

RTP 110/20 kV VOJNIK

Gradbene inštalacije

Tehnični opis

ESOTECH, d.d.

Preloška c. 1

SI-3320 Velenje, Slovenija

Tel: +386 3 8994 500

Faks: +386 3 8994 503

E-Mail: info@esotech.si

Spletna stran: www.esotech.si

Podatki o projektu:

Opis: RTP 110/20 kV VOJNIK
Številka projekta: 1144/2016
Leto izdelave: 2018

Kazalo vsebine

1.	TEHNIČNO POROČILO	4
1.1.	Splošno o projektu	4
1.2.	Lokacija.....	4
1.3.	Osnovni podatki	5
1.4.	Meje projekta	6
1.5.	Križanja in približevanja telekomunikacijskim vodom.....	7
1.6.	Gradbene inštalacije	9
1.6.1.	Razsvetljava	9
1.6.2.	Vtična gnezda in mala moč	9
1.7.	Protipožarna zaščita	10
1.8.	Telefonija in računalniška mreža	11
1.9.	Tehnično varovanje.....	11
1.9.1.	Splošno.....	11
1.9.2.	Avtomatsko odkrivanje in javljanje vloma	11
1.9.3.	Video nadzor.....	12
1.10.	Kontrola pristopa.....	12
1.11.	Ozemljitev in strelovodna napeljava	13
1.11.1.	Ozemljitev	13
1.11.2.	Strelovodna napeljava.....	14
1.11.3.	Izenačitev potencialov	14
1.12.	Zaščitni ukrepi – zaščita pred električnim udarom	20
1.12.1.	Osnovna zaščita (zaščita pred neposrednim dotikom)	20
1.12.2.	Zaščita ob okvari (zaščita pri posrednem dotiku).....	20
1.12.2.1.	Zaščitna ozemljitev in zaščitna izenačitev potencialov	20
1.12.2.1.1.	Zaščitna ozemljitev	20
1.12.2.1.2.	Zaščitna izenačitev potencialov	21
1.13.	Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki	21
1.14.	Tehnični izračuni in dimenzioniranje.....	23
1.14.1.	Bilanca moči	23
1.15.	Dimenzioniranje NN kablov	24
1.15.1.	Splošno.....	24
1.16.	Zaščita pri preobremenitvenem toku	24
1.16.1.	Koordinacija med vodniki in preobremenitvenimi zaščitnimi napravami.....	24
1.17.	Kontrola zaščite pred kratkostičnim tokom	25
1.17.1.	Splošno.....	25
1.18.	Kontrola padcev napetosti.....	25
1.18.1.	Splošno.....	25
1.19.	Kontrola učinkovitosti zaščite ob okvari (pri posrednem dotiku).....	27
1.19.1.	Splošno.....	27
1.19.2.	Lokalni pogoji:.....	27
1.20.	Kontrolni izračun dimenzioniranja kablov in zaščitnih naprav	28
1.21.	Ozemljitve	28
1.22.	Izračun ocene tveganja	32
1.23.	Izračun razsvetljave	33
1.23.1.	Izračun splošne in varnostne razsvetljave	33
2.	RISBE.....	34
3.	PRILOGE	35

1. TEHNIČNO POROČILO

1.1. Splošno o projektu

Za potrebe napajanja in izboljšanja slabih napetostnih razmer na širšem območju Vojnika, je predvidena izgradnja novega objekta RTP 110/20 kV Vojnik. RTP Vojnik bo priključen na dvo-sistemski daljnovod 2 x 110 kV Maribor – RTP Trnovlje tako, da bo en sistem vzankan na novo 110 kV stikališče v RTP Vojnik. Predvideno mesto vključitve RTP Vojnika v 110 kV prenosno omrežje je stojno mesto št. 180.

RTP 110/20 kV Vojnik je načrtovan vzporedno z Nadzorništvo Vojnik in bo varovan z ograjo.

Za RTP je predviden dvoetažni zidani objekt velikosti 27,5 x 20 m, v katerem bo nameščena elektro opreme:

- Nadstropje 20 kV stikališče, komandni prostor
- Pritličje Kabelski VN prostor, prostor za GIS opremo, prostor za Petersenovi dušilki, prostor kompenzacije, AKU prostor, prostor za 0,4 kV opremo
- Klet Kabelski VN prostor, kabelski hodnik
- Zunanji del objekta Ločena odprta boksa za energetska transformatorja

Energija se bo preko dveh energetskih transformatorjev TR 110/20 kV, nazivne moči 31,5 MVA, **z možnostjo kasnejše nadgradnje na 40 MVA**, transformirala na 20 kV nivo in napajala 20 kV stikališče.

Objekt bo daljinsko voden in sicer iz DCV Elektro Celje in RCV Eles.

1.2. Lokacija

Lokacija predvidena za gradnjo nove RTP 110/20 kV Vojnik bo na jugu ob robu Poti v Lešje, na vzhodu in severu vzporedno z ograjo Nadzorništvo Vojnik, na zahodu pa po zahodnem robu poljske poti.

Lokacija RTP 110/20 kV Vojnik bo na parcelah:

- 814/3, k.o. Vojnik - trg

1.3. Osnovni podatki

- Naziv objekta: RTP 110/20 kV VOJNIK
- Obseg gradnje:
 - 110 kV stikališče oklopljena (GIS) izvedba z SF6 izolacijo,
 - prostor za dva energetska transformatorja 110/20 kV, 31,5 (40) MVA,
 - 20 kV stikališče,
 - komandni in telekomunikacijski prostor, ostali tehnološki in pomožni prostori,

Nova razdelilna postaja RTP 110/20 kV Vojnik ima distributivni namen transformacije in razdelitve el. energije za široko potrošnjo in industrijo. Distribucijski odjem električne energije je namenjen za področje Vojnika z okolico.

V ločenih prostorih zidanega objekta velikosti (27,5 x 20 m) bo nameščena elektro oprema.

Energetska transformatorja TR1 in TR2 bosta nameščena v odprtem transformatorskem boksu.

Pod energetske transformatorjema bodo lovilci olj in oljni jami.

Primarna oprema 110 kV stikališča bo po posameznih poljih v kovinsko oklopljenih enotah z izolacijo plina SF6. Enote bodo med seboj povezane z zbiralnicami. Vsa polja bodo postavljena v zaprti skupni prostor s kletnim delom za razvod VN kablov.

Primarna oprema 20 kV stikališča bo po posameznih celicah v kovinsko izoliranih enotah.

Celice bodo medsebojno povezane z zbiralnicami v štiri sektorje.

Vse celice bodo postavljene v zaprti skupni prostor s kletnim delom za razvod VN kablov.

1.4. Meje projekta

Obravnavana dokumentacija zajema samo gradbene inštalacije v naslednjem obsegu:

- NN razdelilna omara za napajanje gradbenih inštalacij,
- Horizontalni in vertikalni razvod po objektu,
- Razsvetljava:
 - splošna razsvetljava,
 - varnostna razsvetljava in
 - zunanja razsvetljava,
- Napajanje splošnih porabnikov male moči za servisiranje in čiščenje,
- Napajanje terminalske in računalniške opreme,
- Napajanje tehnoloških porabnikov in naprav za ogrevanje in prezračevanje,
- Izenačitev potencialov ter prenapetostna zaščita,
- Avtomatsko odkrivanje in javljanje požara,
- Vlom in kontrola pristopa,
- Video nadzor,
- Strelvodna naprava;

Načrt električnih napeljav, naprav in opreme je izdelan po veljavnih tehničnih predpisih, tehničnih smernicah in standardih (TSG-N-002:2013, TSG-N-003:2013,...), ter usklajen z gradbenimi načrti, načrti strojnih instalacij, načrti notranje opreme, upoštevane pa so tudi želje investitorja.

1.5. Križanja in približevanja telekomunikacijskim vodom

Na območju gradnje RTP 110/20 kV Vojnik je obstoječe TK omrežje. Zaradi predvidene gradnje objekta RTP Vojnik, je potrebno obstoječo infrastrukturo ustrezno zaščititi, da med gradnjo ne pride do poškodb.

Na mestih kjer bo TK omrežje oviralo gradnjo je potrebna njegova zaščita in položitev rezervnih cevi po celotni dolžini pri prečkanju obstoječe trase (pri Telekom Slovenije d.d. so tipske cevi premera 110 mm ali 125 mm) ali prestavitev, katera se izvede pod nadzorom in po navodilih predstavnika Telekom Slovenije d.d. Rezervne cevi se ustrezno zaščitijo in zaprejo na obeh straneh.

