



Projekt je sufinancirala Europska unija
iz Kohezijskog fonda
EUROPSKA UNIJA
Zajedno do fondova EU!



Operativni program
**KONKURENTNOST
I KOHEZIJA**

KNJIGA 3: Zahtjevi naručitelja

Modernizacija tramvajske infrastrukture na području grada Osijeka

FAZA 1 - ELEKTROENERGETSKI PODSUSTAV

TEHNIČKI OPIS, ZAHTJEVI, PROJEKTNI ZADATAK

SADRŽAJ

I.	POSTOJEĆE STANJE	3
II.1.	TRAMVAJSKA MREŽA I VOZILA	3
II.2.	ISPRAVLJAČKE STANICE	3
II.3.	KONTAKTNA MREŽA	5
II.4.	KABELSKA MREŽA	6
III.	NOVO STANJE	7
III.1.	MODERNIZACIJA POSTOJEĆIH I IZGRADNJA NOVE ISPRAVLJAČKE STANICE	7
III.1.1.	SREDNJENAPONSKO POSTROJENJE	7
III.1.2.	ISPRAVLJAČKI TRANSFORMATOR	10
III.1.3.	ISPRAVLJAČ	11
III.1.4.	RAZVOD DC NAPAJANJA	13
III.1.5.	MINUS POLJE POVRATNIH KABELA	23
III.1.6.	OSTALI SUSTAVI	27
III.2.	REKONSTRUKCIJA KABELSKE INFRASTRUKTURE I KONTAKTNE MREŽE	38
III.2.1.	ZAHTJEVI NA ELEKTROENERGETSKE PRILIKE I IZVEDBU KABELSKE MREŽE	38
III.2.2.	ZAHTJEVI NA IZVEDBU KONTAKTNE MREŽE	41
IV.	OSTALO	45
IV.1.	FAZNOST GRADNJE I KOORDINACIJA	45
IV.2.	ZBRINJAVANJE DEMONTIRANE OPREME I OTPADA	46
IV.3.	PROJEKTNI ZADATAK	46
IV.4.	NORME I ZAKONI	46

POSTOJEĆE STANJE

I.1. TRAMVAJSKA MREŽA I VOZILA

Tramvajska mreža Grada Osijeka sastoji se od približno 17,2 km trase, od čega 10 km otpada na dvosmjernu dvokolosiječnu trasu, 2,7 km na jednosmjernu jednokolosiječnu trasu, a 4,5 km na dvosmjernu jednokolosiječnu trasu. Osim navedenog, tramvajsku mrežu Grada Osijeka sačinjava i šest okretišta te spremište tramvaja.

Cjelokupna se tramvajska mreža napaja iz tri ispravljačke stanice na način da ispravljačka stanica Donji Grad napaja 2,4 km dvosmjerne dvokolosiječne trase i jedno okretište, ispravljačka stanica Petra Svačića napaja 4,4 km dvosmjerne jednokolosiječne trase s jednim okretištem, a ispravljačka stanica Gornji Grad napaja 7,6 km dvosmjerne dvokolosiječne i 2,7 km jednosmjerne jednokolosiječne trase te četiri okretišta.

Trenutačno u mreži Grada Osijeka prometuju tri tramvajske linije. Linija 1 prometuje od okretišta Višnjevac II do okretišta na Zelenom polju s maksimalnom frekvencijom od 12 tramvaja po satu u jednom smjeru. Linija 2 prometuje od okretišta Bikara petljom kroz uže središte grada Radićevom i Županijskom ulicom i natrag na okretište Bikara, s maksimalnom frekvencijom od 6 tramvaja po satu. Liniju 3 predstavlja jedan tramvaj koji kruži u najužem centru grada petljom od Trga Ante Starčevića preko Županijske i Radićeve ulice.

Tramvajskom mrežom Grada Osijeka trenutačno prometuje starija generacija tramvaja maksimalne snage 270 kW i maksimalne struje 450 A.

Nazivni napon kontaktne mreže iznosi 660 V DC.

I.2. ISPRAVLJAČKE STANICE

U tramvajskoj mreži Grada Osijeka trenutačno se nalaze tri ispravljačke stanice (IS) i to: IS Gornji Grad, IS Donji Grad te IS Petra Svačića.

IS Petra Svačića sagrađena 2009. godine novije je izvedbe s ugrađenom suvremenom opremom.

Srednjenaponska oprema sačinjena je od kompaktnih distribucijskih sklopnih modula izoliranih SF₆ plinom s rastavnim sklopkama, vakuumskim prekidačima i odgovarajućom zaštitom.

Transformator je tronamotni, snage 2000/1000/1000 kVA, prijenosnog omjera 20(10)/0.518/0.518 kV, grupe spoja Dy11d0 s dodatnim namotom za napajanje vlastite potrošnje 10 kVA, 3x380 V, 50 Hz i zaštitom od preopterećenja putem temperaturnih sondi u niskonaponskim namotima. Transformator je izrađen za 12-pulsni ispravljač u paralelnom spoju.

Ispravljač je 12-pulsni diodni ispravljač u paralelnom spoju s nazivnom strujom 2440 A kategorije opterećenja V (prema HRN EN 60146-1-1:2011 ili jednakovrijedno).

Razvod DC napajanja sastoji se od četiri prekidačka polja od koji je jedno rezervno. Sva polja su opremljena brzim DC prekidačima smještenim na izvlačivim kolicima s

odgovarajućom upravljačkom, signalizacijskom, zaštitnom, mjernom i regulacijskom (u daljnjem tekstu UZ) opremom.

Polje minus razvoda, odnosno polje povratnih kabela, opremljeno je s tri rastavljača povratnih kabela i dvopolnim rastavljačem glavnih plus i minus sabirnica s blokadom upravljanja. Manipulacija svim rastavljačima je ručna. U polju je i oprema za mjerenje struja kako svih povratnih kabela, tako i glavnih plus i minus sabirnica, zajedno s pokaznim instrumentima mjerenja navedenih struja i napona.

Ormar istosmjernog napajanja pomoćnih sustava 60 V i 24 V opremljen je pripadajućim ispravljačima i baterijama koje osiguravaju autonomiju rada USZMR sustava.

Općenito je oprema u IS Petra Svačića gotovo u potpunosti nova i odgovara suvremenim zahtjevima za ispravljačku stanicu.

Tri odvodna istosmjerna polja napajaju segment jednokolosiječne dvosmjerne mreže od okretišta Bikara do križanja Vinkovačke i Gacke ulice ukupne duljine 4,4 km i samo okretište Bikara. Napajani segment mreže podijeljen je u četiri sektora.

IS Gornji Grad i IS Donji Grad izgrađene su sredinom prošlog stoljeća.

Glavna razlika između tih dviju stanica, osim u broju istosmjernih odvodnih prekidačkih polja, jest u broju transformatora. U IS Gornji Grad nalazi se jedan transformator snage 2200 kVA koji napaja dva 6-pulsna ispravljača nazivne struje 1500 A, a u IS Donji Grad dva transformatora snage 1100 kVA koji napajaju četiri 6-pulsna ispravljača nazivne struje 750 A.

Osim transformatora, sva ostala energetska oprema u obje stanice je proizvođača ČKD iz Praga. Navedena oprema osim što je dotrajala ujedno je i tehnološki zastarjela što uzrokuje otežano održavanje i dobavu rezervnih dijelova.

Obje ispravljačke stanice IS Donji Grad i IS Gornji Grad, po pitanju dotrajalosti i tehnološke zastarjelosti cjelokupne opreme predviđene su za kompletnu revitalizaciju odnosno zamjenu postojeće opreme novom istih ili boljih tehničkih karakteristika poštujući sve suvremene ekološke standarde i vodeći računa o energetskej efikasnosti cijelog postrojenja.

Ispravljačka stanica Donji Grad sadrži tri prekidačka polja proizvođača ČKD od kojih je jedno rezervno. Preostala dva odvodna istosmjerna polja napajaju segment dvokolosiječne dvosmjerne mreže od okretišta Zeleno polje do Remize ukupne duljine 2,4 km kao i samo okretište Zeleno polje, a napajani segment podijeljen je u dva sektora.

U ispravljačkoj stanici Gornji Grad uz tri prekidačka odvodna polja proizvođača ČKD dograđena su i tri nova prekidačka odvodna polja s trolnim DC prekidačima nazivne struje 4000 A i trolnim *bypass* istosmjernim prekidačima nazivne struje 1250 A. Međutim, dograđeni prekidači nisu primjereni namijenjenoj funkciji prekidanja radne, a pogotovo kratkospojne struje u DC sustavima vuče. Jedno prekidačko odvodno polje je rezervno. Preostalih pet prekidačkih odvodnih polja napajaju segment mreže sačinjen od 7,6 km dvosmjerne dvokolosiječne i 2,7 km jednosmjerne jednokolosiječne mreže te okretišta Višnjevac I i II, Mačkamama i Podgrađe. Navedeni segment kontaktne mreže podijeljen je u devet sektora.

I.3. KONTAKTNA MREŽA

Temeljem dokumenta "Analiza stanja tramvajskog kontaktnog voda na mreži GPP-a Osijek" kojeg je izradio Građevinski fakultet iz Zagreba u prosincu 2016. god. napravljene su analize provjesa, poligonacije i istrošenosti kontaktnog vodiča, vibracija na pantografu i ispitivanje stupova kontaktne mreže duž tramvajske trase u cilju procjene njihova stanja te eventualne potrebe za regeneracijom na čitavoj tramvajskoj mreži ukupne duljine 27,5 km. Ispitivanjem je obuhvaćeno 1214 prihvatnih mjesta kontaktne mreže. Od ukupnog broja prihvatnih mjesta kontaktne mreže na tramvajskoj mreži GPP-a Osijek, najzastupljeniji način pričvršćenja ovjesa kontaktnog vodiča je pričvršćenje za stupove (1073 kom), te pričvršćenja na zgrade (112 kom).

Prema načinu korištenja stupa, stupovi se dijele na zajedničke s javnom rasvjetom (698 kom), te na same stupove kontaktne mreže (375 kom). Ostali načini prijvata ovjesa kontaktnog vodiča (29 kom) uključuju prijvate na stupove nadvožnjaka i slično.

Rezultati ove analize pokazali su da je nužno potrebno ujednačavanje provjesa na pojedinim dionicama zbog prevelikog osciliranja i radi podizanja kontaktnog vodiča koji se nalazi ispod dopuštene minimalne visine.

Također je utvrđeno da kontaktni vodič zbog lošeg ovjesa i pričvršćenja uzrokuje visoke vibracije, a posebice na mjestima sekcioniranja.

Poligonacija kontaktnog vodiča je dominantno na desnoj strani pantografa i neophodna je njegova korekcija. Osim toga na pojedinim mjestima poligonacija je veća od dopuštenih ± 30 cm.

Analiza je pokazala da je 20% stupova u lošem stanju i zahtjeva hitnu izmjenu, a narednih 32% stupova je u "srednje" lošem stanju, odnosno potrebno je predvidjeti njihovu izmjenu u narednih pet godina.

I.4. KABELSKA MREŽA

Sektori kontaktne tramvajske mreže u dužini od 600 do 800 metara napajaju se jednožilnim kabelima iz najbliže ispravljačke stanice. Korišteni kabeli su uglavnom tipa Cu XP48 ili PP48 1x300 ili 1x500 mm². Jedan kraj napojnog kabela spojen je u ispravljačkoj stanici, na brzi prekidač u istosmjernoj ćeliji, a drugi kraj završava na mrežnom rastavljaču montiranom na stupu TKM. Povratni kabeli su spojeni na minus sabirnice u istoj ispravljačkoj stanici a drugi kraj završava na tramvajskoj tračnici u blizini napojne točke.

Napojni i povratni kabeli položeni su direktno u zemljani rov ili u kabelsku kanalizaciju na dubini od otprilike 80 cm.

II. NOVO STANJE

Cilj modernizacije tramvajske infrastrukture Grada Osijeka jest osigurati kvalitetne elektroenergetske prilike za suvremene tramvaje snage do maksimalno 630 kW i maksimalne struje 1070 A.

Modernizacija obuhvaća segmente tramvajske mreže napajane iz postojećih stanica Gornji grad i Donji grad, a uključuje modernizaciju ispravljačkih stanica Gornji grad i Donji grad, izgradnju nove ispravljačke stanice na segmentu mreže između Podgrađa i Višnjevca, te rekonstrukciju kabelaške infrastrukture i kontaktne mreže.

II.1. MODERNIZACIJA POSTOJEĆIH I IZGRADNJA NOVE ISPRAVLJAČKE STANICE

U sklopu modernizacije tramvajske infrastrukture Grada Osijeka obavezna je sveobuhvatna modernizacija postojećih ispravljačkih stanica Gornji grad i Donji grad. Na segmentu mreže između Podgrađa i Višnjevca neophodna je izgradnja nove ispravljačke stanice. Oprema opisana u ovom poglavlju mora biti obuhvaćena modernizacijom postojećih i izgradnjom nove ispravljačke stanice.

II.1.1. SREDNJENAPONSKO POSTROJENJE

Modernizacije tramvajske infrastruktura izazvat će i promjene na priključcima ispravljačkih stanica na srednjenaponsku (SN) elektroenergetsku mrežu zbog očekivanog povećanja angažirane snage te izgradnje jedne nove i rekonstrukcije dvije postojeće ispravljačke stanice zbog čega se mora zatražiti elektroenergetska suglasnost i Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja (EOTRP). Prema važećim propisima u RH, SN priključni kabeli i dijelovi SN postrojenja u ispravljačkim stanicama moraju biti u vlasništvu operatora distribucijskog sustava (HEP ODS - Elektroslavonija Osijek).

Nova ispravljačka stanica će se priključiti na SN mrežu prema uvjetima iz elektroenergetske suglasnosti definirane po operatoru distribucijskog sustava (Elektroslavonija Osijek).

Napajanje vlastite potrošnje bit će izvedeno sa četvrtog namota ispravljačkog transformatora ili s transformatora vlastite potrošnje. U slučaju servisiranja srednjenaponskog postrojenja ili ispravljačkog transformatora napajanje vlastite potrošnje treba predvidjeti niskonaponskim dovodom s najbliže TS 10(20)/0,4 kV koju odredi Elektroslavonija.

Dio postrojenja u ispravljačkim stanicama koji pripada operatoru distribucijskog sustava (Elektroslavonija) uobičajeno obuhvaća dva vodna polja, spojno i mjerno polje, te mjerni ormarić s brojilom.

Operator distribucijskog sustava (Elektroslavonija) dobavlja i ugrađuje svoj dio postrojenja, a troškove istog snosi Investitor.

Novo SN postrojenje treba biti sastavljeno od kompaktnih sklopnih blokova izoliranih SF₆ plinom (RMU – Ring Main Unit).

Zahtijevani nazivni napon postrojenja je 24 kV i nazivna struja 630 A.

Transformatorska polja moraju biti opremljena vakuumskim prekidačem nazivne struje 630 A i prekidne moći 16 kA s kratkotrajnom podnosivom strujom od 16 kA u trajanju od 1 s.

Vodna polja trebaju biti opremljena sklopkama nazivne struje 630 A, a spojno polje prekidačem nazivne struje 630 A.

Sva polja moraju imati mogućnost uzemljenja putem zemljospojnika.

Svi sklopovi i elementi glavnog strujnog puta svakog od blokova smješteni su u zajedničkom plinonepropusnom kućištu od čeličnog lima, te su međusobno i prema kućištu izolirani plinom SF₆.

