tipa B od 16A.

Prema tablici 4. struja djelovanja navedenog zaštitnog prekidača za vrijeme isključenja t=0,2 s iznosi Ia=85 A.

**Kako je : 1,392 x 85 = 118 V ≤ 230 V**

**traženi uvjet zaštite TN-C-S sistema Zs x Ia ≤ U0  je ispunjen.**

Nakon završetka radova neophodno je izmjeriti vrijednost impedancije petlje kvara Zs za analizirani slučaj i provjeriti ispunjenost uvjeta zaštite TN-C-S sustava.

PROJEKTANT:

Andrej Tomin, mag.ing.el.

# NACRTI