Obstoječi naročniški TK priključki se določijo z zakoličbo pred pričetkom gradnje.

Vsa križanja in/ali približevanja obstoječim TK vodom bodo izvedena skladno z veljavnimi predpisi.

Investitorja bremenijo stroški odprave napak, ki bi nastale zaradi del na omenjenem objektu, kakor tudi stroški zaradi izpada prometa, ki bi nastali zaradi tega.

Nasim ali odvzem materiala, ter gradnja objektov, postavljanje opornih zidov, ograj ali sajenje drugih trajnih nasadov nad traso obstoječega TK kabla ni dovoljen.

Najmanj 30 dni pred pričetkom del je potrebno obvestiti upravljavca telekomunikacijskega omrežja, natančno zakoličiti trase telekomunikacijskega omrežja in določiti ukrepe za zaščito telekomunikacijskega omrežja med gradnjo novega objekta RTP 110/20 kV Vojnik

Za prestavitev TK naprav mora investitor pridobiti potrebna dovoljenja in soglasja lastnikov zemljišč.

Gradbena dela v bližini telefonskega podzemnega omrežja je potrebno obvezno izvajati z ročnim izkopom, pod nadzorom strokovnih služb Telekoma Slovenije, ki bodo za konkreten primer določile še dodatne potrebne ukrepe za zaščito TK omrežja. V telefonskih kabelskih jaških ne smejo potekati vodi drugih komunalnih napeljav.

Vsa dela v zvezi z zaščito in prestavitvami tangiranih TK kablov izvede Telekom Slovenije, d.d. (ogledi, izdelava tehničnih rešitev in projektov, zakoličbe, izvedbe del in dokumentiranje izvedenih del) na osnovi pismenega naročila investitorja ali izvajalca del in po pogojih nadzornega Telokom Slovenije.

Stroški ogleda, izdelava projekta zaščite in prestavitev TK omrežja, zakoličbe, zaščite in prestavitve TK omrežja, ter nadzora bremenijo investitorja gradbenih del. Prav tako

bremenijo investitorja tudi stroški oidprave napak, ki bi nastale zaradi del na omenjenem objektu, kakor tudi stroški zaradi izpada prometa, ki bi zaradi tega nastali. Vsako poškodbo je potrebno takoj javiti na tel. št. 080 1000.

Investitor je po zaključku del, ter pred izvedbo tehničnega pregleda oz. pred izdajo uporabnega dovoljenja za navedeno gradnjo dolžan pri upravljalcu TK omrežja naročiti kvalitativni pregled izvedenih del prestativte oz. zaščite tangiranega TK omrežja in si pridobiti pisno izjavo o izpolnjenih pogojih.

Eventualno križanje SN 20 kV kablovoda in telekomunikacijskega kabla bo izvedeno na navpični oddaljenosti najmanj 0,5 m. Kot križanja mora biti praviloma 90°, ne sme pa biti manjši od 45°.

Če te oddaljenosti ni mogoče zagotoviti, je potrebno energetski kabel položiti v železno cev Ø 160mm, dolžine 2 do 3 m, telekomunikacijski kabel pa v plastično cev Ø 110 mm ali 125 mm iste dolžine. Tudi v tem primeru vertikalni odmik ne sme biti manjši od 0,3 m.

Pri vzporednem vodenju SN 20 kV kablovoda in telekomunikacijskega kabla mora znašati vodoravna oddaljenost najmanj 1 m.

Če navedene oddaljenosti ni mogoče zagotoviti je na kritičnih mestih potrebno energetske kable položiti v železne cevi, telekomunikacijske pa v betonske bloke, termoplastične cevi, oziroma uporabiti drugi ustrezni zaščitni ukrep. Tudi v tem primeru ne sme biti vodoravna oddaljenost manjša od 0,3 m.

1.6. Gradbene inštalacije

Razvod glavne napetosti =LR+ND je locirana v 0,4 kV prostoru v pritličju. Dovod električne energije bo izveden iz transformatorja lastne rabe 20/0,4 kV, 160 kVA. Iz omare se bo napajala omara izmenične lastne rabe in gradbenih inštalacij. Predvideni so tudi rezervni odcepi. Gradbene inštalacije se bodo napajale iz NN razdelilne omare =RR1, prostostoječe omare nameščene v 0.4 kV prostoru v pritličju.

1.6.1. Razsvetljava

Ob upoštevanju varčevanja z električno energijo bo splošna razsvetljava v objektu generalno izvedena s fluorescentnimi svetilkami z elektronsko predstikalno napravo v skladu z zahtevami investitorja oz. rešitvami arhitekta.

Tako bo razsvetljava v komandnem prostoru in kletnih prostorih izvedena podometno s fluorestenčnimi svetilkami, ki bodo montirane direktno v/na strop. Vkllop razsvetljave bo s stikali ob vvhodih v prostor.

Na evakuacijskih poteh in izhodih bodo nameščene avtonomne svetilke z akumulatorsko baterijo za varnostno razsvetljavo s piktogrami z avtonomijo 1h. Predpisana varnostna osvetljenost površin v prostorih je 0,5lx, na vseh evakuacijskih poteh 1lx, v bližini požarnovarstvene opreme kot so hidranti, gasilniki, ročni javljalniki ter opreme za prvo pomoč pa 5lx do oddaljenosti 2m.

Celotna instalacija za razsvetljavo v stavbi bo izvedena podometno predvsem s kabli NYM-J-3x1,5 mm².

Zunanja razsvetljava bo izvedena z zunanjimi svetilkami, ki bodo nameščene na fasadi objekta. Zunanja razsvetljava bo izvedena s simetričnimi LED reflektorji 20W s senzorjem in asimetričnimi LED reflektorji 107W. Vkllop reflektorjev bo preko sezorja oziroma preko stikal.

1.6.2. Vtična gnezda in mala moč

Za potrebe čiščenja in servisiranja prostorov bo v vsakem prostoru izvedeno zadostno število enofaznih vtičnic 230V, 16A, podometne izvedbe, ki bodo nameščene na višino 0.5 m od gotovih tal. Tokokrogi male moči bodo ločeni od tokokrogov za razsvetljavo.

Inštalacije vtičnic in porabnikov bodo izvedene s kablom NYM-3x2.5mm², ki bodo uvlečeni v inštalacijsko cev. Vse vtičnice bodo z zaščitnim kontaktom in po specifikaciji tudi z zaščitnim pokrovom.

Za potrebe servisiranja ter remonta bo izvedeno zadostno število ustreznih tipskih vtičničnih gnezd z vgrajenimi trifaznimi industrijskimi priključnicami za 32A in 16A ter enofaznimi 16A tako kot je to razvidno iz risb dispozicije opreme. Vtičnična gnezda bodo smiselno razporejena po celotnem objektu, nadometne izvedbe v ustrezni IP65 zaščiti nameščene na steno ali na konstrukcijo na višino najmanj 1,4m od gotovih tal.

1.7. Protipožarna zaščita

Največjo požarno obremenitev na zunanjem delu platoja predstavljata energetska transformatorja. Transformatorja bosta postavljena na svoj temelj. Pod njima se nahajata oljni jami z oljnimi lovilci. Na oljnem lovilcu bo nameščena mreža s prodnatimi kamni oz. peskom. Ostali VN aparati ne predstavljajo požarne ogroženosti.

Ohišje stikališča bo iz negorljivega materiala (beton), vsa zgrajena oprema bo preizkušena in bo ustrezala veljavnim domačim in tujim standardom. Vse prehodne odprtine, skozi katere bodo potekali kabli, bodo tesnjene z ognjeodpornim kitom oz. požarnimi blazinicami.

V celotnem objektu bo potrebno izvesti avtomatsko odkrivanje in javljanje požara skladno s zasnovo požarne varnosti. Varovanje pred požarom bo izvedeno s pomočjo protipožarne centrale za avtomatsko odkrivanje in javljanje požara z ustrezno priključno kapaciteto javljalnih elementov, AKU baterijo ter izhodom za prenos alarmnega signala na protivlomno centralo.

Centrala =PPC bo nameščena v pritličju v neposredni bližini vhoda v objekt. Avtomatsko odkrivanje in javljanje požara bo izvedeno s pomočjo adresnih javljalnikov. Poleg optičnih dimnih javljalnikov so predvideni tudi ročni javljalniki požara, ki bodo nameščeni ob glavnih izhodih posameznih prostorov oz. etaž.