Svi sklopni elementi postrojenja motorno su upravljani pomoćnim istosmjernim naponom, 110 V DC, ±15%. Osim motornog upravljanja mora postojati i mogućnost ručnog upravljanja svim sklopnim uređajima SN postrojenja. Upravljanje elementima postrojenja vrši se s prednje strane istog.

Ispravljač mora biti zaštićen od prenapona, preopterećenja i kratkih spojeva izvana zaštitnim relejima prekidača na srednjonaponskoj strani ispravljačkog transformatora. Obavezni su indikatori napona u svim fazama svih sklopnih blokova, kako na kabelskim odvodima, tako i na spojevima na sabirnice.

Svaki od sklopnih blokova obavezno treba imati onemogućenu krivu manipulaciju sklopnim uređajima, ostvarenu putem mehaničkih blokada i načina upravljanja.

Sredjenaponsko postrojenje sačinjeno je od dijela operatora distribucijskog sustava (Elektroslavonije) i od dijela GPP-a, pri čemu prostor sa SN postrojenjem za operatora distribucijskog sustava (Elektroslavonija) treba imati zaseban ulaz i biti fizički odvojen žičanom ogradom ili zidom od ostatka ispravljačke stanice.

Dio postrojenja koji pripada operatoru distribucijskog sustava (Elektroslavonija) obuhvaća dva vodna polja, spojno i mjerno polje, te mjerni ormarić s brojilom.

S obzirom da se dijelovi SN postrojenja koji pripadaju GPP-u i Elektroslavoniji mogu biti od dva različita proizvođača neophodno je predvidjeti po jedno dodatno vodno polje u svakom od navedenih postrojenja, a u svrhu povezivanja istih na način da s jednim vodnim poljem završava dio postrojenja Elektroslavonije, a s drugim vodnim poljem počinje dio postrojenja GPP-a.

Obavezno je predvidjeti opremu i radove za povezivanje na vodno polje operatora distribucijskog sustava (Elektroslavonija). Granica isporuke Izvođača završava na ulaznim rednim stezaljkama ili sabirnicama (ovisno o načinu priključenja).

Glavne tehničke karakteristike:

KARAKTERISTIKE POSTROJENJA	
NAZIVNI NAPON POSTROJENJA [kV]	24
NAZIVNA STRUJA POSTROJENJA [A]	630
SAČINJENO OD KOMPAKTNIH SKLOPNIH (RMU) BLOKOVA	DA
SREDSTVO IZOLACIJE ELEMENATA UNUTAR POLJA(KUĆIŠTA) [PLIN SF ₆ /ZRAK]	PLIN SF ₆

INDIKATORI NAPONA U SVIM FAZAMA SKLOPNIH BLOKOVA NA KABELSKIM ODVODIMA I NA SPOJEVIMA NA SABIRNICE	DA
ONEMOGUĆENA KRIVA MANIPULACIJA SKLOPNIM UREĐAJIMA OSTAVRENA MEHANIČKIM I ELEKTRIČNIM BLOKADAMA I NAČINOM UPRAVLJANJA	DA
KARAKTERISTIKE TRANSFORMATORSKOG POLJA	
UGRAĐEN VAKUUMSKI PREKIDAČ	DA
NAZIVNA STRUJA PREKIDAČA [A]	630
PREKIDNA MOĆ PREKIDAČA [kA]	16
KRATKOTRAJNA PODNOSIVA STRUJA PREKIDAČA U TRAJANJU 1s [kA]	16
UZEMLJENJE PUTEV ZEMLJOSPOJNIKA	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA [VDC]	48
MOGUĆNOST RUČNOG UPRAVLJANJA	DA
UGRAĐN ELEKTRONIČKI RELEJ ZAŠTITE TRANSFORMATORA	DA
POLJE OPREMLJENO ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE I SIGNALIZACIJU	DA
KARAKTERISTIKE SPOJNOG POLJA	
UGRAĐEN PREKIDAČ	DA
NAZIVNA STRUJA PREKIDAČA [A]	630
UZEMLJENJE PUTEV ZEMLJOSPOJNIKA	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA [VDC]	48
MOGUĆNOST RUČNOG UPRAVLJANJA	DA
POLJE OPREMLJENO ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE I SIGNALIZACIJU	DA
KARAKTERISTIKE VODNOG POLJA	
UGRAĐENA SKLOPKA	DA
NAZIVNA STRUJA SKLOPKE [A]	630
UZEMLJENJE PUTEV ZEMLJOSPOJNIKA	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA [VDC]	48
MOGUĆNOST RUČNOG UPRAVLJANJA	DA
POLJE OPREMLJENO ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE I SIGNALIZACIJU	DA
TROPOLNA RASTAVNA SKLOPKA KLASSE ELEKTRIČNE TRAJNOSTI E3	DA
KONSTRUKCIJA	
MATERIJAL KUĆIŠTA	ČELIK
SREDSTVO IZOLACIJE ELEMENATA UNUTAR POLJA/KUĆIŠTA [PLIN SF6/ZRAK]	PLIN SF6
PREDGOTOVLJENO BOČNO SPAJANJE POJEDINIH POLJA	DA
NORMA	HRN EN 62271-1 ili jednakovrijedno

II.1.2. ISPRAVLJAČKI TRANSFORMATOR

Trenutno u tramvajskoj mreži Grada Osijeka se nalaze tri ispravljačke stanice (IS) i to: IS Gornji Grad, IS Donji Grad te IS Petra Svačića.

IS Petra Svačića sagrađena 2009. godine novije je izvedbe s ugrađenom suvremenom opremom.

Srednjenaponska oprema sačinjena je od kompaktnih distribucijskih sklopnih modula izoliranih SF₆ plinom s rastavnim sklopkama, vakuumskim prekidačima i odgovarajućom zaštitom.

Transformator je tronamotni, snage 2000/1000/1000 kVA, prijenosnog omjera 20(10)/0.518/0.518 kV, grupe spoja Dy11d0 s dodatnim namotom za napajanje vlastite potrošnje 10 kVA, 3x380 V, 50 Hz i zaštitom od preopterećenja putem temperaturnih sonde u niskonaponskim namotima.

Novi ispravljački transformatori trebaju biti tronamotni ili četveronamotni, trofazni, suhi, transformator namijenjen napajanju diodnog ispravljača u paralelnom spoju.

U svrhu unifikacije transformatora i osiguravanja rezerve u slučaju kvara za sve ispravljačke stanice, a kako transformator u IS Petra Svačića nije predviđen za zamjenu, neophodno je nabaviti transformatore jednakovrijedne već ugrađenom u toj istoj. Jednakovrijednost je potrebno ostvariti na način da je moguća ugradnja bilo kojeg transformatora u bilo koju ispravljačku stanicu bez ikakvih dodatnih dogradnji i radova. U slučaju isporuke drugačijih transformatora od onoga u ID Petra Svačića, onda je potrebno zamijeniti i transformator u IS Petra Svačića takvim transformatorom.

Navedeni je transformator nazivne snage 2000/1000/1000 kVA s prijenosnim omjerom 10(20)/0,518/0,518 kV, 50 Hz i grupom spoja Dy11d0, te opsegom regulacije $\pm 2 \times 2,5\%$.

Naručitelj zahtijeva transformator s što nižim gubitcima i što nižim naponom kratkog spoja.

Napon kratkog spoja transformatora ne smije preći 9%, a gubici praznog hoda ne smiju preći 7 kW, a gubici u opterećenju 23 kW kod 120 % opterećenja. Buka mora biti manja od 70 dB jer se transformatori postavljaju u gradsko područje. Vanjska buka (van ispravljačke stanice) mora biti manja od 45 dB u noćnom režimu sukladno važećim propisima. Transformator mora biti preklopiv s 20 kV na 10 kV, mora moći izdržati opterećenje 100% trajno a 150% u vremenu od 2 h, te 200% u vremenu od 1 minute. Transformator mora biti izveden u skladu s normom HRN EN 60076-11: 2008 ili jednakovrijednom.

Ispravljački transformator za napajanje mora biti takav da osigura prigušenje povratne struje.

Zaštita transformatora mora biti izvedena na način da osigura efikasnu zaštitu i SN i NN namota te biti povezana sa SCADA sustavom.

Hlađenje treba izvesti prirodnom cirkulacijom zraka ukoliko je moguće i za tu namjenu predvidjeti na vanjskom zidu svake ispravljačke stanice odgovarajuće otvore za prozračivanje. Ukoliko je potrebno mehaničko provjetranje, svaka oprema za

provjetranje treba biti spojena na SCADA sustav. Izvođač svojim proračunima pokazuje potrebu ugradnje mehaničke ventilacije ili samo prirodne ventilacije. Proračune treba izvesti ovlaštena osoba odgovarajuće struke.

U ispravljačku stanicu Donji grad, kao i u novu ispravljačku stanicu, predviđena je ugradnja jednog ispravljačkog transformatora gore navedenih karakteristika, dok se u ispravljačku stanicu Gornji grad predviđa ugradnja dva ispravljačka transformatora navedenih karakteristika, kako zbog predvidive povećane potrošnje navedene stanice, tako i zbog ostvarenja mogućnosti rezervnog transformatora za ostale ispravljačke stanice tramvajske mreže Grada Osijeka.

II.1.3. ISPRAVLJAČ

Ispravljač mora biti, s ulaznim naponom 518 VAC i izlaznim naponom 660 VDC pri nazivnoj trajno podnosivoj struji 3000 A i temperaturi okoline 40°C.

Ispravljački transformator za napajanje mora biti takve izvedbe da bude bez potrebe za opremom za filtriranje napona. Izvedba transformatora treba biti sukladno normama HRN EN 60146, HRN EN 50328, HRN EN 50123 ili jednakovrijednim.

Oprema ispravljača treba biti konstruirana za unutarnju upotrebu i montirana za samostalno hlađenje zrakom u samostojećem ormaru čija prednja, stražnja i bočne stranice zadovoljavaju zaštitnu klasu IP2X. Donja i gornja strana ormara ispravljača treba biti otvorena zbog zahtijevanog strujanja zraka. Okvir ormara treba biti napravljen od pocinčanih laganih čeličnih profila pričvršćenih vijcima. Ormar ispravljača potrebno je montirati tako da je izoliran od zemlje i zaštićen od zemljospoja.

Izvedbu ispravljača potrebno temeljiti na paralelnom spoju dva obična 6-pulsna mosta, tako da se svaki 6-pulsni most sastoji od dvije (2) paralelne diode. Električni krug spojiti u konfiguraciju dvostrukog punovalnog mosta za dobivanje 12-pulsnog istosmjernog izlaznog napona. Pomoću faznog pomaka od 30° (električkih) između dva sekundarna izmjenična sustava postignuti 12-pulsno ispravljanje. Prednost ima ispravljač s 12-pulsnim ispravljanjem zbog manje izolacije, manje dimenzije, manjeg grijanja i boljih svojstava.

Najmanji broj dioda za ispravljače s 12-pulsnom karakteristikom mora biti 12, pri čemu dvije gornje diode (katode) i dvije donje diode (anode) uvijek vode istosmjernu struju paralelno (fazno pomaknutu sukladno sustavu napajanje). U ovoj izvedbi svaki energetski blok spaja se na jednu fazu svakog od dva sustava napajanja koja ima jednaki indeks. To znači da je svaki blok opremljen s dva odvojena izmjenična izvoda. Jedan energetski blok spojen je na prvi trofazni sustav napona i drugi trofazni sustav napona ispravljačkog transformatora. Ovakva izvedba smanjuje potrebu za izolacijom unutar energetskog bloka na minimum zato što je rezultirajuća naponska razlika niža nego kod spajanja dvije faze s faznim pomakom od 120°. Ovakva izvedba realizira se korištenjem energetskih blokova.

Struju kratkog spoja za svaki ispravljač treba ograničiti na maksimalnu vrijednost od 60 kA (150 ms) za rad s četiri paralelne diode.

Opcionalno diode trebaju biti u obliku diska a moraju biti smještene između zrakom hlađenih odvodnika topline koji imaju odgovarajuće karakteristike disipacije topline.

Unutarnji priključci napajanja ispravljača trebaju biti izvedeni sa bakrenim sabirnicama. U seriji sa svakom diodom, pričvršćenom na odgovarajuću okvir energetske bloka, spojiti osigurače za ograničenje struje. Pravilnim rasporedom ulaznih i izlaznih sabirnica mora se postići uravnoteženje struje.

Diode ispravljača trebaju biti zaštićene od prenapona, struje kratkog spoja i preopterećenja.

Svaki od osigurača moraju nadzirati mikroprekidači s minimalno dva kontakta. Ispad bilo kojeg osigurača unutar ispravljačkog modula mora rezultirati trenutnim okidnim signalom za SN prekidač koji isključuje cijelu ispravljačku jedinicu od izvora napajanja. Osigurači trebaju biti izvedeni tako da zaštite ispravljač u slučaju unutarnjih ispada (ispad diode). Zaštitu protiv vanjskih preopterećenja potrebno je izvesti pomoću zaštitnih releja.

Svaki ispravljački modul treba biti opremljen s montiranim uređajem za prigušenje za 12-pulsni rad, spojenim na izmjeničnu i istosmjernu stranu ispravljačkog modula.

Ormar ispravljača potrebno je montirati tako da je izoliran od zemlje.

Ispravljač mora biti zaštićen od preopterećenja i kratkih spojeva izvana zaštitnim relejima prekidača na srednjenaponskoj strani ispravljačkog transformatora.

Ispravljač treba biti izveden za unutarnji pogon i treba biti zaštićen od vlage i onečišćenja. U ispravljačku stanicu Donji grad, kao i u novu ispravljačku stanicu, predviđena je ugradnja jednog ispravljača gore navedenih karakteristika, dok se u ispravljačku stanicu Gornji grad predviđa ugradnja dva ispravljača navedenih karakteristika, kako zbog predviđene povećane potrošnje, odnosno većeg konzumnog opterećenja navedene stanice, tako i zbog ostvarenja mogućnosti rezervnog ispravljača za ostale ispravljačke stanice tramvajske mreže Grada Osijeka.

II.1.4. RAZVOD DC NAPAJANJA

Plus razvod DC napajanja mora biti izveden metalom oklopljenim sklopnim blokovima s brzim istosmjernim prekidačima (HSCB - High Speed Circuit Breaker) smještenim na izvlačivim kolicima. Sklopni blokovi moraju imati zasebne odjeljke za smještaj sabirnica, prekidača i pripadne opreme, kabelaških priključaka te upravljačkog dijela. Navedeni sklopni blokovi osim glavnih moraju sadržavati i pomoćne sabirnice spojene motorski, upravljanim bypass rastavljačem, motorski upravljani odvodni rastavljač te zemljospojnik. Blokade moraju onemogućiti nedopuštene manipulacije svim sklopnim uređajima bloka.

Sklopni blok vodnog polja s prekidačem mora biti takve konstrukcijske izvedbe da omogući produžetak postrojenja bočnim spajanjem sa sklopnim blokom vodnog polja s prekidačem s jedne ili obje strane i ispravljačem s druge bočne strane.

Namjena DC sklopnog postrojenja je distribucija vučnog napona prema svim priključenim pojnim sekcijama kontaktne mreže s funkcijom zaštite (prenaponska, prekostrujna, di/dt, automatsko ponovno uključivanje itd.).