Javljanje požara bo lokalno izvedeno s pomočjo elektronske sirene.

V primeru požara bo izvedeno posredovanje alarmnih signalov iz protipožarne centrale =PPC na adresne vmesnike, kateri bodo odklapljali napajanje za prezračevanje in klimatizacijo. Alarmiranje bo možno tudi preko telefona.

Izvedena bo adresna mikroprocesorska centrala, ki bo omogočala priključitev adresnih javljalnikov. Vsak javljalnik bo imel svojo addresso, sistem pa bo omogočal točno lokacijo alarma ali napake.

Za celoten objekt bo uporabljena dvozančna požarna centrala z možnostjo priključitve do 1 x 128 adresnih javljalnikov in adresnih vmesnikov.

Ob vsakem aktiviranju kateregakoli adresnega javljalnika se bo na osvetljenem LCD displayu pokazal točen opis lokacije javljanja.

Napajanje centrale bo izvedeno iz razdelilnika izmenične nujne lastne rabe, s svojim tokokrogom s posebej označeno varovalko.

V primeru izpada napajanja bo imela centrala 48 urno rezervno napajanje v normalnem stanju iz svojih akumulatorskih baterij, nameščenih v ohišju centralne enote. V poteku tega časa pa naj ima centrala še 0,5 ure avtonomije v alarmnem stanju.

V primeru alarma se bo signal posredoval po telefonski liniji na ustrezen lokalni center obveščanja tehničnega varovanja ali gasilce.

Inštalacija adresne zanke

Inštalacija za javljanje požara bo izvedena s kabli J-Y(ST)Y LG 1x2x0.8, ki bodo položeni v betonski plošči in stenah ter v votlih stenah uvlečeni v inštalacijske cevi za vertikalno in horizontalno polaganje v beton.

Pri polaganju vodnikov je potrebno paziti, da poteka adresna linija od požarne centrale neprekinjeno od javljalnika do javljalnika brez odcepnih doz in podaljškov.

Inštalacije za javljanje požara bo potrebno voditi ločeno od ostalih jakotočnih inštalacij in sicer min. 20 cm.

Pri nameščanju elementov adresne zanke je potrebno vsak element označiti s pripadajočo oznako razvidno v projektu.

Avtomatski javljalniki bodo povezani v adresno linijo, ki ne bo formirana na posamezne prostore, kljub temu pa je zaradi naslavljanja posameznih javljalnikov takoj razvidna lokacija napake ali požara.

Ročni javljalniki bodo adresni in bodo na isti adresni zanki kot avtomatski. V primeru aktiviranja bodo takoj sprožili vse stopnje alarma istočasno.

1.8. Telefonija in računalniška mreža

Vse telekomunikacijske inštalacije bodo izvedene s kabli FTP-KAT.6 ustreznega preseka in števila žil, položene v sekundarni strop na svoje kabelske police, deloma v parapetni kanal ali pa bodo uvlečeni v zaščitno inštalacijsko cev. Vtičnice bodo nameščene v parapetni kanal oz. v inštalacijski stebriček ali pa podometno na višino najmanj 0,4m od tal. Vse telekomunikacijske povezave bodo zbrane v vozlišču (omara =TK), ki se bo nahajal v komandnem prostoru.

Vožlišče bo povezano znotraj internega omrežja Elektra Celje.

1.9. Tehnično varovanje

1.9.1. Splošno

Pod tehnično varovanje razumemo naslednje:

- Avtomatsko odkrivanje in javljanje vloma,
- Video nadzor

1.9.2. Avtomatsko odkrivanje in javljanje vloma

V komandnem prostoru v nadstropju objekta se nahaja prostor, kjer bo nameščena adresabilna protivlomna centrala =AC, kjer bo koncentracija vseh vodilnih kablov. Vodilni kabli bodo tipa LiYCY 2x0,5mm² + 4x0,22mm² in bodo povlečeni od protivlomne centrale do točke, kjer bodo nameščeni adresabilni vmesniki (ADI) za priklop senzorike in tipkovnice za izklop varovanja.

Od adresabilne naprave do senzorjev bo položeno ustrezno število kablov LiYCY 2x0,5mm² + 4x0,22mm². Protivlomna centrala bo prikjučena na napajanje s svojim tokokrogom - varovalko.

Tehnično varovanje pred vlomom bo izvedeno z IR/MW javljalniki gibanja in vgrajenimi magnetnimi stikali na vhodnih vratih objekta. Vsi javljalniki in magnetna stikala bodo

povezani preko žične povezave na protivlomno centralo. Nameščena bo mikroprocesorska centrala, ki omogoča priključitev do 8 protivlomnih alarmnih linij na katerih je lahko eden ali več javljalnikov. Javljalniki bodo logično razporejeni na alarmne linije, s čimer bo omogočeno lažje evidentiranje točne lokacije vloma ali napake.

Na fasadi objekta bo nameščen tudi akustični signalizator vloma.

Centrala z vgrajenimi akumulatorji omogoča tudi avtonomijo delovanja v času izpada omrežne napetosti.

V primeru alarma bo poleg lokalnega signaliziranja omogočen prenos signala preko predvidene Ethernet povezave na ustrezen lokalni center tehničnega varovanja.

1.9.3. Video nadzor

Na objektu bo nameščen tudi videonadzor. Omogočeno bo oddaljeno spremljanje slike preko telefonske podatkovne linije. Izveden bo z IP megapixel kamerami nameščenimi na fasadi objekta, katere bodo preko PoE stikala priključene na interno omrežje Elektra Celje. Tako bo možno spremljanje kamer iz drugih lokacij, seveda z ustrezno varovanim geslom.

V primeru izpada električne energije bo videonadzorni sistem podprt tudi z UPS sistemom.

1.10. Kontrola pristopa

Vstop osebja bo registriran preko čitalcev kartic, nameščenih ob vstopu v objekt.

V ta namen bo osebni prehod (ograja) opremljen z električno ključavnico in čitalcema kartic na obeh straneh prehoda. Drsna vrata (ograja) bodo opremljena s čitalcem kartic na vstopu in indukcijsko zanko na izstopu. Glavni vhod v objekt bo opremljen z električno ključavnico in čitalcem kartic na vstopu. Vsi naštetni elementi bodo priključeni na krmilno enoto kontrole pristopa =KD, ki se bo nahajala v komandnem prostoru v nadstropju objekta in se bo napajala iz razdelilnika gradbenih inštalacij =RR1. Krmilna enota z vgrajenimi akumulatorji omogoča tudi avtonomijo delovanja v času izpada omrežne napetosti.

V primeru alarma bo poleg lokalnega signaliziranja omogočen prenos signala preko Ethernet povezave na ustrezen lokalni center tehničnega varovanja. Kabelska povezava med krmilno enoto in električnimi ključavnicami ter čitalcem kartic bo izvedena s kablom LiYCY 4x0,75mm².

1.11. Ozemljitev in strelvodna napeljava

1.11.1. Ozemljitev

Vse ozemljitve v RTP 110/20 kV Vojnik so dimenzionirane in projektirane po standardu SIST EN 50522. Ozemljitev v RTP 110/20 kV Vojnik bo zajemala naslednje:

- zazankana ozemljitev platoja postaje
- obroč za oblikovanje potenciala na zunanji strani RTP-ja
- ozemljilo objekta postaje
- armature temeljev objekta
- ozemljitev trase VN kablov

Na opisani ozemljitveni sistem bodo v skladu s predpisi priključene naslednje ozemljitve:

- visokonapetostna zaščitna ozemljitev
- visokonapetostna obratovalna ozemljitev
- nizkonapetostna zaščitna ozemljitev
- nizkonapetostna obratovalna ozemljitev
- strelvodna ozemljitev

Ozemljitev platoja bo izvedena z Rf valjancem ali bakreno vrvjo v obliki ploskve mrežne ozemljitve, ki bo v rastru 10x10m min na globini 0.8 m vkopan v zemljo in pa v enakem rastru tudi pod samim objektom. V objektu se kot temeljno ozemljilo predvidi FeZn valjanec v obliki ploskve mrežne ozemljitve (5x5m) z vertikalnimi povezavami do prostorov v kleti in pritličju, ki se poveže s celotno armaturo objekta.

Sam obroč za oblikovanje potenciala zunaj ograde RTP-ja bo izveden kot samostojno ozemljilo. Rf valjanec oz. bakrena vrv bo vkopana v zemljo v obliki potencialnega lijaka v treh nivojih.

Ozemljitve morajo biti izvedene v skladu s standardom SIST EN 50522, januar 2011 (Ozemljitve elektroenergetskih postrojev, ki presegajo 1 kV izmenične napetosti).

Zaradi nevarne napetosti dotika bodo vsi kovinski deli v objektu, ki v normalnem obratovalnem stanju niso pod napetostjo, medsebojno povezani in ozemljeni. Na ozemljitev bo potrebno vezati:

- vse konstrukcije električnih aparatov v VN postroju bodo povezane s kovinskimi okovji celice, le-te pa bodo potem povezane na ozemljilo;
- prav tako bo potrebno povezati nosilce transformatorja;
- premostiti bo potrebno vsa vrata in okvirje oken z zaščitnim vodnikom;
- sekundarne kroge tokovnih merilnih transformatorjev;
- ohišja odklopnikov, ločilnikov in odvodnikov prenapetosti;
- kovinske plašče kablov, armature kablov;
- zaščitne mreže in pregrade.

Po končani montaži ozemljila bo potrebno izvesti meritve. Opravljene morajo biti naslednje meritve:

- ozemljitvene upornosti
- razdelitev potenciala
- napetost dotika in koraka
- strelovodnih odvodov

1.11.2. Strelovodna napeljava

Zunanja strelovodna napeljava na objektu bo sestavljena iz lovilcev (naprava za lovitve strele), glavnih in pomožnih odvodov (naprave za odvajanje strele) in pa ozemljila (naprave za prehajanje toka v zemljo). Lovilna mreža in odvodi bodo izvedeni z žico Al \varnothing 10 mm.

Objekt bo imel poleg glavnih odvodov tudi pomožne (kovinski odtoki). Vsi glavni odvodi bodo imeli merilna mesta na višina približno 2 m od tal, izvedene v tipski merilni omarici, nameščeni na fasadi objekta. Za ta objekt je predvidenih 10 glavnih odvodov. Pomožni odvodi se bodo na ozemljilo povezali preko tipske žlebne objemke.

1.11.3. Izenačitev potencialov

V našem delu bomo izvedli povezave na ozemljitveni sistem in izenačitev potencialov v skladu z EMC ukrepi. Osnova za zmanjšanje mehanizmov prenosa motenj v tokokroge in naprave sekundarnih sistemov so dobre galvanske povezave in vzpostavitev čim bolj prevodne referenčne površine oziroma strukture.

Na kratko ukrepe opišemo tako:

- vse naprave primarnih in sekundarnih sistemov v postroju so povezane v sistem izenačitve potencialov,
- sistemi izenačitve potencialov v posameznih delih postroja so povezani z ozemljitvenim sistemom oziroma so večinoma sestavni del ozemljitvenega sistema,
- sistem izenačitve potencialov sestavljajo temu namenjene zbiralke in povezave med njimi,
- oklepi kablov za sekundarne sisteme so povezani v sistem izenačitve potencialov na obeh koncih,
- kabli sekundarnih sistemov potekajo tesno ob vodnikih sistema izenačitve potencialov (kompenzacijskih vodnikih) oziroma ozemljitvenega sistema,
- omare s sekundarnimi napravami so povezane v sistem izenačitve potencialov.

Torej je potrebno vzpostaviti sistem izenačitve potencialov. V postroju kot je (RTP, RP, TP ipd.), je težko ločiti sistem izenačitve potencialov od ozemljitvenega sistema. Glavna razlika med njima je, da sistem izenačitve potencialov ni nujno položen v zemljo. Torej ne služi odvajanju toka v zemljo, temveč za zmanjšanje potencialnih razlik med deli postroja oziroma napravami v njem. Ker pa je tak sistem postavljen v postroju, kjer veljajo tudi varnostne zahteve (napetost dotika, odvod atmosferskih razelektritev ipd.) ju obravnavamo skupaj.

Postroji oziroma njihovi deli, v katerih smo obravnavali ukrepe za zmanjševanje elektromagnetnih motenj in njihovega prenosa oziroma njihovih posledic, prehodnih prenapetosti, so:

- GIS stikališče,
- Stikališče VN s kovinskimi celicami,
- VN kabelski prostor,
- Komandni prostor,
- TP SN/0,4 kV,
- Daljinsko vodeni VN odklopnik.

GIS stikališče

V stikališču 110 kV, izoliranem s plinom, bo postavljeno znotraj objekta, izenačuje potenciale temu posebej namenjena mreža. Ta mreža bo nameščena pod stropom v kletnem prostoru GIS stikališča in bo gosto povezana z ozemljitvenim sistemom stavbe. Nanj pa bodo povezane vse druge kovinske konstrukcije, tudi energetski transformator. Sistem izenačitve potencialov stikališča 110 kV bo povezan tudi s sistemom izenačitve potencialov v VN stikališču oziroma VN kabelskem prostoru in v komandnem prostoru.

Material EMC ukrepov

Mreža izenačitve potencialov:

- E-Cu trak (zbiralka).

Ozemljitvena mreža:

- Bakrena vrv (E-Cu).

Kompensacijski vodnik:

- Izolirani bakreni vodnik (H07V-K), bakrena vrv (E-Cu).

Povezava VN naprave v mrežo izenačitve potencialov:

- E-Cu trak, bakrena vrv (E-Cu).

Povezava energetskega transformatorja v ozemljitveno mrežo:

- Izolirani bakreni vodnik (H07V-K), bakrena vrv (E-Cu).

Povezava zbiralke izenačitve potencialov v omari sekundarnih naprav v mrežo izenačitve potencialov:

- Izolirani bakreni vodnik (H07V-K), bakrena vrv (E-Cu).

Povezava znotraj omare sekundarnih naprav na zbiralko izenačitve potencialov:

- Ploščata bakrena pletenica (E-Cu).

Oklep oziroma oplet kabla tokokroga sekundarnega sistema:

- Bakrena ali pokositrena bakrena mrežica iz tankih žic, gosto pletena.

Prostor stikališča

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Mreža izenačitve potencialov.
- Povezave med mrežo izenačitve potencialov in ozemljitveno mrežo.
- Povezave med VN napravo in mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo.

- Povezave med drugimi konstrukcijami (npr. okenskih mrež) in mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo.
- Spoji povezav na VN napravi.
- Spoji povezav z mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo.
- Spoj kompenzacijskega vodnika na mreži izenačitve potencialov.
- Razporeditev kablov v kabelskih kanalih in na kabelskih policah.
- Izvedba povezav in spojev.

Prostor VN kablov

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Mreža izenačitve potencialov in ozemljitvena mreža.
- Povezave med mrežo izenačitve potencialov in ozemljitveno mrežo.
- Povezave med mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo in VN napravo.
- Povezave med kovinskimi (npr. nosilnimi za kable) konstrukcijami in mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo.
- Povezava med kabelskim koritom ali polico in mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo.
- Spoji povezav z mrežo izenačitve potencialov ali ozemljitveno mrežo.
- Razporeditev kablov v kabelskih kanalih in na kabelskih policah.
- Izvedba povezav in spojev.

Stikališča VN – kovinske celice

Kovinske celice že s svojimi kovinskimi površinami in ob ustrezni pazljivosti pri polaganju tokokrogov sekundarnih sistemov lahko pripomorejo k zmanjševanju prenosa elektromagnetnih motenj v tokokroge in pri zmanjševanju motenj v njih.

Material EMC ukrepov

Povezave znotraj celice:

- Bakreni trak (E-Cu), izolirani bakreni vodnik H07V-K.

Povezava iz krmilne omarice celice v mrežo izenačitve potencialov:

- Izolirani bakreni vodnik H07V-K.

Povezava iz VN dela celice v mrežo izenačitve potencialov:

- Bakreni trak (E-Cu), izolirani bakreni vodnik H07V-K.

Kompenzacijski vodnik (v kabelskem koritu, npr. nad celico):

- Izolirani bakreni vodnik H07V-K.

Oklep oziroma oplet kabla tokokroga sekundarnega sistema:

- Bakrena ali pokositrena bakrena mrežica iz tankih žic, gosto pletena.

VN del celice

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Zbiralka izenačitve potencialov v VN celici.
- Povezava iz krmilnega dela celice na zbiralko v VN celici.
- Povezava od zbiralke pri tokovnikih ali napetostnikih na zbiralko v VN celici.
- Povezave od podstavkov pri tokovnikih ali napetostnikih na zbiralko v VN celici.