DC sklopno postrojenje treba biti izvedeno u zatvorenom metalnom kućištu, modularno prema traženom broju polja, te tvornički ispitano u radnim uvjetima. Testiranje se izvodi sukladno HRN EN 50123-6 / IEC 61992-6 ili jednakovrijednoj normi. DC sklopno postrojenje mora se izvesti za uporabu u zatvorenom prostoru s prirodnim hlađenjem.

Zaštitu pojnih polja (ćelija) treba izvesti se ograničenjem struje pomoću brzih strujnih sklopki (karakteristike H/L/B) u kombinaciji s digitalnom zaštitom i kontrolnim uređajima. Komunikacija između uređaja izvesti s putem standardnih otvorenih komunikacijskog protokola. Centralni programabilni kontroler (PLC) s dodirnim panelom treba se nalaziti na upravljačkom panelu.

Kontrolna funkcija svih prespojnih (bypass) rastavljača treba biti na centralnom kontroleru (PLC) uz zasebne komunikacijske module u svakom pojnom polju (feeder ćeliji) i prespojnom polju, a u cilju omogućavanja upravljanja relevantnim prespojnim rastavljačem i u slučaju greške na pojedinom upravljačkom panelu/komunikaciji svakog zasebnog pojnog polja (feeder ćeliji).

Izvedba treba uključiti izolaciju kućišta s nadzornim elementima zaštite od kratkog spoja prema kućištu (shunt), također nadzirano od strane kontrolera (PLC).

Kućište sklopnog postrojenja treba biti od čeličog okvira i lima uredne čvrstoće. U svrhu zaštite od korozije svi metalni dijelovi moraju biti ili obojani ili vruće pocinčani.

Na vrhu polja stranice trebaju biti prekrivene perforiranim čeličnim limom (IP20) zbog hlađenja. Na dnu ormar treba biti otvoren za potrebe kabliranja. Svim bitnim komponentama mora se pristupiti s prednje strane (ožičenje), stoga se paneli/ormari mogu ugraditi i na zid u slučaju potrebe.

DC sklopno postrojenje treba biti izvedeno s glavnom sabirnicom i dodatnom prespojnom sabirnicom (od čistog bakra). Također treba biti i izvedena i (-) negativna sabirnica za potrebe mjerenja i održavanja.

Zemni spoj (uzemljenje) između panela i zaštitnog elementa okvira izvesti s bakrenom sabirnicom koja je osigurana od kratkog spoja. Dimenzije bakrenih sabirnica određuje proizvođač opreme sukladno važećim normama.

Preporuča se da prednja strana sklopnog ormara bude podijeljena na gornji i donji dio s vratima zbog održavanja.

Naručitelj daje prednost izvlačivoj izvedbi u konektorskoj izvedbi zbog lakšeg održavanja.

Izvedba treba biti u skladu se HRN EN 50123-6 ili jednakovrijednoj normi te važećim važećim IEC normama ili jednakovrijednim. Pri odabiru opreme i tehničkih rješenja za konstrukciju ispravljača i istosmjernog rasklopnog postrojenja potrebno je primjenjivati slijedeće norme ili jednakovrijedne njima:

- HRN EN 50122-1
- HRN EN 50123-1
- HRN EN 50123-2
- HRN EN 50123-3
- HRN EN 50123-5
- HRN EN 50123-6
- HRN EN 50123-7
- HRN EN 50124-1
- HRN EN 50163
- HRN EN 50110

Uzemljenje ispravljačke stanice kao i ugrađenih komponenata treba biti u skladu s HRN EN 50123 ili jednakovrijednoj normi.

Signali daljinskog upravljanja (alarmi, okidni signali, naredbe za uklapanje, indikacija položaja, mjerne vrijednosti itd.) trebaju biti ožičeni prema/iz priključnih ploča koje se nalaze u upravljačkom (niskonaponskom) odjeljku u dijelu istosmjernog pozitivnog i negativnog razvodnog ormara.

Priključne ploče u ovom slučaju djeluju kao sučelje za bilo kakvo spajanje iz i prema SCADA sustavu.

Izmjena signala daljinskog upravljanja može se također ostvariti na digitalnoj bazi. U tom slučaju releji trebaju biti opremljeni digitalnim sučeljem za standardni protokol da bi se ostvario direktni spoj na SCADA-u. Odgovarajuću programsku podršku uz standardni protokol izrađuje isporučitelj SCADA sustava.

Oprema treba odgovarati primjeni u uvjetima okoline u sljedećim uvjetima:

temperature okoline 0°C to +40° C (s prosječnom dnevnom temperaturom tijekom 24 sata koja ne prelazi 35°C).

Relativna vlažnost od 90% maksimalno pri 30°C.

Visina <1000m.

Okolni zrak zagađen prisustvom pravovremene vodljive prašine.

Vibracije uzrokovane prolaskom vozila.

Ručni prijenosni radio odašiljač/prijamnik može se koristiti u blizini opreme.

Izvođač je dužan planirati i stvoriti adekvatne uvjete za ispravan rad opreme (temperatura, vlaga, kondenzacija i slično).

Za jasnu identifikaciju potrebno je označiti svu opremu, kabele, a za spojeve upravljačkog ožičenja svaki vodič treba biti opremljen adekvatnom trajnom oznakom. U postrojenju ugraditi pomoćni sustav istosmjernog napajanja sa sljedećim ili sličnim karakteristikama:

- Nazivni pomoćni istosmjerni napon (pogon, zaštita): 110 V
- Nazivni pomoćni istosmjerni napon (upravljanje): 24 V
- Nazivni pomoćni izmjenični napon: 230 V; 50 Hz

Rasklopno postrojenje treba imati vidljivo i jasno prikazano na grafičkom pokazniku raspored sabirnica i upravljačke tipke za lokalni pogon brzog prekidača zajedno s indikacijom položaja za brzi prekidač.

Položaj rastavljača montiranih u rastavljačkom ormaru treba biti prikazan indikatorom položaja pričvršćenim na prednjim vratima. Rad rastavljača mora biti omogućen preko tipke UKLJUČENO/ ISKLJUČENO.

Vrijednosti struje vodova brzog prekidača treba biti prikazana na pokazniku i preko posebnih pokaznika za direktno očitavanje vrijednosti. Mjerne vrijednosti ispravljačkog i prekidačkih ormara trebaju se prikazivati na pokaznicima pričvršćenim na prednja vrata.

Istosmjerno rasklopno postrojenje kao i ispravljački ormar trebaju biti metalno oklopljeno, djelomično pregrađeno rasklopno postrojenje prema HRN EN 50123-6 ili jednakovrijednoj normi. Izvedba treba biti u skladu s HRN EN 50123 i HRN EN 60439 ili jednakovrijednim normama.

Rasklopno postrojenje treba biti sastavljeno tako da tvori krutu samostojeću konstrukciju s klasom zaštite minimalno IP20 na prednjim, stražnjim i bočnim zidovima s otvorenim gornjim i donjim dijelom.

Za kompletan raspored rasklopne opreme, ormari trebaju biti međusobno odvojeni pomoću nezapaljivih prozirnih izolacijskih limova.

Prednja vrata trebaju biti izrađena od čeličnih limova te moraju biti opskrbljena s mehaničkim mehanizmom za zaključavanje s bravom.

Čelične obloge i čelične ploče moraju biti tretirane protiv korozije prije nanošenja izdržljive sintetičke lak obloge. Boju definira Naručitelj u toku izgradnje postrojenja.

Kabelski ulaz za svaki tip kabela (energetski kablovi i vanjski upravljački kablovi) mora biti s donje strane. Energetski kablovi trebaju biti mehanički rasterećeni pri ulasku u razdjelni ormar. Upravljačko ožičenje treba biti učvršćeno pomoću odgovarajućih spojnika.

Mehaničko povezivanje između različitih ormara treba biti izvedeno tako da oblikuje čvrsti uzemljeni vod izrađen od bakra odgovarajućeg presjeka. Negativni povratni potencijal treba biti podržan za svaki ormar putem zasebne i izolirane sabirnice izrađene od bakra odgovarajuće površine.

Sve sabirnice trebaju biti izrađene od čistog bakra i treba biti odijeljene po svakom ormaru.

Svi rasklopni uređaji trebaju biti opremljeni dovoljnim brojem pomoćnih kontakata za podršku lokalnog i daljinskog upozoravanja kao i blokiranja.

Cijelo istosmjerno rasklopno postrojenje i ispravljačku jedinicu potrebno je pripremiti tako da podržavaju tzv. paralelno SCADA sučelje preko plivajućih kontakata za

indikaciju položaja i alarma i preko beznaponskih releja (nazivni napon 24 V DC) za daljinsko upravljanje

Rastavljači moraju biti električki blokirani (zabavljeni) tako da se jedino niže navedena sekvenca prekidanja/ rastavljanja može izvršiti:

Rastavljač povratne linije (-) je u ON položaju ;

ili je u OFF položaju (ovo je moguće jedino kada je rastavljač pojne linije (+) u OFF (=otvoreno) položaju.

Srednje-naponski prekidač je u ON položaju ;

Ili je u OFF položaju (ovo je moguće jedino kada je rastavljač pojne linije (+) postavljen u određeni položaj.

Rastavljač pojne linije (+) je u ON položaju ;

Ili je u OFF (=otvoreno) položaju (ovo je moguće jedino kada je srednje-naponski prekidač postavljen u OFF (=otvoreno) položaj dok je rastavljač povratne linije (-) je u ON (zatvoreno) položaju.

Naručitelj zbog održavanja preferira modul brzog prekidača koji se sastoji od stacionarnog (fiksno) i mobilnog (izvlačivo) dijela.

Mjerenje struje i napona treba biti prema sljedećem:

- voltmetar za pozitivnu sabirnicu u istosmjernom rasklopnom postrojenju montiran u ormaru pozitivnog razvoda za mjerenje napona do 1000 V prema maksimalnom dopuštenom U_{max2} iz HRN EN 50163 ili jednakovrijedan
- ampermetar za mjerenje ukupne povratne istosmjerne struje ispravljača montiran u ormaru negativnog razvoda
- ampermetri za pokazivanje toka struje u kablovima negativne povratne linije povezanim na negativnu sabirnicu
- jedno mjesto mjerenja struje za svaki ormar energetske linije (pozitivna struja)

Svaki ormar treba biti opremljen regulatorima i uređajima za grijanje za održavanje unutarnje zahtjevane mikroklimе.

Pogon rasklopnog postrojenja, održavanje i aktivnosti u blizini dijelova pod naponom rasklopne opreme treba biti u skladu s HRN EN 50110 ili jednakovrijednoj normi.

Montiranje rasklopne opreme, dimenzije građevina i tipove prostorija trebaju biti u skladu s HRN EN 61936-1:2012 i HRN EN 50522:2012. ili jednakovrijednim normama

Stupanj zaštite kućišta rasklopnog postrojenja mora biti u skladu s HRN EN 50123-6 i HRN EN60529 ili jednakovrijednim normama.

Svaki ormar s brzom sklopkom treba biti opremljen digitalnim zaštitnim i upravljačkim relejom koji sadržava sve zaštitne i upravljačke funkcije. Dodatno s relejima treba biti dostavljeni svi potrebni uređaji za upravljanje brzim prekidačem. Digitalni pokaznik također treba pokazivati mjerene strujne i naponske vrijednosti uz poseban ampermetar i voltmetar. Releji moraju biti opremljeni sklopkom za odabir daljinskog/lokalnog rada. Na ormaru s brzom sklopkom trebaju biti ugrađene izborničke tipke za lokalno očitavanje informacija ili odabir parametara s integriranom alarmnom pločom u LED izvedbi te sa sučeljem za računalo. Mora biti minimalno moguće isprogramirati sljedeće zaštitne funkcije:

- zaštita od porasta struje
- zaštita od preopterećenja voznog voda i napojnih kabela
- prekostrujna vremenska zaštita napojnog dijela

- nadzor izolacije kabela (dvokabelski sustav)
- Digitalni releji za upravljanje i zaštitu trebaju imati minimalno sljedeće funkcije:
- Prekostrujna zaštita
- Zaštita od brzine porasta struje
- Zaštita od preopterećenja
- Ispitivanje linije
- APU
- Kontrola prekidača
- Pomoć pri održavanju
- Kontrola izolacije

Kod ormara negativnog razvoda predvidjeti minimalno relej za zaštitu od zemljospoja, relej za nadzor napona, mjernu opremu za lokalno i daljinsko očitavanje, odvodnik prenapona 1 kV.

Sustav nadzora s nadzornim panelom treba osigurati centralni nadzor i upravljanje svih priključenih i upravljivih uređaja/ćelija srednje i niskonaponskog postrojenja, s transformatorskim i ispravljačkim panelom, te pomoćnim NN poljem.

Za prikaz jednopolne sheme priključene opreme uz mogućnost direktnog upravljanja. Izgled grafičkog sučelja potrebno je usuglasiti s Naručiteljem.

Norme primjenjive na ovu opremu su:

- HRN EN 50123-6
- HRN EN 50123-1
- HRN EN 60439-1
- HRN EN 50124-1
- HRN EN 50163
- HRN EN 60529

ili jednakovrijedne.

Broj vodnih polja u pojedinoj ispravljačkoj stanici mora biti u skladu s brojem sektora koje dotična stanica napaja, a što će biti rezultat rješenja koje će zadovoljiti zahtijevane elektroenergetske prilike. Detaljni zahtjevi dati su u dijelu o rekonstrukciji kabelske infrastrukture i kontaktne mreže.

Glavne tehničke karakteristike:

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SKLOPNOG BLOKA	
NOMINALNI NAPON U_n [VDC]	750
NAZIVNA STRUJA GLAVNIH SABIRNICA [ADC]	4000
UGRAĐENE POMOĆNE SABIRNICE	DA
NAZIVNA STRUJA POMOĆNIH SABIRNICA [ADC]	2500
NAZIVNA STRUJA ODVODA [ADC]	2500
NAZIVNA OČEKIVANA STACIONARNA STRUJA KRATKOG SPOJA I_{Nss} [kA]	50
VRŠNA VRIJEDNOST OČEKIVANE STRUJE KRATKOG SPOJA \hat{I}_{Nss} [kA]	70
VODNO POLJE MOŽE VRŠITI ULOGU REZERVNOG	DA

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE PREKIDAČA	
NAZIVNA STRUJA PREKIDAČA [ADC]	2500
UNUTAR PREKIDAČA UGRAĐENA KRATKOSPOJNA ZAŠTITA	DA

UGRAĐEN KONDENZATORSKI SKLOP ZA BRZI ISKLOP DJELOVANJEM VANJSKOG ZAŠTITNOG RELEJA	DA
UGRAĐEN NAPONSKI RELEJ ZA NORMALAN ISKLOP	DA

SKLOPNI ELEMENTI BLOKA	
UGRAĐEN BRZI ISTOSMJERNI PREKIDAČ (HDSC)	DA
PREKIDAČ JE IZVLAČIV NA KOLICIMA	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE PREKIDAČEM	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA PREKIDAČEM [VDC]	48
UGRAĐEN BYPASS RASTAVLJAČ	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE BYPASS RASTAVLJAČEM	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA BYPASS RASTAVLJAČEM [VDC]	48
UGRAĐEN ODVODNI/KABELSKI RASTAVLJAČ	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE ODVODNIM RASTAVLJAČEM	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA ODVODNIM RASTAVLJAČEM [VDC]	48
UGRAĐEN ZEMLJOSPOJNIK GLAVE KABELA	DA

OSTALE KARAKTERISTIKE SKLOPNOG BLOKA	
UGRAĐENA OPREMA ZA ISPITIVANJE ODVODA PRIJE UKLOPA	DA
UGRAĐEN USZMR RELEJ UPRAVLJANJA I ZAŠTITE VODNOG POLJA	DA
ONEMOGUĆENA KRIVA MANIPULACIJA SKLOPNIM UREĐAJIMA BLOKA OSTVARENA MEHANIČKIM ILI ELEKTRIČNIM BLOKADAMA ILI NAČINOM UPRAVLJANJA	DA
UGRAĐEN ODVODNIK PRENAPONA UPORABE A1 (PREMA VDV 525)	DA
UGRAĐEN KONTROLNIK NAPONA GLAVE KABELA	DA

PREDNJA VRATA SKLOPNOG BLOKA	
SIGNALIZACIJA STANJA SVIH SKLOPNIH UREĐAJA I KOLICA	DA
SLIJEPA SHEMA	DA
AMPERMETAR	DA

KONSTRUKCIJA	
MATERIJAL KUĆIŠTA	ČELIK
ZASEBNI ODJELJCI ZA SABIRNICE, PREKIDAČ I UPRAVLJAČKI ORMARIĆ	DA
PREDGOTOVLJENO BOČNO SPAJANJE VODNOG POLJA SA DRUGIM VODNIM POLJEM ILI ISPRAVLJAČEM	DA

NORMA	HRN EN 50123-6 ili jednakovrijedno
-------	--

II.1.4.1. RELEJ UPRAVLJANJA I ZAŠTITE VODNOG POLJA S PREKIDAČEM

Relej zaštite i upravljanja vodnog polja (u daljnjem tekstu USZMR relej vodnog polja) sadržava sve neophodne USZMR funkcije vođenja vodnog polja s brzim prekidačem (HSCB).

Zaštitne funkcije sadržane u USZMR releju su:

- kratkospojna zaštita s djelovanjem na struju u jednom ili oba smjera
- nadstrujna zaštita s djelovanjem na struju u jednom ili oba smjera
- termička zaštita od pregrijavanja odvodnog kabela s predalarmom na podesivu vrijednost
- zaštita od porasta struje (sa trenutnim i zateznim kanalom)

programirane u četiri grupe postavki s jednostavnim izborom pojedine grupe postavki. Zaštita od porasta struje na zateznom kanalu treba djelovati nakon prestanka porasta struje i posjedovati podesivo vrijeme zatezanja djelovanja iste.

Obavezna je mogućnost podešenja duljine impulsa djelovanja na kondenzatorski sklop za brzi isklop, te zatezanja djelovanja na rezervni, odnosno normalni isklop prekidača i zatezanja djelovanja na nadređeni prekidač.

Od ostalih zaštita svakako je obavezna podnaponska, odnosno prenaponska zaštita, te nadzor i zaštita izolacije kabela (između vodiča i plašta, odnosno plašta i zemlje) za dva odvodna kabela s podešenjem prorađne vrijednosti otpora izolacije i vremena zatezanja i za upozorenje i isklop prekidača.

Sve navedene zaštite moraju imati jednostavnu mogućnost uključenja i isključenja.

Relej mora posjedovati funkciju samodijagnostike, odnosno detekcije vlastitog kvara u područjima sklopovlja, programa i memorije.

Od ostalih funkcija relej također mora posjedovati:

- nadzor napona sabirnica i odvoda,
- nadzor ispada osigurača napajanja pomoćnih krugova,
- nadzor ispravnosti kondenzatorskog sklopa za brzi isklop prekidača,
- nadzor ispada osigurača ispitivanja odvoda,
- nadzor izolacije odvodnih kabela,
- nadzor pojedinih stanja sklopnih uređaja.

Ovisno o vrsti nadzora relej signalizira grešku ili kvar, isklop prekidača ili ostvaruje odgovarajuću blokadu.

Moraju biti dostupne i vidljive trenutne vrijednosti svih mjerenih veličina, odnosno:

- napona sabirnica i odvoda,
- struje odvoda,
- snage i energije,
- intenziteta zagrijanja odvodnih kabela,
- porasta struje,
- otpora ispitivanja odvoda,
- otpora izolacije između vodiča i plašta, te plašta i zemlje.

Ispitivanje odvoda mora biti izvedeno s funkcijom automatskog ponovnog uklopa, s podešavanjem vremena mjerenja i pauze između uzastopnih ciklusa, kao i broja ciklusa s mjerenjem kratkog spoja prije konačnog isklopa i to zasebno za isklop uslijed kvara, a zasebno za normalan uklop.

Sva signalizacija USZMR releja treba biti prikazana na LCD zaslonu i na najmanje 15 LED dioda od kojih se svaka može programirati na odgovarajući događaj.

Obavezna je mogućnost programiranja barem 4 relejna ulaza i 4 relejna izlaza.

Sam USZMR relej mora imati mogućnost daljinske komunikacije i upravljanja, s mogućnošću zaključavanja izbora lokalnog ili daljinskog upravljanja.

Mora postojati mogućnost upravljanja motornim sklopnim uređajima putem zaslona i funkcijskih tipki USZMR releja, kao i prikaz slijepe sheme na zaslonu sa stanjem uklopljenosti pojedinih sklopnih uređaja. Neophodno je da relej na osnovu vanjskih naloga provodi upravljanje svim sklopnim uređajima s elektromotornim pogonom.

Relej mora omogućiti brojanje isklopa pojedinih zaštita. Mora imati i brojače isklopa prekidača iznad i ispod podesivog strujnog opterećenja kao i brojač sati pogona te na osnovu navedenih brojača i njihovih podesivih vrijednosti signalizirati potrebu za redovnim održavanjem.

Obavezan je i registar svih događaja u polju kao i pohrana snimki događaja, odnosno struja kvara koje su uzrokovale isklup prekidača.

Glavne tehničke karakteristike:

OSNOVNE ZAŠTITE	
KRATKOSPOJNA ZAŠTITA S DJELOVANJEM NA STRUJU U JEDNOM ILI OBA SMJERA	DA
NADSTRUJNA ZAŠTITA S DJELOVANJEM NA STRUJU U JEDNOM ILI OBA SMJERA	DA
TERMIČKA ZAŠTITA OD PREGRIJAVANJA ODVODNOG KABELA S PREDALARMOM NA PODESIVU VRIJEDNOST	DA
ZAŠTITA OD PORASTA STRUJE SA TRENUTNIM I ZATEZNI KANALOM	DA
NA ZATEZNI KANALU DJELOVANJE ZAŠTITE NAKON PRESTANKA PORASTA STRUJE S PODESIVIM VREMENOM ZATEZANJA DJELOVANJA	DA
SVE OSNOVNE ZAŠTITE PROGRAMIRANE U ČETIRI GRUPE S JEDNOSTAVNIM IZBOROM POJEDINE GRUPE	DA
SVE OSNOVNE ZAŠTITE IMAJU JEDNOSTAVNU MOGUĆNOST UKLJUČENJA/ISKLUČENJA	DA

OSTALE ZAŠTITE	
PODNAPONSKA/PRENAPONSKA ZAŠTITA SA PODESIVIM VREMENSKIM ZATEZANJEM	DA
ZAŠTITA I NADZOR IZOLACIJE KABELA ZA DVA ODVODNA KABELA IZMEĐU VODIČA I PLAŠTA, ODNOSNO PLAŠTA I ZEMLJE SA PODESIVIM VREMENSKIM ZATEZANJEM ZA UPOZORENJE I ISKLOP PREKIDAČA	DA
SVE OSTALE ZAŠTITE IMAJU JEDNOSTAVNU MOGUĆNOST UKLJUČENJA/ISKLUČENJA	DA

DJELOVANJE ZAŠTITA	
PODEŠENJE DULJINE IMPULSA DJELOVANJA NA KONDENZATORSKI SKLOP ZA BRZI ISKLOP	DA

PODEŠENJE ZATEZANJA DJELOVANJA NA REZERVNI ISKLOP PREKIDAČA	DA
PODEŠENJE ZATEZANJA DJELOVANJA NA ISKLOP NADREĐENOG PREKIDAČA	DA
FUNKCIJE NADZORA	
NADZOR NAPONA SABIRNICA I ODVODA	DA
NADZOR ISPADATA OSIGURAVANJA NAPAJANJA POMOĆNIH KRUGOVA	DA
NADZOR ISPRAVNOSTI KONDENZATORSKOG SKLOPA ZA BRZI ISKLOP PREKIDAČA	DA
NADZOR ISPADATA OSIGURAVANJA ISPITIVANJA ODVODA	DA
NADZOR POJEDINIHI STANJA SKLOPNIH UREĐAJA	DA
OVISNO O VRSTI NADZORA RELEJ VRŠI - SIGNALIZACIJU GREŠKE ILI KVARA - ISKLOP PREKIDAČA - ODGOVARAJUĆE BLOKADE	DA
DOSTUPNE I VIDLJIVE TRENUTNE VRIJEDNOSTI MJERENIH VELIČINA	
NAPON SABIRNICA	DA
NAPON ODVODA	DA
STRUJA ODVODA	DA
SNAGA ODVODA	DA
ENERGIJA ODVODA	DA
INTENZITET ZAGRIJANJA ODVODNIHI KABELA	DA
BRZINA PORASTA STRUJE	DA
OTPOR ISPITIVANJA ODVODA	DA
OTPORA IZOLACIJE IZMEĐU VODIČA I PLAŠTA, TE PLAŠTA I ZEMLJE	DA
FUNKCIJA ISPITIVANJA ODVODA	
UKLJUČENA FUNKCIJA AUTOMATSKOG PONOVIH UKLOPA	DA
PODESIVO VRIJEME MJERENJA POJEDINOI CIKLUSA	DA
PODESIVO VRIJEME PAUZE IZMEĐU UZASTOPNIHI CIKLUSA	DA
PODESIV BROJ CIKLUSA S MJERENJEM KRATKOG SPOJA PRIJE KONAČNOI ISKLOPA BROJ PODESIV ZASEBNO ZA ISKLOP USLIJED KVARA, A ZASEBNO ZA NORMALAN UKLOP	DA
SIGNALIZACIJA USZMR RELEJA	
PRIKAZ NA LCD EKRANU	DA
PRIKAZ PUTEM 15 LED DIODA SVAKA LED DIODA MOŽE SE PROGRAMIRATI NA ODGOVARAJUĆI DOGAĐAJ	DA
PRIKAZ SLIJEPE SCHEME NA EKRANU SA STANJEM UKLOPLJENOSTI POJEDINIHI SKLOPNIH UREĐAJA	DA
UPRAVLJANJE	
MOGUĆNOST UPRAVLJANJA SKLOPNIMI UREĐAJIMI S MOTORSKIM/ELEKTRIČNIMI POGONOM PUTEM EKRANA I FUNKCIJSKIH TIPKI USZMR RELEJA	DA

RELEJ UPRAVLJA SVIM SKLOPNIM UREĐAJIMA S MOTORSKIM/ELEKTRIČNIM POGONOM NA OSNOVU VANJSKIH NALOGA	DA
BROJAČI I POHRANA PODATAKA	
BROJAČI ISKLOPA SVAKE OD OSNOVNIH ZAŠTITA	DA
BROJAČI ISKLOPA PREKIDAČA IZNAD I ISPOD PODESIVOG STRUJNOG OPTEREĆENJA	DA
BROJAČ BROJA RADNIH SATI	DA
SIGNALIZACIJA REDOVNOG ODRŽAVANJA NA OSNOVU NAVEDENIH BROJAČA I NJIHOVIH PODESIVIH VRIJEDNOSTI	DA
REGISTAR SVIH DOGAĐAJA U SKLOPNOM BLOKU	DA
POHRANA SNIMKI DOGAĐAJA, ODNOSNO STRUJA KVARA KOJE SU UZROKOVALE ISKLOP PREKIDAČA	DA
OSTALE FUNKCIJE	
FUNKCIJA SAMODIJAGNOSTIKE DETEKCIJA KVARA RELAJA U PODRUČJIMA SKLOPOVLJA, PROGRAMA I MEMORIJE	DA
MOGUĆNOST PROGRAMIRANJA BAREM 4 RELEJNA ULAZA I 4 RELEJNA IZLAZA	DA
MOGUĆNOST DALJINSKE KOMUNIKACIJE I UPRAVLJANJA	DA
MOGUĆNOST ZAKLJUČAVANJA IZBORA LOKALNOG ILI DALJINSKOG UPRAVLJANJA	DA
NORMA	HRN EN 50123- 6 ili jednakovrijedno

II.1.5. MINUS POLJE POVRATNIH KABELA

Minus polje povratnih kabela namijenjeno je prihvatu povratnih kabela. Mora biti opremljeno odgovarajućim brojem dovoda s pripadajućim rastavljačima i mjerenjem struje u svakom od dovoda. Rastavljači dovoda moraju imati magnetsku blokadu uklopa i isklopa spregnutu s uklopnim stanjima prekidača SN transformatorskog polja, odnosno rastavljača ispravljača.

Sklopni blok minus polja povratnih kabela mora biti takve konstrukcijske izvedbe da omogući produžetak postrojenja bočnim spajanjem s poljem ispravljača.

Obavezno je da minus polje ima mjerenje ukupne struje ispravljača i motorni pogon rastavljača ispravljača, s blokadom manipulacije istim spregnutom s uklopnim stanjima prekidača SN transformatorskog polja i rastavljačima dovoda.

Obavezna je blokada nedozvoljene manipulacije svim sklopnim uređajima unutar minus polja povratnih kabela.

Od ostale opreme u minus polju povratnih kabela svakako treba biti odvodnik prenapona uporabe A2 (prema VDV 525 ili jednakovrijedno).

Na vratima minus polja povratnih kabela polja minimalno moraju biti pokazni ampermetri koji prikazuje struja pojedinih povratnih kabela i ukupne struje ispravljača, voltmetar te slijepa shema sa signalizacijom stanja pojedinih sklopnih uređaja minus polja.

Broj dovoda povratnih kabela u pojedinoj ispravljačkoj stanici mora biti u skladu s rekonstrukcijom kabelaške infrastrukture, a isti će biti određen u skladu s optimalnim rješenjem kako je to naznačeno u dijelu o rekonstrukciji kabelaške infrastrukture i kontaktne mreže.