-
- Povezava od kabljskih opletov pri napetostnikih na vozičku na ogrodje vozička.
 - Spoji kabljskih opletov na zbiralkah oziroma podstavkih - Izvedba povezav in spojev.

Krmilna omarica VN celice

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Zbiralka izenačitve potencialov.
- Povezava zbiralke na zbiralko v VN delu celice.
- Povezava od zbiralke iz kabljskega korita nad celico.
- Povezave prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralko izenačitve potencialov.
- Povezava sekundarne naprave na zbiralko izenačitve potencialov.
- Spoji kabljskih opletov in prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralki izenačitve potencialov.
- Povezave kovinskih delov omarice (ohišje, vrata, montažna plošča) na zbiralko izenačitve potencialov.
- Izvedba povezav in spojev.

Kabljsko korito nad celico

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Zbiralka izenačitve potencialov.
- Kompenzacijski vodnik.
- Povezava na zbiralko v krmilnem delu celice.
- Povezave kabljskih opletov na zbiralko izenačitve potencialov
- Povezave prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralko izenačitve potencialov
- Spoji povezav
- Spoji kompenzacijskih vodnikov.
- Spoji kabljskih opletov in prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralki izenačitve potencialov.
- Izvedba povezav in spojev.

Komandni prostor

V komandnem prostoru se srečajo sekundarni tokokrogi iz različnih delov postroja. V komandnem prostoru bo nameščena centralna zbiralka (obroč) za izenačitev potencialov. Centralna zbiralka bo povezana z ozemljitvenim sistemom stavbe in z obročem izenačitve potencialov v VN kabljskem prostoru. Na centralno zbiralko bodo povezane zbiralke izenačitve potencialov v omarah sekundarnih sistemov (vodenje, zaščita, kvaliteta, meritve, telekomunikacije, lastna raba). Nanj bodo spojeni tudi kovinski postavki dvojnega poda in kompenzacijski vodniki.

Material EMC ukrepov

Centralna zbiralka (obroč) izenačitve potencialov v komandnem prostoru:

- Bakreni trak (E-Cu), bakrena vrv (E-Cu). Povezave obroča izenačitve potencialov z obročem izenačitve potencialov v VN kabljskem prostoru:
- Izolirani bakreni vodnik H07V-K, bakrena vrv (E-Cu).

Povezave zbiralk v omarah z obročem izenačitve potencialov oziroma s centralno zbiralko:

- Bakreni trak (E-Cu), izolirani bakreni vodnik H07V-K.

Povezave za izenačitev potencialov znotraj omar:

- Ploščata bakrena pletenica, izolirani bakreni vodnik H07V-K.

Oklep oziroma oplet kabla tokokroga sekundarnega sistema:

- Bakrena ali pokositrena bakrena mrežica iz tankih žic, gosto pletena.

Komandni prostor

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Centralna zbiralka (obroč) izenačitve potencialov.
- Povezave od centralne zbiralke (obroč) na obroč v VN kabelskem prostoru.
- Povezave med centralno zbiralko (obročem) in ozemljitvami.
- Povezave podstavkov dvojnega poda med seboj in na centralno zbiralko (obroč).
- Povezave od zbiralk izenačitve potencialov v omarah na centralno zbiralko (obroč).
- Izvedba povezav in spojev.

Povezava objemnega tokovnika v mrežo (obroč) izenačitve potencialov:

- E-Cu trak, bakrena vrv (E-Cu).

Povezava mreže (obroč) izenačitve potencialov v ozemljitveno mrežo:

- Izolirani bakreni vodnik (H07V-K), bakrena vrv (E-Cu).

Oklep oziroma oplet kabla tokokroga sekundarnega sistema:

- Bakrena ali pokositrena bakrena mrežica iz tankih žic, gosto pletena.

Omare sekundarnih naprav (sistemov)

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- EMC uvodnice ali plošča z EMC uvodnicami.
- Povezava plošče z EMC uvodnicami na zbiralko izenačitve potencialov.
- Spoj med ploščo z EMC uvodnicami in ohišjem omare.
- Zbiralka izenačitve potencialov.
- Povezava zbiralke izenačitve potencialov v mrežo izenačitve potencialov.
- Povezava kovinskih delov omare (ohišje, vrata, nosilci vrstnih sponk) na zbiralko izenačitve potencialov.
- Povezave kabelskih opletov na zbiralko izenačitve potencialov.

Povezave prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralko izenačitve potencialov

- Povezava sekundarne naprave na zbiralko izenačitve potencialov.
- Spoji kabelskih opletov, povezav in prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralki izenačitve potencialov.
- Spoj kompenzacijskega vodnika na zbiralki izenačitve potencialov.
- Izvedba povezav in spojev.

Omare lastne rabe

EMC ukrepi in njihovi sestavni deli:

- Zbiralka izenačitve potencialov.
- Povezava zbiralke izenačitve potencialov v mrežo izenačitve potencialov.

-
- Povezava ohišja omare na zbiralko izenačitve potencialov.
 - Povezave kabljskih opletov na zbiralko izenačitve potencialov.
 - Povezave prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralko izenačitve potencialov
 - Spoji kabljskih opletov in prostih (neuporabljenih) vodnikov na zbiralki izenačitve potencialov.
 - Izvedba povezav in spojev

1.12. Zaščitni ukrepi – zaščita pred električnim udarom

SIST HD 60364-4-41, oktober 2007 (IEC 60364-4-41:2005, spremenjen), določa bistvene zahteve za zaščito ljudi in živali pred električnim udarom, vključno z osnovno zaščito (zaščito pred neposrednim dotikom) in zaščito ob okvari (zaščito pri posrednem dotiku).

1.12.1. Osnovna zaščita (zaščita pred neposrednim dotikom)

Izvedena je z izoliranjem prevodnih delov in s pregradami ali okrovi, ki preprečujejo dotik z deli pod napetostjo, odstraniti pa jih je možno le z orodjem SIST HD 60364-4-41.2, oktober 2007 (Dodatek A in dodatek B).

1.12.2. Zaščita ob okvari (zaščita pri posrednem dotiku)

Predviden je sistem TN-C-S s samodejnim odklopom z napravo na prevelik tok SIST IEC 60364-4-43, junij 2009 (Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki).

Izpostavljeni prevodni deli inštalacij morajo biti povezani z ozemljeno točko sistema z zaščitnim vodnikom.

Karakteristike zaščitne naprave in impedanca tokokroga mora biti izbrana tako, da je izpolnjen pogoj SIST HD 60364-4-41, oktober 2007 (IEC 60364-4-41:2005, spremenjen):

$$Z_s \cdot I_a < U_0$$

kjer je :

Z_s - impedanca zanke okvare, v ohmih, ki sestoji iz impedanc:

- vira,
- linijskega vodnika do mesta okvare in
- zaščitnega vodnika med mestom okvare in virom

U_0 - nazivna napetost, izmenična ali enosmerna, med linijskim vodnikom in zemljo v voltih

I_a - tok, v amperih, ki povzroči samodejni izklop odklopne naprave v času, ki je podan v točkah 411.3.2.2 ali 411.3.2.3. Če se uporablja zaščitna naprava na diferenčni tok (RCD), je ta tok diferenčni tok, ki povzroči odklop v času, podanem v točkah 411.3.2.2 ali 411.3.2.3.

1.12.2.1. Zaščitna ozemljitev in zaščitna izenačitev potencialov

1.12.2.1.1. Zaščitna ozemljitev

Izpostavljeni prevodni deli morajo biti povezani z zaščitnim vodnikom pod podanimi pogoji za vsako vrsto ozemljitve sistema napajanja, kot je to določeno v 411.4 do 411.6.

Hkrati dotakljivi izpostavljeni prevodni deli morajo biti povezani na isti ozemljitveni sistem posamično, v skupinah ali skupno.

Vodniki za zaščitno ozemljitev morajo ustrezati zahtevam za zaščitni vodnik po HD 60364-5-54.

V vsakem tokokrogu mora biti na voljo zaščitni vodnik, ki je ozemljen preko povezave z ozemljitveno sponko ali zbiralko, izvedeno za ta tokokrog.