Glavne tehničke karakteristike:

GLAVNA MINUS SABIRNICA	
UGRAĐEN GLAVNI RASTAVLJAČ ISPRAVLJAČA	DA
UGRAĐENO MJERENJE STRUJE ISPRAVLJAČA	DA
MOTORSKO/ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE RASTAVLJAČEM ISPRAVLJAČA	DA
NAPON MOTORSKOG/ELEKTRIČNOG UPRAVLJANJA RASTAVLJAČEM ISPRAVLJAČA [VDC]	48
BLOKADA KRIVE MANIPULACIJE RASTAVLJAČEM ISPRAVLJAČA OSTVARENA ELEKTRIČNIM BLOKADAMA	DA

DOVOD POVRATNOG KABELA	
UGRAĐEN RASTAVLJAČ ZA SVAKI POVRATNI KABEL	DA
BLOKADA KRIVE MANIPULACIJE RASTAVLJAČEM OSTVARENA ELEKTRIČNIM BLOKADAMA	DA
UGRAĐENO MJERENJE STRUJE	DA

OSTALE KARAKTERISTIKE SKLOPNOG BLOKA	
UGRAĐEN USZMR RELEJ UPRAVLJANJA I ZAŠTITE MINUS POLJA	DA

ONEMOGUĆENA KRIVA MANIPULACIJA SKLOPNIM UREĐAJIMA MINUS POLJA OSTVARENA MEHANIČKIM ILI ELEKTRIČNIM BLOKADAMA ILI NAČINOM UPRAVLJANJA	DA
UGRAĐEN ODVODNIK PRENAPONA UPORABE A2 (PREMA VDV 525)	DA

PREDNJA VRATA MINUS POLJA	
VOLTMETAR NAPONA ISPRAVLJAČA	DA
AMPERMETAR UKUPNE STRUJE ISPRAVLJAČA	DA
AMPERMETRI STRUJA POVRATNIH KABELA	DA
SIGNALIZACIJA STANJA SVIH SKLOPNIH UREĐAJA	DA
SLIJEPA SHEMA	DA

KONSTRUKCIJA	
MATERIJAL KUĆIŠTA	ČELIK
PREDGOTOVLJENO BOČNO SPAJANJE MINUS POLJA SA ISPRAVLJAČEM	DA

NORMA	HRN EN 50123-6 ili jednakovrijedno
--------------	--

II.1.5.1. RELEJ UPRAVLJANJA I ZAŠTITE POLJA MINUS POVRATNIH KABELA

Relej zaštite i upravljanja minus polja povratnih kabela (u daljnjem tekstu USZMR relej minus polja povratnih kabela) treba sadržavati sve neophodne USZMR funkcije vođenja minus polja povratnih kabela.

Neophodne zaštitne funkcije sadržane u USZMR releju minus polja su zaštita od nedozvoljenog napona dodira i zaštita od curenja struje s vremenskim zatezanjem iste.

Moraju biti dostupne i vidljive trenutne vrijednosti svih mjerenih veličina, odnosno napona sabirnica, struje i energije ispravljača, napona dodira, te struje curenja.

Od ostalih funkcija relej također mora posjedovati:

- nadzor napona sabirnica,
- nadzor ispravljača putem njegove struje,
- nadzor rastalnih osigurača u diodnim granama ispravljača,
- nadzor rastalnih osigurača prigušnog elementa ispravljača,
- nadzor uklopnog stanja rastavljača ispravljača,
- nadzor ispada osigurača napajanja pomoćnih krugova.

Ovisno o vrsti nadzora USZMR relej minus polja povratnih kabela mora signalizirati grešku ili kvar, odnosno isklop prekidača SN transformatorskog polja i odgovarajuće blokade.

Sva signalizacija releja mora biti odgovarajuće prikazana na LCD zaslonu i i na najmanje 15 LED dioda od kojih se svaka može programirati na odgovarajući događaj. Obavezna je mogućnost programiranja barem 4 relejna ulaza i 4 relejna izlaza.

Sam relej mora imati mogućnost daljinske komunikacije i upravljanja, s mogućnošću zaključavanja izbora lokalnog ili daljinskog upravljanja.

Mora postojati mogućnost upravljanja motornim sklopnim uređajima putem zaslona i funkcijskih tipki releja, kao i prikaz slijepe sheme na zaslonu sa stanjem uklopljenosti pojedinih sklopnih uređaja. Neophodno je da USZMR relej minus polja na osnovu vanjskih naloga provodi upravljanje sa svim sklopnim uređajima s elektromotornim pogonom.

Od ostalih funkcija svakako su potrebni brojači isklopa pojedinih zaštita. Obavezan je i registar svih događaja u polju.

Glavne tehničke karakteristike:

ZAŠTITE	
ZAŠTITA OD NEDOZVOLJENOG NAPONA DODIRA	DA
ZAŠTITA OD CURENJA STRUJE SA PODESIVIM VREMENSKIM ZATEZANJEM	DA
FUNKCIJE NADZORA	
NADZOR NAPONA SABIRNICA	DA
NADZOR ISPRAVLJAČA PUTEM NJEGOVE STRUJE	
NADZOR RASTALNIH OSIGURAČA U DIODNIM GRANAMA ISPRAVLJAČA	DA
NADZOR RASTALNIH OSIGURAČA PRIGUŠNOG ELEMENTA ISPRAVLJAČA	DA
NADZOR UKLOPNOG STANJA RASTAVLJAČA ISPRAVLJAČA	DA
NADZOR ISPADA OSIGURAČA NAPAJANJA POMOĆNIH KRUGOVA	DA
OVISNO O VRSTI NADZORA RELEJ VRŠI - SIGNALIZACIJU GREŠKE ILI KVARA - ISKLOP PREKIDAČA SN POSTROJENJA - ODGOVARAJUĆE BLOKADE	DA
DOSTUPNE I VIDLJIVE TRENUTNE VRIJEDNOSTI MJERENIH VELIČINA	
NAPON SABIRNICA	DA
STRUJA ISPRAVLJAČA	DA
ENERGIJA ISPRAVLJAČA	DA
NAPON DODIRA	DA
STRUJA CURENJA	DA
SIGNALIZACIJA USZMR RELEJA	
PRIKAZ NA LCD EKRANU	DA
PRIKAZ PUTEM 15 LED DIODA SVAKA LED DIODA MOŽE SE PROGRAMIRATI NA ODGOVARAJUĆI DOGAĐAJ	DA
PRIKAZ SLIJEPE SCHEME NA EKRANU SA STANJEM UKLOPLJENOSTI POJEDINIH SKLOPNIH UREĐAJA	DA
UPRAVLJANJE	
MOGUĆNOST UPRAVLJANJA SKLOPNIM UREĐAJIMA SA MOTORSKIM/ELEKTRIČNIM POGONOM PUTEM EKRANA I FUNKCIJSKIH TIPKI USZMR RELEJA	DA
RELEJ UPRAVLJA SVIM SKLOPNIM UREĐAJIMA S MOTORSKIM/ELEKTRIČNIM POGONOM NA OSNOVU VANJSKIH NALOGA	DA
BROJAČI I POHRANA PODATAKA	

BROJAČI ISKLOPA SVAKE OD ZAŠTITA	DA
REGISTAR SVIH DOGAĐAJA U SKLOPNOM BLOKU	DA
OSTALE FUNKCIJE	
MOGUĆNOST PROGRAMIRANJA BAREM 4 RELEJNA ULAZA I 4 RELEJNA IZLAZA	DA
MOGUĆNOST DALJINSKE KOMUNIKACIJE I UPRAVLJANJA	DA
MOGUĆNOST ZAKLJUČAVANJA IZBORA LOKALNOG ILI DALJINSKOG UPRAVLJANJA	DA

II.1.6. OSTALI SUSTAVI

II.1.6.1. ORMAR POMOĆNOG DC NAPAJANJA

Sastavni dio ispravljačke stanice mora biti i ormar pomoćnog istosmjernog razvoda za proizvodnju i distribuciju istosmjernog napona za napajanje pomoćnih pogona sredjenaponskog i niskonaponskog postrojenja stanice, te pripadajućih elektroničkih uređaja, kao i ostalih istosmjernih i vitalnih sustava stanice.

Obavezno je da se sva pomoćna istosmjerna napajanja unutar ispravljačke stanice svedu na najviše dvije naponske razine, odnosno vrijednosti istosmjernog pomoćnog napona.

Sustav će se sastojati od prirodno hlađenih VF ispravljača i akumulatorske baterije zajedno s upravljačkom jedinicom nadzora i zaštite istih te pretvarača ukoliko je u stanici potreban razvod na nižoj razini pomoćnog napona. U sustav su uključeni i razvodi pomoćnog napajanja više i niže razine sačinjenog od automatskih DC prekidača, odgovarajuće nazivne struje i isklopne karakteristike.

Ispravljanje se vrši s mrežnog napona na pomoćni napon više razine na kojem se onda puni i akumulatorska baterija te napaja dio trošila kao i pretvarači na pomoćnom naponu niže razine. S pomoćnog napona niže razine vrši se zaseban razvod na ostala trošila pomoćnog napajanja stanice.

Kako bi se postigla zadovoljavajuća pouzdanost, odnosno sigurnost napajanja, predviđena je ugradnja barem dva ispravljača i barem dva pretvarača u paralelnom radu, pri čemu je jedan ispravljač, odnosno pretvarač dovoljan za normalan rad, a drugi predstavlja potpunu rezervu.

Kapacitet baterije mora osigurati autonomiju napajanja cjelokupne trajne potrošnje stanice u vremenu od šest sati. Predviđeno vrijeme punjenja 50% ispražnjene baterije ne smije iznositi više od 8h.

U slučaju otkaza baterije, oba ispravljača u paraleli mogu opskrbljivati cijeli sustav, dok se samo jednim ispravljačem u radu može bez problema pojedinačno upravljati bilo kojim poljem postrojenja i trajno napajati ostala trošila ispravljačke stanice.

II.1.6.2. SUSTAV NADZORA I UPRAVLJANJA

Ispravljačke stanice su postrojenja bez posade i potrebno je za njih uspostaviti sustav daljinskog nadzora i upravljanja. Sustav nadzora i upravljanja se sastoji od centra daljinskog upravljanja i telemetrijske opreme u nadziranim postrojenjima.

Centar daljinskog upravljanja (CDU) zasad ne postoji i njegova izgradnja nije predmet ovog projekta. Umjesto toga, u okviru ovog projekta, treba postaviti *master* postaju u prostoru uprave GPP-a, u prostoriju po odabiru Investitora. Master postaja je serversko računalo s dva zaslona minimalne dijagonale 24" i projektorom za projiciranje na platno/zid s ugrađenim SCADA (*Supervisory Control And Data*

Acquisition) programskim sustavom. Uz serversko računalo treba isporučiti i uređaj za očitavanje i distribuciju točnog vremena (NTP server s GPS antenom).

Ispravljačke stanice, dvije postojeće i jedna nova, koje su u obuhvatu zahvata treba opremiti telemetrijskim i komunikacijskim uređajima za prijenos informacija u CDU tj. u *master* postaju. Četvrta upravljačka stanica (ulica Petra Svačića) koja nije predmet zahvata za sada se ne uvodi u sustav nadzora i upravljanja kao niti peta ispravljačka stanica (planirana u sklopu nove Remize). Međutim mora se osigurati mogućnost spajanja četvrte i pete ispravljačka stanica u cijeli sustav nadzora odnosno sustav mora imati mogućnost praćenja i spajanja minimalno pet ispravljačkih stanica. Za vezu između *master* postaje u zgradi uprave i telemetrijskih uređaja u ispravljačkim stanicama treba izgraditi telekomunikacijski sustav.

Potrebno je koristiti sustav (SCADA razvojno okruženje, telemetrijske uređaje, komunikacijski sustav) i može se odgovarajuće konfigurirati u odnosu na veličinu nadziranog procesnog sustava (broj i veličina postrojenja), te s dovoljno raširenom podrškom u Republici Hrvatskoj, zbog zadovoljenja očekivanja podrške pri dugoročnom pouzdanom radu platforme i aplikacija. Na aplikativnoj razini treba riješiti komunikaciju s lokalnim stanicama, kibernetičku sigurnost, funkcije nadzora u realnom vremenu, arhiviranje i praćenje trendova, alarmiranje, izvještavanje i servisne aktivnosti.

SCADA sustav mora podržavati:

- mogućnost više razina autorizacije za korisnika (nadzor, upravljanje, inženjering,...),
- arhiviranje procesnih podataka,
- prikaz procesnih slika s podrškom zoom/pan/declutter funkcijama,
- pretraživanje i dohvat arhiviranih podataka,
- mogućnost prijenosa arhiviranih podataka po zahtjevu više razine,
- vođenje kronološke liste događaja s rezolucijom 1 ms,
- ispis kronološke liste događaja na standardnom pisaču,
- modularnu građu koja korisniku omogućava dodatna proširenja,
- funkcije samonadzora i autodijagnostike,
- dostupnost programske podrške,
- integrirane alate za konfiguriranje,
- operativni sustav s grafičkim sučeljem na PC platformi
- pregled trenutne sheme postrojenja preko grafičkog sučelja,
- pregled stanja aparata, mjerenja, signalizacije s upozorenjem na svaku promjenu i prekoračenja zadanih pragova mjernih vrijednosti,
- višebojni prikaz procesnih informacija,
- dinamičko bojanje sabirnica,
- upravljanje aparatima,
- registraciju pogonskih događaja,
- raspoloživu zbirku predefiniranih simbola energetskih elemenata s mogućnošću kreiranja novih simbola,
- pregled stanja alarmne signalizacije,
- liste događaja i alarma,
- trendove,

- NTP vremensku sinkronizaciju s rezolucijom 1 ms,
 - jezičnu podršku – hrvatski jezik,
 - daljinski pristup SCADA-i kao RAdmin,
 - antivirusnu zaštitu,
 - zvučno upozorenje operateru na svaku promjenu nastalu u postrojenju.
 - IEC 62443-2-4 Industrial Cyber Security Capability standard ili jednakovrijedno
 - Softverski licencni sustav bez upotrebe hardverskog ključa (dongle)
 - slave (server) protokoli: IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, IEC 60870-5-104, MODBUS Serial i MODBUS TCP ili jednakovrijedno.
 - master (client) protokoli: IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104, IEC 61850-8-1 CLIENT, LON LAG 1.4, SNMP ili jednakovrijedno.
 - mogućnost prihvata minimalno 3000 procesnih točaka.
- Minimalna Konfiguracija SCADA računala:
- industrijska matična ploča za industrijsko računalo i on-board podrškom za RAID 1 konfiguraciju diskova ili jednakovrijedna,
 - četverojezgreni procesor novije generacije,
 - minimalno 8 GB radne memorije novije generacije (mogućnost proširenja do 64 GB)
 - podrška za minimalno 4 USB 3.0 porta,
 - SSD diskovi u RAID konfiguraciji,
 - 3 mrežna priključka ili više,
 - 2x RS232 porta ili više,
 - grafička kartica s DVI Multi-display podrškom
 - 4x USB 3.0 porta ili više
 - SCADA računalo mora biti bez rotirajućih dijelova ,
 - računalna oprema mora biti industrijske izvedbe,
 - pasivno hlađenje,
 - sistemski softver (operativni sustav) (

Lokalno se u svaku od tri ispravljačke stanice postavlja ormar daljinskog upravljanja s ugrađenom daljinskom stanicom i komunikacijskom opremom. Daljinska stanica treba podržavati:

- Indikaciju alarma i statusa,
- Prosljeđivanje upravljačkih naloga u postrojenje,
- Lokalnu pohranu podataka,
- Komunikaciju s nadređenim CDU po IEC 60870-5-104 protokolu ili jednakovrijedno.
- Komunikaciju s podređenim uređajima sekundarne opreme (protokoli IEC 61850. IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, MODBUS RTU, LON ili jednakovrijedno).
- Slanje informacija u CDU s vremenskom oznakom (kronološka registracija)
- Modularnost izvedbe s mogućnošću naknadnih proširenja.

U postrojenje se u polja za napojne i povratne vodove ugrađuju numerički terminali polja, detaljan opis dat je u poglavljima III.1.4.1. i III.1.5.1. i sve informacije koje

ulaze u njih treba iskoristiti i za sustav daljinskog upravljanja tako da se terminali polja komunikacijski povežu na daljinsku stanicu. U ulazno-izlazni podsustav daljinske stanice ulaze informacije iz onih polja u kojima nema terminala polja te opće informacije postrojenja (napajanje, vatrodojava, tehnička zaštita i dr.).