1.12.2.1.2. Zaščitna izenačitev potencialov

V vsaki stavbi morajo biti ozemljitveni vodnik, glavna ozemljitvena zbiralka in naslednji prevodni deli, povezani v zaščitno izenačitev potencialov:

- kovinske cevi napajalnih sistemov, ki so od zunaj napeljene v notranjost stavbe, npr. plinske, vodovodne;
- tuji prevodni deli konstrukcije stavbe, če so dotakljivi ob normalni uporabi, kovinski deli centralnega ogrevanja in klimatskih naprav;
- kovinske armature železobetonskih konstrukcij, če so dotakljive in zanesljivo medsebojno povezane.

Če ti prevodni deli prihajajo od zunaj, jih je potrebno povezati skupaj čim bližje mestu njihovega vstopa v stavbo.

Vodnik za zaščitno izenačitev potencialov morajo ustrezati SISTE HD 60364-5-54.

V glavno izenačitev potencialov morajo biti zajeti vsi kovinski plašči telekomunikacijskih kablov, ob upoštevanju zahtev lastnika upravljalca teh kablov.

1.13. Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki

SIST HD 60364-4-43, junij 2009 opisuje kako so vodniki pod napetostjo zaščiteni z eno ali več napravami za samodejni odklop napajanja v primeru preobremenitve (točka 433) in kratkega stika (točka 434, razen v primerih, kjer je nadtok omejen skladno s točko 436) ali kjer so izpolnjeni pogoji opisani v točkah 433.3 (opustitev naprav za zaščito pri preobremenitvi) ali 434.3 (opustitev naprav za kratkostično zaščito). V standardu je opisana tudi kombinacija preobremenitvene in kratkostične zaščite (točka 435).

Izvedena je zaščita vseh tokokrogov pred kratkim stikom in preobremenitvijo. Izvedena je z inštalacijskimi odklopniki, kot je razvidno iz tripolnega načrta. Zaščitne naprave, ki zagotavljajo preobremenitveno in kratkostično zaščito morajo biti sposobne izklopiti in pri odklopnikih vklopiti vsak nadtok do vključno pričakovanega kratkostičnega toka na točki, kjer je naprava nameščena. Take naprave so lahko:

- odklopniki s preobremenitvenim in kratkostičnim proženjem,
- odklopniki, kombinirani z varovalkami,
- varovalke s karakteristikami gG.

Izpolnjen mora biti pogoj :

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I} \quad \text{SIST HD 60364-4-43 (točka 434.5.2)}$$

- t - trajanje kratkega stika v sekundah
- S - prerez v mm²
- I - efektivni kratkostični tok, v amperih, izražen kot efektivna vrednost
- k - faktor, ki je odvisen od specifične upornosti, temperaturnega koeficienta in toplotne kapacitete materiala vodnik ter ustrezne začetne in ončne temperature. Za skupno izolacijo vodnikov je vrednost k za linijske vodnike prikazana v preglednici 43A (točka 434.5.2).

1.14. Tehnični izračuni in dimenzioniranje

1.14.1. Bilanca moči

NN razdelilnik =RR1

Gradbene inštalacije

P_{ins} inštalirana moč razdelilnika

f_i faktor obremenitve in istočasnosti

P_k konična moč

cosφ faktor delavnosti

I_k konični tok

P_{ins}= 180kW

P_k= P_{ins}·f_i =90kW

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = 136,74A$$

P_{ins}=180kW

f_i=0,50

P_k=90kW

cosφ=0,95

I_k=136,74A

Napajanje razdelilnika za gradbene inštalacije =RR1 se bo izvedlo s kablom NYY-4x70mm². Izračun dimenzioniranja dovodnega kabla razdelilnika gradbenih inštalacij je razviden iz priložene tabele »**Kontrolni izračun dimenzioniranja kablov in zaščitnih naprav**«.

1.15. Dimenzioniranje NN kablov

1.15.1. Splošno

- SIST IEC 60364-5-52 :2006 trajno dovoljeni toki, tabela A52-10: 2006
- Trajno dovoljeni tok izberemo glede na del trase z najslabšimi pogoji
- Najvišja dovoljena temperatura na vodniku
 $\theta = 70^{\circ}\text{C}$, izolacija- PVC masa; naravna guma
Tip napeljave definiran po tabeli 52
- Korekcija glede okoliške temperature je v tabeli A.52-14
- Korekcija za faktor polaganja glede na število skupaj položenih vodnikov pa v tabeli A.52-17

1.16. Zaščita pri preobremenitvenem toku

1.16.1. Koordinacija med vodniki in preobremenitvenimi zaščitnimi napravami

Izvedena je z varovalkami, ki so sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden ta povzroči segretek, škodljiv za izolacijo, spoje, ipd. Delovna karakteristika varovalke (zaščitne naprave) mora izpolniti sledeča dva pogoja SIST IEC 60364-4-43 (točka 433.1):

$$I_b < I_n < I_z \quad 1. \text{ pogoj}$$

$$I_z < 1,45 \cdot I_n \quad 2. \text{ pogoj}$$

kjer so :

I_b - obratovalni tok za katerega je tokokrog predviden

I_z - trajni dopustni tok kabla (točka 523)

I_n - nazivni (naznačeni) tok zaščitne naprave (za nastavljive zaščitne naprave je naznačeni tok nastavljen po izbiri)

I_z - tok, ki zagotavlja učinkovito delovanje zaščitne naprave v določenem času.

Kontrolni izračuni so v Prilogi 1 - Tabela kontrol NN kabelskih povezav RTP Vojnik

1.17. Kontrola zaščite pred kratkostičnim tokom

1.17.1. Splošno

Za kratke stike, ki trajajo do 5 sekund, se v času t , v katerem navedeni kratkostični tok dvigne temperaturo izolacije vodnikov od najvišje dovoljene temperature obratovanja do mejne temperature, lahko približno izračuna iz formule:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I} \quad \text{IEC 60364-4-43 (točka 434.5.2)}$$

Za izklopne čase zaščitnih naprav krajše od 0,1 sekund, kjer je pomembna asimetrija tokov, mora biti za tokovno-omejilne narave izpolnjen pogoj:

$$K^2 S^2 > I^2 t$$

- t - trajanje kratkega stika v sekundah
- S - prerez vodnika v mm^2
- I - efektivni kratkostični tok, v amperih, izražen kot efektivna vrednost
- k - faktor, ki je odvisen od specifične upornosti, temperaturnega koeficienta in toplotne kapacitete materiala vodnik ter ustrezne začetne in ončne temperature. Za skupno izolacijo vodnikov je vrednost k za linijske vodnike prikazana v preglednici 43A (točka 434.5.2)
- $I^2 t$ - vrednost prepuščene energije, ki jo navede proizvajalec zaščite zaščitne naprave v A^2s

1.18. Kontrola padcev napetosti

1.18.1. Splošno

Porabniki se napajajo preko lastne transformatorske postaje, zato je skupni dopustni padec napetosti od transformatorja do:

- elektromotorja 8%
- svetilke 5%

Dovoljeni padec napetosti od glavnega razdelilca dalje znaša za napajanje:

- pogonov 5%
- razsvetljave 3%

Kontrola je narejena po enačbi:

- za trifazne porabnike

$$u = \frac{100 \cdot \sum P \cdot I}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

- za enofazne porabnike

$$u = \frac{200 \cdot \sum P \cdot I}{\lambda \cdot S \cdot U_f^2}$$

1.19. Kontrola učinkovitosti zaščite ob okvari (pri posrednem dotiku)

1.19.1. Splošno

V skladu z zahtevami določil standarda SIST HD 60364-41, oktober 2007 so karakteristike zaščitnih naprav za nadtokovno zaščito in preseki vodnikov (impedanca celotnega tokokroga) tako izbrane, da se v primeru okvare med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli naprav, samodejno odklopi napajanje tistega dela instalacije, ki je v okvari. Ta zahteva je izpolnjena s pogojem:

$$Z_s \cdot I_a < U_o$$

kjer je :

Z_s - impedanca zanke okvare, v ohmih, ki sestoji iz impedanc:

- vira,
- linijskega vodnika do mesta okvare in
- zaščitnega vodnika med mestom okvare in virom

U_o - nazivna napetost, izmenična ali enosmerna, med linijskim vodnikom in zemljo v voltih

I_a - tok, v amperih, ki povzroči samodejni izklop odklopne naprave v času, ki je podan v točkah 411.3.2.2 ali 411.3.2.3. Če se uporablja zaščitna naprava na diferenčni tok (RCD), je ta tok diferenčni tok, ki povzroči odklop v času, podanem v točkah 411.3.2.2 ali 411.3.2.3

T_{izk} - največji odklopni časi, podani v preglednici 41.1, veljajo za končne tokokroge z nazivnimi toki do 32A.