Signali i statusi koje daljinska stanica treba nadzirati podrazumijevaju:

- sva relevantna mjerenja i statusi ispravljačkog uređaja (struje, naponi, snage),
- stanja uklopa svih SN i NN sklopnih uređaja,
- status prisutnosti osoba u postaji,
- temperaturu zraka unutar prostorije ispravljača,
- alarme vatrodojavnog sustava,
- ostalo potrebno za neometan rad.

Telemetrijska veza za komunikaciju između SCADA sustava u centru upravljanja i uređaja daljinskog upravljanja u ispravljačkim stanicama treba se primarno realizirati putem mobilne radijske podatkovne GSM mreže u VPN okruženju, sekundarno s pomoću DSL Internetskog priključka.

II.1.6.3. ORMAR VLASTITE POTROŠNJE

Svakako je neophodno da ispravljačka stanica, osim sredjenaponskog priključka ima i zaseban niskonaponski priključak od strane lokalnog distributera električne energije, a u svrhu napajanja vlastite potrošnje u slučaju isklopa ispravljačkog transformatora. Napajanje vlastite potrošnje mora se automatski prebaciti na distributivni niskonaponski priključak u slučaju isklopa transformatora i vratiti na transformatorsko napajanje ponovnim uklopom transformatora. Prebacivanje s jednog na drugi izvor napajanja vlastite potrošnje izvesti s mehaničkom blokadom. Također mora postojati i preklopka za ručni izbor napajanja izvora vlastite potrošnje.

Ormar vlastite potrošnje nazivnog je napona 3 x 400/230 V, 50 Hz, a namijenjen je razvodu napajanja svih izmjeničnih instalacija vlastite potrošnje. Sam razvod mora biti izveden niskonaponskim prekidačima s odgovarajućom zaštitom a potrebno je predvidjeti minimalno 30 % rezervnih odvoda vodeći računa da svaka nazivna vrijednost prekidača ima zadovoljene uvjete prema zahtjevima iz važećih normi. Također je potrebno ostaviti 30 % rezerve u snazi projektiranog i isporučenog razvoda vlastite potrošnje. Izlaz kabela izvesti na dnu ormara.

II.1.6.4. OPĆE INSTALACIJE

Potrebno je izvesti novu instalaciju opće i protupanične rasvjete i utičnica kako za novu tako i za postojeće ispravljačke stanice, a sukladno dolje navedenim zahtjevima. Unutarnju rasvjetu treba izvesti visokoučinskim svjetilkama koje koriste izvore svjetla LED s minimalno 100 lm/W sa stupnjem zaštite IP65 i silikonskim brtvama. Nužno je osigurati minimalno nivo rasvjetljenosti sukladno HRN EN 12464-1 ili jednakovrijednoj normi ili važećim propisima.

Vanjsku rasvjetu izvesti svjetiljkama za vanjsko osvjetljenje, adekvatnog stupnja mehaničke zaštite, energetski učinkovitim izvorima svjetla (>100 lm/W) i s velikim stupnjem iskorištenja svjetiljke $>90\%$, a zadovoljavajući minimalne nivoe rasvjetljenosti prema HRN EN 12464-1 ili jednakovrijedne norme.

Protupanična rasvjeta kao i požarna isklonpa tipkala trebaju biti izvedena sukladno važećim propisima i važećoj normi HRN EN 1838 ili jednakovrijednoj.

Utičnice moraju biti riješene putem dvaju service boxova, minimalnog stupnja zaštite IP55, s ugrađenim odgovarajućim minijaturnim automatskim prekidačima i 2 trofazne utičnice 16 A (petpolna i tropolna), te 3 jednofazne šuko utičnice.

Svi kabeli razvoda niskonaponske izmjenične i istosmjerne instalacije, kao i razvoda pomoćnog napona trebaju biti bakreni kabeli NYY nazivnog napona izolacije U_0/U 0,6/1kV, osim u slučajevima gdje je to drugačije naznačeno.

II.1.6.5. SUSTAV DOJAVE POŽARA

Sustav za dojavu požara mora obuhvatiti:

- nadzor svih prostorija ispravljačke stanice predvidjeti najučinkovitijim osjetnicima,
- ručne javljače požara predvidjeti sukladno važećim propisima i u odgovarajućem stupnju mehaničke zaštite

Sustav za dojavu požara mora omogućiti daljinsku dojavu alarmnog stanja i greške u nadzorni sustava GPP-a i/ili zaštitarskoj službi, odnosno na barem dva telefona putem poziva ili SMS-a.

Centrala sustava za dojavu požara mora imati minimalno jednu adresabilnu detektorsku liniju, odnosno mora omogućiti jednoznačnu identifikaciju svakog pojedinog detektora/javljača. Navedena detektorska linija mora biti zatvorena u petlju, što znači da se mora se omogućiti potpuna funkcionalnost sustava i u slučaju prekida detektorske linije u jednoj točki.

Osim toga centrala vatrodojave mora sadržavati upravljačku tipkovnicu s grafičkim LCD zaslonom koji mora podržavati minimalno 6x40 znakova. Također mora podražavati IP tehnologiju u svrhu povezivanja na nadzorno-upravljački centar.

Optički detektori dima moraju imati naprednu obradu signala s mogućnošću promjene parametara, a u svrhu prilagodbe uvjetima u okolini.

Sustav za dojavu požara projektirati prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10) i Pravilnikom o sustavima za dojavu požara (NN 56/99) i pravilima struke. Oprema sustava za dojavu požara mora biti u skladu sa standardom HR EN 54 ili jednakovrijedno.

Ispravljačka stanica treba biti opremljena odgovarajućim brojem protupožarnih aparata, a sukladno zakonima Republike Hrvatske.

II.1.6.6. SUSTAV TEHNIČKE ZAŠTITE – VIDEONADZOR I PROTUPROVALA

Sustav tehničke zaštite ispravljačke stanice obuhvaća sustave videonadzora i protuprovale.

Sustavom videonadzora neophodno je:

- nadzirati kompletan perimetar ispravljačke stanice
- nadzirati postrojenja unutar ispravljačke stanice

Sustav videonadzora mora se temeljiti na IP tehnologiji i server-klijent strukturi uz osiguranu autonomiju rada u slučaju ispada glavnog napajanja od minimalno 30 minuta.

IP kamere moraju podržavati PoE napajanje i napajati se iz PoE *switcha*. Server, PoE switch, patch panel i UPS moraju biti ugrađeni u rack ormar smješten u ispravljačkoj stanici, maksimalno udaljen od ulaza. U neposrednoj blizini navedenog ormara predvidjeti radni prostor za programiranje i/ili pregled snimljenog materijala sustava videonadzora.

Sustav videonadzora mora imati mogućnost spajanja minimalno 8 IP kamera i minimalno 3 klijenta, kao i mogućnost spajanja minimalno 32 lokacije u jedinstveni centar videonadzora.

Od ostalih značajki sustava videonadzora isti mora omogućiti snimanje svake pojedine kamere učestalošću do 25 slika/sekundi punom rezolucijom kao i snimanje po detekciji kretanja za svaku spoju kameru.

Sve kamere moraju:

- biti u boji u dome izvedbi,
- imati rezoluciju minimalno fullHD,
- podržavati dual stream,
- imati varijabilni motorizirani fokus od minimalno 2,8–8mm s automatskim izoštravanjem slike,
- imati WDR i mogućnost slanja minimalno 25 slika/sekundi

Same kamere kao i program moraju podržavati H264, MPEG4 ili bolju kompresiju.

Stupanj zaštite vanjskih kamera mora biti minimalno IP 65, a unutarnjih kamera IP 35.

Sustavom protuprovale neophodno je:

- opremiti magnetskim kontaktima sva vrata i sve otvorive prozore u ispravljačkoj stanici
- opremiti detektorima pokreta sve prostorije u koje je moguć direktan ulaz iz perimetra (kroz vrata ili prozore)

Protuprovalnu centralu ugraditi u ispravljačkoj stanici što udaljenije od ulaza a upravljačku tipkovnicu sustava protuprovale neposredno na ulazu.

Zvučnu signalizaciju alarmnog stanja potrebno je ostvariti vanjskom sirenom na ulazu i unutarnjom sirenom na izlazu ispravljačke stanice.

Protuprovalni sustav mora omogućiti daljinsku signalizaciju svih stanja sustava (status zaštite, alarme, greške u sustavu, korisnike sustava, itd.) u nadzorni sustava GPP-a i/ili zaštitarskoj službi, odnosno na barem dva telefona putem poziva ili SMS-a.

Protuprovalna centrala treba imati žičanu i bežičnu vezu u nadzorni centar GPP-a ili zaštitarskog poduzeća i to putem Contact ID protokola.

Samu daljinsku signalizaciju, odnosno dojavu potrebno je izvesti žičanom vezom, a u slučaju ispada žičane veze potrebno je predvidjeti alternativni komunikacijski kanal bežičnim putem.

Protuprovalna centrala mora imati sposobnost jednoznačne identifikacije svakog pojedinog elementa sustava protuprovale. Također mora biti zaštićena od neovlaštenog pristupa.

Sve linije do protuprovalnih elemenata moraju biti stalno nadzirane neovisno o statusu zaštite (uključena/isključena).

Osim gore navedenog centrala protuprovale mora sadržavati upravljačku tipkovnicu s grafičkim LCD zaslonom s minimalno 6 x 24 znaka. Zaslom i tipke na upravljačko tipkovnici moraju imati pozadinsko osvjetljenje. Centrala mora podražavati IP tehnologiju u svrhu povezivanja na nadzorno-upravljački centar i u svrhu daljinskog programiranja i servisiranja.

Sustav protuprovale mora imati sposobnost autonomnog rada u trajanju od minimalno 72 sata.

Sami detektori kretanja moraju biti dualne tehnologije (pasivni infracrveni + mikrovalni) sa zaštitom od sabotaze.

Sustav protuprovale projektirati i izvesti poštujući Zakon o privatnoj zaštiti (NN 68/03) i Pravilnik o uvjetima i načinu provedbe tehničke zaštite (NN 198/03) a oprema mora biti u skladu sa standardom HR EN 50131 Grade 3 ili jednakovrijedno.

II.1.6.7. UZEMLJENJE I SUSTAV ZAŠTITE OD MUNJE

Za postojeće ispravljačke stanice treba izmjeriti uzemljenje ispravljačke stanice. Za srednjenaponski razvod proračunom dokazati da isti zadovoljava zaštitu od indirektnog dodira. Ispravnost zaštite od indirektnog dodira za niskonaponski razvod 3x400/230V, 50Hz potrebno je dokazati mjerenjem otpora petlje kvara na utičnicama ispravljačke stanice.

Ispitati i po potrebi izvesti održavanja sustava zaštite od munje na postojećim ispravljačkim stanicama.

Za novu ispravljačku stanicu izvesti združeno uzemljenje stanice, odnosno zajedničko zaštitno i pogonsko uzemljenje izmjenične mreže. U svrhu smanjenja ukupnog otpora uzemljenja potrebno je temeljni uzemljivač nove stanice obvezno spojiti na uzemljenje srednjenaponske mreže i nul-vodič niskonaponske mreže priključaka lokalnog distributera.

Uzemljenje mora biti mjernim spojevima povezano sa sustavom zaštite od munje koji je potrebno izvesti u skladu s hrvatskim propisima, dobrom praksom i pravilima struke.

Potrebno je izvesti zaštitno uzemljenje aparata i opreme sklopnog izmjeničnog postrojenja srednjeg i niskog napona. To je potrebno postići učinkovitim izjednačenjem potencijala na način da se povežu i uzemlje sve mase i metalni dijelovi koji u normalnom pogonu nisu, a greškom na izolaciji ili uslijed električnog luka mogu

doći pod napon. Povezanost metalnih masa potrebno je provjeriti mjerenjem i potvrditi odgovarajućim atestom.

DC postrojenje potrebno je potpuno izolirati od betonskog poda, a njegovo kućište i ostale metalne mase međusobno električki dobro povezati i spojiti na uzemljenje samo na jednom mjestu.

II.1.6.8. OSTALO

U sklopu svih prethodno navedenih radova i nabave opreme za modernizaciju postojećih ispravljačkih stanica i izgradnju nove ispravljačke stanice obuhvatiti sve troškove opreme, materijala kao i pripadajućih radova neophodnih da bi se postigla potpuna funkcionalnost i ispunili svi zakonski propisi Republike Hrvatske. Potrebno je obuhvatiti i izradu sve potrebne projektne dokumentacije, ispitivanja i mjerenja kao i ishođenje svih potrebnih pripadajućih dozvola. Pritom, modernizaciju treba planirati, projektirati i provesti na način da ista podliježe odredbama Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19 i 98/19) uključivo izradu glavnih i izvedbenih projekata i ishođenje potrebnih suglasnosti javnopravnih tijela, dok je za izgradnju nove ispravljačke stanice potrebno izraditi svu projektnu dokumentaciju i provesti svu proceduru potrebnu za ishođenje akta potrebnog za građenje i uporabu sukladno Zakonu o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/2019) i Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/2017, 39/2019) uključivo izradu izvedbenih projekata. Za izgradnju nove ispravljačke stanice biti će prethodno potrebno izraditi projektnu dokumentaciju potrebnu za ishođenje Lokacijske dozvole i ishoditi istu.

U gore navedeni obim obveza i troškova Izvođača ne spada nabava i ugradnja SN kabela i SN postrojenja Elektroslavonije, plaćanje pristojbi, taksi, komunalnih naknada, vodnog doprinosa, zakup snage za postojeće i novu ispravljačku stanicu, te rješavanje imovinsko-pravnih odnosa.

II.1.6.9. GRAĐEVINSKI RADOVI

Općenito

U građevnom smislu modernizacija tramvajske infrastrukture Grada Osijeka uključuje građevinsko znavljanje ispravljačkih stanica Gornji grad i Donji grad, te izgradnju nove ispravljačke stanice na segmentu mreže između Podgrađa i Višnjevca.

Ispravljačke stanice su elektroenergetska postrojenja bez stalne posade. Iznimno će u istima boraviti više osoba pri redovnim servisima, popravcima ili drugim radovima.

Ovim projektnim zadatkom je predviđena i izrada projektne tehničke dokumentacije za postojeće i novu ispravljačku stanicu te ishođenje potrebnih akata za građenje nove ispravljačke stanice sa svim potrebnim predradnjama.

Pri izradi projektne arhitektonsko građevinske dokumentacije kao i pri izvođenju građevinskih radova za spomenute zahvate treba posebno voditi računa o slijedećim detaljima:

- svi prodori u zgradu, kabelska kanalizacija trebaju biti izvedeni kao vodonepropusni,
- obrada rubova kabelskih kanala (usidriti čelične L profile) te poklopci istih zajedno s pripadnim ručkama trebaju biti izvedeni u razini poda,
- ojačati podnu konstrukciju na mjestima smještaja teških ormara s uređajima,
- završna obrada poda mora imati visoku čvrstoću i otpornost na abraziju
- svi prostori u kojima privremeno boravi osoblje radi radnog procesa, trebaju biti toplinski izolirani radi uštede toplinske energije i toplinske zaštite, a prema važećim pravilnicima i zakonima.

Zanavljanje postojećih, kao i izgradnja nove građevine treba biti usklađeno s važećim propisima i zakonima Republike Hrvatske.

U građevinskim radovima trebaju biti obuhvaćeni i kompletni troškovi istih zajedno sa svom ostalom neophodnom opremom i materijalom, kao i svim pripadajućim radovima neophodnim do potpune funkcionalnosti i ispunjenja svih zakonskih propisa Republike Hrvatske. Osim navedenog u spomenutim troškovima treba biti obuhvaćena eventualna izrada sve potrebne projektne i tehničke dokumentacije, kao i ishođenje svih potrebnih pripadajućih dozvola. U gore navedeni obim obaveza i troškova Izvođača ne spada plaćanje pristojbi, taksi, komunalnih naknada, vodnih doprinosa te rješavanje imovinsko-pravnih odnosa.

Postojeće ispravljačke stanice

Za postojeće ispravljačke stanice potrebno je izvršiti procjenu postojećeg stanja nosivih konstruktivnih elemenata za potrebe planiranja/projektiranja i izvođenja radova u svrhu poboljšavanja ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu. Predvidjeti eventualno potrebne dodatne istražne radove i ispitivanja, koji bi bili nužni prilikom rekonstrukcije objekta.

Modernizacijom postojećih ispravljačkih stanica postojeća zastarjela oprema treba se zamijeniti ugradnjom nove kako je opisano u prethodnim poglavljima ovog projektnog zadatka, na način da konstrukcijski i nekonstrukcijski elementi građevine moraju biti mehanički otporni i stabilni te je za njih potrebno dokazati otpornost, uporabljivost, trajnost i požarnu otpornost u skladu s njihovom namjenom u konstrukciji, primjenjujući Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17) te pripadajuće važeće pravilnike, norme i pravila struke.

Izvesti sve potrebne građevinsko-obrtničke radove nakon procjene postojećeg stanja ispravljačkih stanica (npr. bojanje zidova, zamjena dotrajale stolarije, kamenih ploča, itd.) kako bi se ispunili svi estetski i funkcionalni zahtjevi građevine i okoliša oko građevine koji spadaju u obuhvat zahvata u prostoru ispravljačke stanice.

Nabava obuhvaća izradu stručnog mišljenja ovlaštene osobe o stanju konstrukcije postojećih objekta, izradu tehničke dokumentacije koja uključuje i sve radnje koje je potrebno izvršiti za eventualno potrebno poboljšavanje ispunjavanja temeljnih

zahtjeva za građevinu te kompletni troškovi svih potrebnih radova zajedno sa svom ostalom opremom i materijalom, kao i svim pripadajućim radovima neophodnim do potpune funkcionalnosti i ispunjenja svih zakonskih propisa Republike Hrvatske.

Izgradnja nove ispravljačke stanice

Za potrebe izgradnje nove ispravljačke stanice određena je lokacija u Mlinskoj ulici na k.č.br. 589/1 i/ili 589/2, sve k.o. Osijek za koju je Grad Osijek izdao Naručitelju Riješenje o davanju suglasnosti za navedenu lokaciju. Po potrebi će se koristiti jedna ili obje čestice.

Ispravljačka stanica se gradi za potrebe napajanja tramvajske kontaktne mreže te je po svojoj namjeni elektroenergetska infrastrukturna građevina bez ljudske posade, a bit će projektirana kao slobodnostojeća prizemna građevina.

Čestica mora imati osiguran pješачki i nužni kolni pristup i mora biti omogućen vatrogasni pristup i osigurane operativne površine za rad vatrogasnih vozila prema važećim propisima.

Odabrane građevinske konstrukcije trebaju biti vatrootpornosti F60 prema HRN U.J1.240 ili jednakovrijedno.

Za intervenciju gašenja požara treba biti osigurana površina za operativni rad vatrogasnih vozila.

Evakuacija ljudi iz svake prostorije ispravljačke stanice mora biti omogućena kroz vrata koja vode izravno na vanjski prostor. Vrata će biti izvedena od negorivog materijala i trebaju se otvarati prema van. Svi evakuacijski putevi i prolazi moraju biti označeni u skladu s važećim normama.

Veličina i oblik građevine odrediti će se ovisno o tehnološkim zahtjevima ponuđene opreme, te potrebe da se ispravljačka stanica kao infrastrukturna građevina uklopi u gradsku okolinu.

Prostor ispravljačke stanice treba biti konstruktivno podijeljen u tri dijela: transformatorski dio, srednjenaponski i niskonaponski rasklopni dio prema tehničkim zahtjevima opreme. Srednjenaponski dio je konstruktivno odvojen od ostatka rasklopnog postrojenja kako bi se omogućio poseban pristup elektrodistribuciji do opreme u njihovom vlasništvu.

Dokumentaciju izraditi kvalitetno i prema pravilima struke, normi i zakonskih propisa na način da naručitelju ponudi ekonomična i optimalna rješenja.

Izvršitelj je dužan izraditi sve sastavne dijelove projekta kao i sve elaborate koji su propisani sukladno zakonskim obvezama, a koji su neophodni za ishođenje akta za građenje predmetne građevine.

Tehnička dokumentacija u označenoj granici obuhvata mora u potpunosti biti izrađena sukladno, prostornim planovima unutar čijeg se obuhvata nalazi zemljište, Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19) i Zakonu o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19) i Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/14., 41/15., 105/15., 61/16., 20/17) te drugom podzakonskom regulativom iz područja gradnja.

Nabava obuhvaća izradu tehničke dokumentacije koja uključuje i sve radnje koje je potrebno izvršiti za ishođenje dozvola te kompletni troškovi svih potrebnih radova za

izgradnju nove ispravljačke stanice zajedno sa svom opremom i materijalom, kao i svim pripadajućim radovima neophodnim do potpune funkcionalnosti i ispunjenja svih zakonskih propisa Republike Hrvatske.

II.2. REKONSTRUKCIJA KABELSKE INFRASTRUKTURE I KONTAKTNE MREŽE

II.2.1. ZAHTJEVI NA ELEKTROENERGETSKE PRILIKE I IZVEDBU KABELSKE MREŽE

Kako je već rečeno, cilj modernizacije tramvajske infrastrukture grada Osijeka jest osigurati kvalitetne elektroenergetske prilike za suvremene tramvaje snage do 630 kW i maksimalne struje 1070 A. Predviđa se da će novi tramvaji prometovati postojećim Linijama 1 i 2 s maksimalnom učestalošću od 12 tramvaja po satu za Liniju 1, odnosno 6 linija po satu za Liniju 2. Linija 3 predstavljena je jednim tramvajem koji kruži petljom u središtu grada.

Kako bi se u segmentu tramvajske mreže napajane iz postojećih stanica Gornji Grad i Donji Grad osigurale kvalitetne elektroenergetske prilike za nove tramvaje, tramvajsku je mrežu u navedenom segmentu potrebno modernizirati novim rješenjima. Ta nova rješenja mogu obuhvaćati eventualno promjenu sektora, odnosno izmjenu obuhvata postojećih i uvođenje novih sektora te eventualnu prenamjenu postojećih i polaganje novih napojnih i povratnih kabela, kao i eventualno dodavanje kontaktnih vodiča. U njima jasno trebaju biti prikazane nove pozicije napojnih i povratnih točaka kao i pozicije rasklopaca.

U sklopu rješenja trebaju biti obuhvaćeni i kompletni troškovi istih zajedno s potrebnim stupovima i rastavljačima za napojne točke te povratnim ormarićima za povratne kabele odnosno svom ostalom neophodnom opremom i materijalom kao i svim pripadajućim radovima neophodnim za potpunu funkcionalnost i ispunjenje svih zakonskih propisa Republike Hrvatske. Osim navedenog u spomenutim troškovima treba biti obuhvaćena eventualna izrada sve potrebne projektne dokumentacije kao i ishodenje svih potrebnih pripadajućih dozvola. U gore navedeni obim obveza i troškova Izvođača ne spada nabava i ugradnja srednjenaponske kableske mreže i srednjenaponskog postrojenja dio Elektroslavonija, plaćanje pristojba, taksi i komunalnih naknada, zakup snage za postojeće i novu ispravljačku stanicu te rješavanje imovinsko-pravnih odnosa.

Svi eventualni novi napojni i povratni kabele moraju biti odgovarajućeg stupnja mehaničke zaštite i presjeka , minimalnog nazivnog napona izolacije U_0/U 0,6/1kV, položeni u zemlju prema pravilima struke. Za potrebe proračuna pretpostaviti da su svi postojeći kabele bakreni kabele PVC izolacije i presjeka 500 mm². Napojni kabele ne smije napajati više sektora.

Napojni i povratni kabele ispravljačke stanice Donji Grad su neispravni i/ili dotrajali te ih treba zamijeniti. Svi eventualni novi napojni i povratni kabele smješteni ispod kolnika moraju biti odgovarajuće zaštićeni.

Svi eventualni novi kontaktni vodiči trebaju biti bakreni vodiči presjeka 100 mm². Za potrebe elektrotehničkih proračuna pretpostaviti da su svi postojeći i eventualni novi kontaktni vodiči, goli bakreni vodiči presjeka 70 mm². To je rezultat prakse da se dotrajali kontaktni vodiči mijenjaju nakon što izgube 30 % svog nazivnog presjeka.

U proračunima koristiti specifičnu vodljivost bakra u iznosu više ili jednako 54 mS/mm² i vodljivost jedne šine tračnica u iznosu od 36361 mS.

Maksimalni broj tramvaja Linije 1 ili Linije 2 na jednokolosiječnoj trasi u pojedinom sektoru računati iz sljedeće jednadžbe:

$$n = INT \left[\frac{l \cdot f}{900 \cdot v} \right] + 1$$

gdje su:

l – duljina trase u sektoru kojom prometuje razmatrana Linija iskazana u metrima

f – učestalost prometovanja razmatrane Linije iskazana u broju tramvaja po satu

v – minimalna prosječna brzina tramvaja razmatrane Linije iskazana u kilometrima na sat

Minimalna prosječna brzina tramvaja Linije 1 i Linije 2 iznosi 16,5 km/h.

INT – funkcija zaokruživanja na najbliži manji cijeli broj.

Ukoliko razmatrana linija prometuje dvokolosiječnom trasom u oba smjera dobiveni broj *n* potrebno je pomnožiti s dva.

Na dvokolosiječnoj trasi istočno od Radićeve ulice maksimalnom broju tramvaja Linije 1 na dvokolosiječnoj trasi potrebno je dodati 1 tramvaj koji predstavlja Liniju 2 ili Liniju 3.

U svakom od sektora kojim prometuje Linija 3 potrebno je dodati 1 tramvaj neovisno o duljini trase Linije 3 unutar razmatranog sektora.

Maksimalni broj tramvaja u nekom od sektora dobiva se ukupnim zbrojem maksimalnog broja tramvaja izračunatog za Liniju 1 i/ili Liniju 2 unutar navedenog sektora te uvažavajući tramvaj Linije 3 unutar vlastite petlje i tramvaj Linije 2 ili Linije 3 istočno od Radićeve ulice.

Kvalitetne elektroenergetske prilike u svakom od sektora potrebno je dokazati na sljedeći način. Ukupni maksimalni broj tramvaja za razmatrani sektor rasporediti na najnepovoljnije točke sektora sa stajališta padova napona. Najnepovoljnije točke sektora po pitanju padova napona zapravo su točke sektora najudaljenije od napojnih točaka, što za sektore s jednom napojnom točkom predstavljaju točke na krajevima sektora, a za sektore s više napojnih točaka i točke na sredini između pojedinih napojnih točaka.

Ukupni maksimalni broj tramvaja u sektoru rasporediti po najnepovoljnijim točkama sektora na način da se u pojedinu točku smješta po dva tramvaja ukoliko se radi o dvokolosiječnoj mreži, odnosno jedan tramvaj ukoliko se radi o jednokolosiječnoj mreži ili o zadnjem tramvaju do ispunjenja maksimalnog broja tramvaja u sektoru.

Ukoliko je najnepovoljnija, odnosno najudaljenija točka sektora okretište Višnjevac 2 ili Zeleno polje tada se gore navedeni tramvaji smještaju u točku izlaska s okretišta a u najudaljeniju točku okretišta smješta se teret okretišta u iznosu od 400 A.

U sektoru koji sadržava odvojak za postojeću Remizu na mjestu navedenog odvojka potrebno je smjestiti teret postojeće Remize u iznosu od 400 A.

Za potrebe proračuna padova napona pretpostaviti struju svakog od tramvaja u iznosu od 1070 A i čvrst napon izvora na sabirnicama ispravljačke stanice u iznosu od 660 V DC.

Smatra se da su u elektroenergetske prilike u razmatranom sektoru kvalitetne, odnosno zadovoljene ako je u svakom od sektora, za bilo koji raspored ukupnog maksimalnog broja tramvaja u sektoru po najnepovoljnijim točkama sektora, zadovoljen uvjet da napon na niti jednom od tramvaja ne bude manji od 440 V DC. Za svaki je sektor potrebno dokazati kvalitetne elektroenergetske prilike proračunom.

Za svaki je sektor potrebno izračunati minimalne struje kratkog spoja u skladu s normom HRN EN 61660-1:2008 ili jednakovrijedno i računski dokazati da su iste za svaki od razmatranih sektora veće od 4000 A. Minimalne struje kratkog spoja za sektore ispravljačke stanice Gornji Grad potrebno je izračunati imajući u vidu rad samo jedne ispravljačke grupe. Minimalnu struju kratkog spoja nije potrebno računati za segment mreže postojeće Remize.

II.2.2. ZAHTJEVI NA IZVEDBU KONTAKTNE MREŽE

II.2.2.1. OPĆE ODREDBE

U sklopu radova i opreme na izvedbi modernizacije kontaktne mreže moraju biti obuhvaćeni i kompletni troškovi istih zajedno sa svom ostalom neophodnom opremom i materijalom, kao i svim pripadajućim radovima neophodnim da se osigura potpuna funkcionalnost i ispunjenje svih zakonskih propisa Republike Hrvatske. Osim navedenog u istim treba biti obuhvaćena eventualna izrada sve potrebne projektne dokumentacije, ispitivanja i mjerenja. To uključuje i troškove neophodnih geodetskih radova na snimanju pozicija stupova i kontaktne mreže, prostorno i visinski, prije početka projektiranja i radova te po završetku radova, kao i geodetski elaborat koji je dio dokumentacije izvedenog stanja. Pritom, modernizaciju treba planirati, projektirati i provesti na način da ista podliježe odredbama Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19 i 98/19) uključivo izradu glavnih i izvedbenih projekata i ishođenje potrebnih suglasnosti javnopravnih tijela.

U gore navedeni obim obaveza i troškova Izvođača ne spada plaćanje pristojbi, taksi i komunalnih naknada, te rješavanje imovinsko-pravnih odnosa.

Kod projektiranja držati se seta normi HRN EN 50119, HRN EN 50122 i HRN EN 50163 ili jednakovrijedno, Pravilnika o tehničkim uvjetima i elementima za projektiranje, izgradnju i rekonstrukciju željezničke pruge gradske željeznice (NN 55/82) i drugih pravilnika i normi koji se odnose na projektiranje i izvođenje radova na tramvajskoj kontaktnoj mreži.

Stupovi kontaktne mreže postavljaju se na dvokolosiječnim prugama s vanjske strane kolosijeka.

Stupovi kontaktne mreže se dimenzioniraju prema očekivanoj nateznoj sili opterećenja kontaktne mreže.

Prema propisima za čelične cijevi, stupovi izrađeni od čeličnih cjevastih profila moraju biti zaštićeni od korozije vrućim cinčanjem prema normi HRN EN ISO 1461:2001 ili jednakovrijedno.

Vanjske površine temelja moraju biti zaštićene premazom.

Važno je napomenuti da se stupovi kontaktne mreže ugrađuju s potrebnim prednagibom kako bi pri normalnom opterećenju postigli okomit položaj.