5s – fiksno priključeni porabnik (tabela 41.1)

400ms – vtičnice, prenosni porabniki (tabela 41.1)

1.19.2. Lokalni pogoji:

- | | |
|--|---------------|
| - Minimalna zunanja temperatura: | -25°C |
| - Maksimalna zunanja temperatura: | +40°C |
| - Temperatura znotraj elektro prostorov: | +25°C - +35°C |
| - Relativna vlažnost: | 80-100% max |
| - Nadmorska višina | <1000 m n.v. |

1.20. Kontrolni izračun dimenzioniranja kablov in zaščitnih naprav

1.21. Ozemljitve

Vse ozemljitve v RTP 110/20 kV Vojnik bodo dimenzionirane in projektirane po standardu SIST EN 50522, januar 2011. Ozemljitev v RTP 110/20 kV Vojnik bo zajemala naslednje:

- zazankana ozemljitev platoja postaje
- obroč za oblikovanje potenciala na zunanji strani RTP-ja
- ozemljilo objekta postaje
- aramature temeljev objekta
- ozemljitev trase VN kablov

Parametri, ki veljajo za dimenzioniranje ozemljitvenega sistema so:

- velikost okvarnega toka
- trajanje okvare
- karakteristika zemlje

Ozemljila so v neposrednem stiku z zemljo, zato marajo biti izdelana iz materialov, ki so odporna proti koroziji. Odporni morajo biti mehanskim obremenitvam, ki nastopajo med namestitvijo in med normalnim obratovanjem.

Zaradi mehanske trdnosti in korozijske obstojnosti so določeni naslednji najmanjše prerezi:

- baker: 16 mm²
- aluminj: 35 mm²
- jeklo: 50 mm²

Predviden RTP Vojnik je vzankan v daljnovod RTP Trnovlje – RTP Maribor. Ker je RTP Trnovlje bližje novemu RTP Vojnik (od njega oddaljen slabih 5 km), izhajamo iz toka zemeljskega stika po EIMV, VENO-3045, november 2013 ki v RTP Trnovlje znaša 11,3 kA (z redukcijskim faktorjem 7,56 kA)

Dimenzioniranje glede na toplotno obremenitve

Toki ki jih je potrebno upoštevati za ozemljitvene vodnike in ozemljitve so odvisne od ozemljitve omrežja. Objekt RTP 110/20 kV Vojnik je omrežje z ozolirano nevtralno točko, zato je potrebno za načrtovanje ozemljitvenih sistemov upoštevati I''_{KEE} .

Okvarni tok se v ozemljitvenih sistemih pogosto razdeli, zato je dopustno, da se vsako ozemljilo in ozemljitveno vodnik dimenzionirata za del okvarnega toka.

Končne temperature, ki jih je potrebno upoštevati pri načrtovanju in so nakazane v standardu SIST EN 50522:2011 v dodatku D, je treba izbrati tako izbrati, da se prepreči

zmanjšanje mehanske trdnosti materiala in tudi škoda materiala v okolici, npr. v betonu ali izolacijskih materialov. V našem primeru vzamemo za končno temperaturo 300°C.

Za toke okvare, ki so prekinjeni v času, krajšem od 5 s, se prerez ozemljitvenega vodnika ali ozemljila izračuna po naslednji formuli:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t_f}{\ln \frac{\theta_{f+\beta}}{\theta_{i+\beta}}}}$$

kjer so:

- A prerez v mm²
- I tok v vodniku v amperih (efektivna vrednost)
- t čas trajanja okvare v sekundah
- K konstanta, odvisna od materiala komponente, po kateri teče tok; preglednica D.1 vsebuje vrednosti za najpogosteje uporabljene materiale, pri čemer je privzeta izhodiščna temperatura 20°C
- β obratna vrednost temperaturnega koeficienta upornosti tokovodeče komponente pri 0°C (glej preglednico D.1)
- θ_i začetna temperatura v Celzijah
- θ_f končna temperatura v Celzijah

V običajnih okoliščinah, ko sta ozemljitveni vodnik v zraku in ozemljilo v zemlji, se lahko za začetno temperaturo izbere 20°C in za končno temperaturo pa 300°C.

Material	β v °C	K v A* \sqrt{s} / mm ²
Baker	234,5	226
Aluminij	228	148
Jeklo	202	78

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t_f}{\ln \frac{\theta_{f+\beta}}{\theta_{i+\beta}}}} = \frac{11300}{78} \sqrt{\frac{1}{\ln \frac{202+300}{202+20}}} = 159,3 \text{ mm}^2$$

V izračunu smo upoštevali maksimalni tok zemeljskega stika brez redukcijskega faktorja (z upoštevanjem le tega bi bil minimalni presek tudi nekoliko manjši).

Tako toku zemeljskega stika 11,3 kA in času trajanja 1s ustreza jekleno ozemljilo preseka 160 mm² ali Cu vrv 95 mm². Izbrali smo jeklen valjanec Fe Zn 40x4 mm za izvedbo ozemljila v betonirani delih zgradbe in Cu vrv preseka 95 mm² za izvedbo ozemljila v zemlji zunaj objekta.

Vsi izpusti iz ozemljila objekta se izvedejo s tipskimi elementi za izpuste, ki se vgradijo v stene in temelje objekta.

Izračun ponikalne upornosti ozemljila

Ozemljitev platoja bo izvedeno z bakreno vrvjo 95 mm² v obliki ploskve mrežne ozemljitve, ki bo v rastru 10x10 m min na globini 0.8 m vkopan v zemljo in pa v enakem rastru tudi pod samim objektom. V objektu se kot temeljno ozemljilo predvidi FeZn valjanec 40x4 mm v obliki ploskve mrežne ozemljitve (5x5m) z vertikalnimi povezavami do prostorov v kleti in pritličju, ki se poveže s celotno armaturo objekta.

Sam obroč za oblikovanje potenciala zunaj ograde RTP-ja bo izveden kot samostojno ozemljilo. Bakrena vrv 95 mm² bo vkopan v zemljo v obliki potencialnega lijaka v treh nivojih.

V nadaljevanju je izračunali ponikalno upornost posameznih ozemljil.

Ponikalna upornost ploskovne mrežne ozemljitve platoja znaša:

$$R_{pl} = \frac{\rho_o}{4 \cdot r_e} + \frac{\rho_o}{l_{\Sigma}} = \frac{200}{4 \cdot 21,86} + \frac{200}{600} = 2,62 \Omega$$

$$r_e = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{1500}{\pi}} = 21,86 m$$

Vsota dolžine ozemljitvene zanke posameznega ozemljitvenega okna znaša:

$$(10m + 10m) \cdot 2 = 40m$$

Vsota vseh ozemljitvenih oken celotne mrežne ozemljitve znaša:

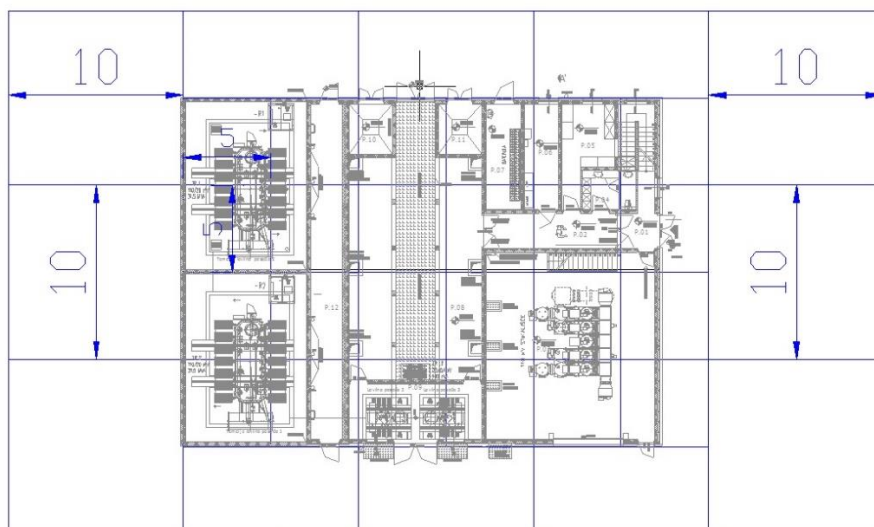
$$l_{\Sigma} = 40m \cdot 15 = 600m$$

pri čemer je:

$\rho_o = 200 \text{ ohm/m}^2$ specifična upornost tal (ocenjena vrednost)

$S = 1500m^2$ površina ploskovne ozemljitvene mreže

$r_e = 21,86 \text{ m}$ ekvivalentna dolžina radija



Ponikalna upornost ploskovne mrežne ozemljitve objekta znaša:

$$R_{pl} = \frac{\rho_o}{4 \cdot r_e} + \frac{\rho_o}{l_{\Sigma}} = \frac{200}{4 \cdot 13,82} + \frac{200}{480} = 4,03 \Omega$$

$$r_e = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{600}{\pi}} = 13,82m$$

Vsota dolžine ozemljitvene zanke posameznega ozemljitvenega okna znaša:

$$(5m + 5m) \cdot 2 = 20m$$

Vsota vseh ozemljitvenih oken celotne mrežne ozemljitve znaša:

$$l_{\Sigma} = 20m \cdot 24 = 480m$$

pri čemer je:

$\rho_o = 200$	specifična upornost tal
$S = 600m^2$	površina ploskovne ozemljitvene mreže
$r_e = 14,92m$	ekvivalentna dolžina radija

Upornost paralelnih ozemljitev (VN kablov...) znaša $Z_p = 3.2 \Omega$

Glede na dejstvo da so vse ozemljitve med sabo povezane, izračunamo skupno ponikalno upornost. Skupna upornost celotnega stikališča je

$$R_{st} = 1,06 \Omega$$

V izračunu niso bili upoštevane armature v temeljih objekta, tako da lahko pričakujemo, da je upornost v stikališču še nekoliko nižja.

Po končani montaži ozemljila je potrebno obvezno izvesti meritve.

Izvedejo naj se naslednje meritve:

- ozemljitvene upornosti
- razdlitev potenciala
- napetosti dotika in koraka
- strelovodnih odvodov

1.22. Izračun ocene tveganja



**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
62305-2
Edition-1
2005-01**

Project: RTP 110-20KV VOJNIK

Structure's Dimensions:

Length of structure (m): 28
Width of structure (m): 20
Height of roof plane (m)*: 10
Collection area (m²): 6.267 m²

Structure's Attributes:

Risk of physical damage (incl. fire): High
Structure screening effectiveness: Poor
Internal wiring type: Unscreened

Environmental Influences:

Location factor: Similar in height
Environmental factor: Suburban
Number thunderdays: 50 days/year
Annual ground flash density: 5,0 flashes/km²

Protection Measures:

Class of LPS: Class II
Fire protection provisions: Automated systems
Surge protection: Coord. SPD IEC 62305-4

Conductive Electric Service Lines:

Power Line:

Type of service to the structure: Buried cable
Type of external cable: Screened
Presence of MV / LV transformer: Transformer

Other Overhead Services:

Number of conductive services: 3
Type of external cable: Screened

Other Underground Services:

Number of conductive services: 3
Type of external cable: Screened

Types of Loss:

Type 1 - Loss of Human Life:

Special hazards to life: Average panic level
Life loss due to fire: Other structures
Life loss due to overvoltages: Not relevant

Type 2 - Loss of Essential Public Services:

Services lost due to fire: Power supply
Services lost due to overvoltages: Power supply

Type 3 - Loss of Cultural Heritage:

Cultural heritage lost due to fire: No heritage value

Type 4 - Economic Loss:

Special hazards to economics: No special hazards
Economic loss due to fire: Other structures
Economic loss due to overvoltage: Other structures
Step/touch potential loss factor: Livestock inside
Tolerable risk of economic loss: 1 in 1,000

Calculated Risks:

	<i>Tolerable Risk Rt</i>	<i>Direct Strike Risk Rd</i>	<i>Indirect Strike Risk Ri</i>	<i>Calculated Risk R</i>
Loss of Human Life:	1,00E-05	7,99E-07	8,72E-06	9,52E-06
Loss of Public Services:	1,00E-03	4,70E-07	2,63E-04	2,63E-04
Loss of Cultural Heritage:	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Economic Loss:	1,00E-03	3,17E-06	4,44E-05	4,76E-05

IEC Risk Assessment Calculator: Version 1.0.3

Database: Version 1.0.3

IEC Central Office Support (Tel: +41-22-919 0211)
Copyright © 2005, IEC. All rights reserved.

The IEC lightning risk assessment calculator is intended to assist in the analysis of various criteria to determine the risk of loss due to lightning. It is not possible to cover each special design element that may render a structure more or less susceptible to lightning damage. In special cases, personal and economic factors may be very important and should be considered in addition to the assessment obtained by use of this tool. It is intended that this tool be used in conjunction with the written standard IEC62305-2.

1.23. Izračun razsvetljave

Glede na namembnost prostorov je potrebno pri izbnu nivoja osvetljenosti upoštevati priporočila Slovenskega društva za razsvetljavo (Priporočila SDR, Notranje okolje in načrtovanje razsvetljave, PR4/1, PR 4/2, 2004).

Za izbrane svetilke in obravnavani prostor so vzeti pomožni podatki iz omenjenega priročnika in aneksa, s pomočjo teh pa so izračunane vse potrebne veličine.

Izračun se izvede po formuli:

$$\Phi = \frac{E \cdot a \cdot b}{\eta \cdot f}$$

kjer je

Φ	potrebni svetlobni tok v luminih
E	zahtevana min osvetljenost
a,b	dimenzije prostora
η	izkoristek osvetljenosti
f	faktor zaprašnosti in staranja = F1 * F2,

pri tem znaša f= 0,8 in koristnost= 0,45.

Razsvetljava dosega zahtevano osvetljenost v posameznih prostorih, ki so podani v spodnji tabeli.

Podane so tudi max. vrednosti UGR (metoda za ocenjevanje in omejevanje neugodnega bleščanja).

Prostor	Esr (lx)	UGR
Pisarniški prostori	500	19
Sejne sobe	500	19
Vhodne avle	200	22
Hodniki, stopnišča	150	25
Družabni prostori	300	22
Čajna kuhinja	250	22

Barvna temperatura svetil naj bo med 3300 - 5300 K.

1.23.1. Izračun splošne in varnostne razsvetljave

Priloga 2 - Izračun razsvetljave RTP Vojnik

2. RISBE

Zap.št.	Številka načrta	Tip	Datum	Vsebina	Format
1	1 1/3-3/3	Tloris	Junij 2018	Situacija inštalacij moči	A1
2	2 1/2-2/2	Tloris	Junij 2018	Situacija inštalacij moči- ogrevanje	A1
3	3.1 1/3-3/3	Tloris	Junij 2018	Situacija inštalacij razsvetljave	A1
4	3.2 1/2-2/2	Shema	Junij 2018	Enopolna shema varnostne razsvetljave	A3
5	4.1	Tripolna shema	Junij 2018	Tripolna shema razdelilnika =RR1	A4
6	4.2 1/1	Izgled	Junij 2018	Izgled razdelilnika gradbenih inštalacij =RR1	A3
7	5.1 1/3-3/3	Tloris	Junij 2018	Situacija inštalacij požarnega javljanja	A1
8	5.2 1/1	Blok shema	Junij 2018	Blok shema požarnega javljanja	A2
9	6.1 1/2-2/2	Tloris	Junij 2018	Situacija inštalacij šibkega toka	A1
10	6.2 1/1	Blok shema	Junij 2018	Blok shema telekomunikacij	A3
11	6.3 1/1	Tloris	Junij 2018	Geodetski posnetek z vrisanim obstoječim omrežjem TK	
12	7.1 1/3-3/3	Tloris	Junij 2018	Situacija inštalacij tehničnega varovanja	A1
13	7.2 1/1	Blok shema	Junij 2018	Blok shema tehničnega varovanja	A2
14	8 1/4-4/4	Tloris	Junij 2018	Situacija ozemljitev in izenačitev potencialov	A1
15	9.1 1/1	Streha	Junij 2018	Situacija strelovoda - streha	A1
16	9.2 1/2-2/2	Fasade	Junij 2018	Situacija strelovoda - fasade	A1
17	9.3 1/1	Detajl	Junij 2018	Izračun zaščitne cone	A2

3. PRILOGE

Zap.št.	Številka priloge	Tip	Datum	Vsebina	Format
1	/	Izračun	/	Izračun razsvetljave RTP Vojnik	/
2	/	Tabela	/	Tabela kontrol NN kabelskih povezav RTP Vojnik	/