II.2.2.2. OBUHVAT RADOVA

Radi složenost radova te otežane mogućnosti regulacije javnog i cestovnog prometa, zahvat je podijeljen u tri faze izvođenja radova koji se trebaju izvoditi i završiti paralelno sa građevinskim radovima na donjem ustroju. Faze izvođenja radova su navedene u nastavku:

1.FAZA:**LINIJA 1:**

- Strossmayerova ulica – dionica od Kanižličeve ulice do Višnjevca (sjeverni kolosijek)
- Strossmayerova ulica - dionica od Višnjevca do Trga Ante Starčevića (južni kolosijek)

Planirani radovi:

- Kontaktni vod:
- Ispravljačka stanica - Izgradnja ispravljačke stanice „Mlinska“
- Podzemna kabela mreža
- Stupovi kontaktne mreže

2.FAZA:**LINIJA 2:**

- Reisnerova ulica/Kačićeva/Kašićeva ulica/ Radićeva ulica- dionica od Županijske ulice do Ulice Europske avenije

Planirani radovi:

- Kontaktni vod
- Ispravljačka stаница - Energetska zamjena s ekološki i energetski efikasnijom opremom u Ispravljačkoj stanici „Gornji Grad“
- Stupovi kontaktne mreže

3.FAZA:**LINIJA 1:**

- Ulica Europske avenije - dionica od Radićeve ulice do Remize (južni kolosijek)

Planirani radovi:

- Kontaktni vod
- Ispravljačka stаница - Energetska zamjena s ekološki i energetski efikasnijom opremom u Ispravljačkoj stanici „Donji Grad“
- Podzemna kabela mreža
- Stupovi kontaktne mreže



Slika 1: Karta radova po fazama

II.2.2.3. POSTOJEĆE STANJE

Kontaktni vodič na gore navedenim segmentima kolosijeka je istrošen. Provjesi izlaze izvan dopuštenih granica, a poligonacija je dominantna na desnoj strani pantografa što uzrokuje njegovo nepravilno trošenje.

Stupovi kontaktne mreže većinom su u lošem stanju i potrebna je zamjena određenog broja stupova, a što je vidljivo iz odgovarajućeg nacрта.

II.2.2.4. MINIMALNI OPSEG RADOVA

Na svim navedenim segmentima radova neophodna je:

- zamjena kontaktnog vodiča te spojnog i ovjesnog sustava
- korekcija provjesa kontaktnog vodiča
- korekcija poligonacije

Na segmentu kolosijeka od Kanižlićeve ulice do starog tramvajskog okretišta na ulazu u Višnjevac (okretište Višnjevac I) na sjevernoj i južnoj strani kolosijeka kontaktna mreža mora biti projektirana i izvedena kao kontaktna mreža s konzolnim ovješanjem.

U obuhvatu radova određenom 3. fazom (u ulici Europske avenije) potrebno je izvršiti zamjenu 80 stupova kontaktne mreže (uz 80 stupova u ovoj fazi, ima još dodatnih 49 stupova koji su izvan zahvata građevinskih i elektro radova).

U obuhvatu radova određenom 2. fazom (u Reisnerovoj ulici, Kačićevoj, Kačićevoj ulici i Radićevoj ulici) potrebno je izvršiti zamjenu 80 stupa kontaktne mreže.

U obuhvatu radova određenom 1. fazom (u Strossmayerovoj ulici) potrebno je izvršiti zamjenu 49 stupova kontaktne mreže.

U sve tri faze predviđena je zamjena ukupno 258 stupova kontaktne mreže (od toga je 209 stupova u zoni zahvata građevinskih i elektro radova, a ostalih 49 stupova nalaze se izvan zone zahvata građevinskih i elektro radova).

Kod zamjene stupova koji su zajednički s javnom rasvjetom, potrebno je demontirati postojeću konzolu i rasvjetno tijelo te ju ponovno montirati na novi stup.

Naručitelj za gospodarske subjekte preporuča obilazak lokacija i uvida u postojeći dokument o položaju i stanju stupova - Interna baza prostornih podataka - koji će se obaviti sukladno dogovorenom vremenu. Gospodarski subjekt koji namjerava izvršiti obilazak lokacija uz obveznu najavu kod Naručitelja i to elektroničkom poštom na adresu gpp@gpp-osijek.com, a u najavi treba navesti: podatke o predmetu nabave (naziv i evidencijski broj nabave) te podatke o gospodarskom subjektu (naziv i adresa, OIB, kontakt telefon, kontakt osobu te popis osoba koje će nazočiti obilasku lokacija).

II.2.2.5. ZAHTJEVI

Svi novoprojektirani stupovi kontaktne mreže i zajednički stupovi javne rasvjete i kontaktne mreže te pripadajući temelji moraju se dimenzionirati sukladno proračunu kontaktne mreže uvažavajući sve odredbe pravilnika i normi važećih u RH. Kod

određivanja točne lokacije obavezno se mora voditi briga o minimalnoj udaljenosti bližeg brida novog stupa od bližeg tramvajskog kolosijeka koja ne smije biti manja od:

- Na ravnom dijelu pruge 1,75 m
- Na tramvajskom stajalištu 2,00 m
- U zavoju 1,85 m.

Pri proračunu stupa mora se uzeti u obzir (za izračun i izvedbu):

- horizontalno i vertikalno opterećenje kontaktne mreže,
 - visinu hvatišta horizontalne sile (na 8,0 m od gornjeg ruba tramvajske tračnice GRT-a),
 - ostala opterećenja na stup,
 - faktor sigurnosti,
 - stupovi moraju biti antikorozivno zaštićeni izvana i iznutra,
 - bilo koji tip stupa mora imati dodatno pojačanje, s rupom (navoj M12) za uzemljenje na tračnicu na visini 20 cm od okolnog tla okrenuto prema tramvajskom kolosijeku,
 - stup koji nosi samo kontaktnu mrežu mora na vrhu stupa imati kapu,
 - za sve stupove mora se odrediti veličinu protunagiba u odnosu na definiranu rezultatnu silu - nakon ukopa i opterećenja rezultatnom silom, stup mora doći u normalni okomiti položaj.
- Svi novoprojektirani stupovi kontaktne mreže, kao i zajednički stupovi javne rasvjete i kontaktne mreže montiraju se sukladno Pravilnika o tehničkim uvjetima i elementima za projektiranje, izgradnju i rekonstrukciju željezničke pruge gradske željeznice (NN 55/82): na temelj stupa učvršćen temeljnim vijcima, ili u temelj u kojem je izrađena rupa nešto većeg promjera od stupa.
 - Visina kontaktnog vodiča od gornjeg ruba tračnice određuje se projektom, a sukladno pravilniku o tehničkim uvjetima i elementima za projektiranje, izgradnju i rekonstrukciju željezničke pruge gradske željeznice (NN 55/82) i normi HR EN 50122-1 ili jednakovrijedno.
 - Novi kontaktni vodiči trebaju biti bakreni vodiči tipa i presjeka Ri 100 mm².
 - Poligonacija kontaktnog vodiča ne smije prelaziti 300 mm uz najnepovoljnije uvjete (utjecaj vjetra).
 - Izolacija kontaktne mreže treba biti projektirana sukladno maksimalnim trajnim i privremenim naponima i prenaponima iskazanim u normi EN 50163 ili jednakovrijedno za istosmjerni nazivni napon mreže 750VDC.
 - Pri izboru tipa kontaktne mreže voditi brigu da vijek trajanja mreže bude što je moguće duži, trošenje vodiča što manje, te da se tijekom eksploatacije što manje treba intervenirati u mrežu (zatezanja, kvarovi, pucanje žice).
 - Kontaktna mreža projektira se za maksimalnu brzinu vožnje koju je moguće postići uz uvjet zadržavanja postojećeg razmaka/pozicije stupova.
 - Nosive konstrukcije trebaju biti odabrane za najnepovoljnija opterećenja glede temperature okoline (+40°C, -20°C ili -5°C + led i vjetar), što je u skladu s važećim propisima.
 - Za kontaktnu mrežu koja se rekonstruira izvodi se analitički proračun. U proračunu se uzima najnepovoljniji slučaj opterećenja, što podrazumijeva težinu kontaktnog vodiča s dodatnom težinom leda (kod temperature -5°C) i maksimalno dozvoljenom silom u

kontaktnom vodiču koja nastaje kod temperature -20°C . (EN HRN 50119 ili jednakovrijedno).

- Za dijelove mreže koji su znatno složeniji (križišta, zaokretnice, skretnice i dr.) radi se grafički proračun.
- Uzemljenje stupova kontaktne mreže mora se izvesti sukladno važećim normama HRN EN 50122-1, HRN EN 50122-2 ili jednakovrijedno.
- Stupovi na koje se ugrađuju uređaji pojne točke, uređaji rasklopca, skretnice ili uređaji drugih sudionika, trebaju biti uzemljeni na tramvajsku tračnicu finožičanim bakrenim kabelom 120 mm.
- Zaštita od prenapona kontaktne mreže provodi se uređajima za prenaponsku zaštitu (iskrišta i ventilni prenaponski uređaji). Odvodnici prenapona se ugrađuju na svakoj pojnoj točki, na rasklopcima sa svake strane sekcionera, na ulazima u objekte i na krajevima mreže gdje je prvi odvodnik prenapona udaljen više od 500 m.
- Svi odabrani dijelovi kontaktne mreže moraju posjedovati atestnu dokumentaciju.
- Kabelski prespoji tramvajskih tračnica izvode se bakrenim kabelom $1 \times 120 \text{ mm}^2$ svakih 50 m za tračnice istog kolosijeka, odnosno svakih 250 m za tračnice susjednih kolosijeka. Kabelski priključak se izvodi u metalnom ormariću.
- Ponuditelj, odnosno njegov projektant, dužni su za potrebe izrade projektne dokumentacije i proračuna utvrditi sva buduća opterećenja koja će djelovati na stupove uključujući utvrđivanje iznosa postojećih opterećenja koja će djelovati na buduće nove stupove, te projektirati kontaktnu mrežu na način da djelovanja na postojeće stupove koji se zadržavaju ne pređe postojeća djelovanja.

III. OSTALO

III.1. FAZNOST GRADNJE I KOORDINACIJA

Ponuditelj je obavezan napraviti plan izvedbe prethodno opisane modernizacije tramvajske infrastrukture Grada Osijeka raščlanjen u pojedine faze. Navedeni plan mora biti odobren od strane Investitora, i isti se, gdje god je to moguće, **mora uskladiti s građevinskim radovima na tramvajskoj pruzi.**

Osim navedenog plan izvedbe mora uvažiti i sljedeće:

- odvijanje radova u tijeku manjeg intenziteta prometa, kao što su ljetna razdoblja i noćne smjene
- izvedba što kraće obustave prometa kako GPP-a, tako i u gradu sa što manjim obuhvatom istog
- izvedba što kraćeg beznaponskog stanja u tramvajskoj mreži sa što manjim obuhvatom istog
- usklađenost sa svim javnopravnim tijelima i ostalim projektantima i izvođačima radova na modernizaciji tramvajske infrastrukture Grada Osijeka

U dijelovima radova u kojima se ponuditelj nije u mogućnosti uskladiti s građevinskim radovima na tramvajskoj pruzi isti je u sklopu ove ponude obavezan izraditi

odgovarajuće projekte privremene regulacije prometa i svu ostalu dokumentaciju i dozvole neophodnu za izvođenje radova.

Koordinacija radova sa svim potrebnim javnopravnim tijelima i policijom, te svim ostalim projektantima i izvođačima radova na modernizaciji tramvajske infrastrukture Grada Osijeka mora biti uključena u ponudu.

III.2. ZBRINJAVANJE DEMONTIRANE OPREME I OTPADA

Sva postojeća oprema predviđena za demontažu i uklanjanje, kao i sav pripadajući otpad nastao tijekom radova, mora biti uklonjena i ekološki zbrinut o trošku Izvođača. U slučaju da Investitor odluči zadržati dio postojeće opreme, ista će se o trošku Izvođača prevesti na skladište i/ili deponij određen od strane Investitora.

III.3. PROJEKTNI ZADATAK

Ovim projektnim zadatkom određeni su minimalni zahtjevi Investitora u pogledu opsega radova i tehničke izvodljivosti. Ponuđaču se preporuča prije predaje ponude, upoznati se sa stvarnim stanjem ispravljačkih stanica, kableske i kontaktne mreže koja je predmet ovog projektnog zadatka. Tehnički parametri u tehničkom rješenju moraju biti dokazani proračunima temeljenim na parametrima danim u poglavlju III.2.1. Tehničko rješenje ne smije po svojem opsegu predviđenih radova niti po tehničkoj složenosti biti ispod, ovim projektnim zadatkom, traženog.

III.4. NORME I ZAKONI

Izvoditelj se mora pridržavati svih važećih normi. Također se zahtijeva usklađenost sa svim važećim zakonima Republike Hrvatske prvenstveno Zakonom o gradnji, Zakonom o zaštiti od požara i Zakonom o zaštiti na radu.

Popis glavnih normi za projektiranje, odabir opreme i izvođenje radova:

HRN EN 62271-1:2017 ili jednakovrijedno Visokonaponska sklopna aparatura -- 1. dio: Zajedničke specifikacije za sklopne aparature izmjenične struje (IEC 62271-1:2017; EN 62271-1:2017 ili jednakovrijedno)

HRN EN 60076-11:2018 ili jednakovrijedno Energetski transformatori -- 11. dio: Suhi transformatori (IEC 60076-11:2018; EN IEC 60076-11:2018 ili jednakovrijedno)

HRN EN 60146-1-1:2011 ili jednakovrijedno Poluvodički pretvarači -- Opći zahtjevi i mrežom komutirani pretvarači -- Dio 1-1: Specifikacije temeljnih zahtjeva (IEC 60146-1-1:2009; EN 60146-1-1:2010 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50123-6:2007 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Stabilna postrojenja -- Istosmjerna rasklopna postrojenja -- 6. dio: Sklopovi istosmjernih rasklopnih postrojenja (EN 50123-6:2003 ili jednakovrijedno)

HRN EN 61660-1:2008 ili jednakovrijedno Struje kratkog spoja u pomoćnim sustavima istosmjernog razvoda u elektranama i transformatorskim stanicama -- 1. dio: Proračun struja kratkog spoja (IEC 61660-1:1997; EN 61660-1:1997 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50119:2011 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Stabilna postrojenja -- Nadzemni kontakti vodovi u električnoj vuči (EN 50119:2009 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50122-1:2011/A1:2013 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Stabilna postrojenja -- Električna sigurnost, uzemljivanje i povratni krug -- 1. dio: Zaštitne mjere protiv električnog udara (EN 50122-1:2011/A1:2011 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50122-2:2011 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Stabilna postrojenja -- Električna sigurnost, uzemljivanje i povratni krug -- 2. dio: Mjere protiv učinaka lutajućih struja od istosmjernih sustava vuče (EN 50122-2:2010 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50122-3:2011 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Stabilna postrojenja -- Električna sigurnost, uzemljivanje i povratni krug -- 3. dio: Međusobno djelovanje izmjeničnih i istosmjernih sustava vuče (EN 50122-3:2010 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50163:2007 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Naponi napajanja vučnih sustava (EN 50163:2004 ili jednakovrijedno)

HRN EN 50119:2011 ili jednakovrijedno Željeznički sustav -- Stabilna postrojenja -- Nadzemni kontakti vodovi u električnoj vuči (EN 50119:2009 ili jednakovrijedno)