



1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI

Načrt:

4/1 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OPREME

Investitor:

Občina Slovenska Bistrica
Kolodvorska ulica 10,
SI-2310 Slovenska Bistrica

Objekt:

VRTEC LAPORJE

Vrsta projektne dokumentacije:

PZI

(idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja,
projekt za razpis, projekt za izvedbo, projekt izvedenih del)

Za gradnjo:

NOVOGRADNJA

(nova gradnja, prizidava, nadzidava, rekonstrukcija, odstranitev objekta,
sprememba namembnosti, nadomestna gradnja, legalizacija)

Projektivno podjetje:

SMEL d.o.o.
Laporska cesta 46,
2319 Poljčane

Direktor:

Marko SEVŠEK, univ.dipl.inž.el.

Žig, podpis:

Odgovorni projektant:

Marko SEVŠEK, univ.dipl.inž.el.
IZS E - 1997

Osebni žig in podpis:

Številka projekta:

002/2018

Številka načrta:

06/2018-E

Izvod št.:

1 2 3 4 A

Kraj in datum:

Poljčane, marec 2018

Odgovorni vodja projekta:

Janez STOPORKO univ.dipl.inž.arh.
ZAPS A-0146

Osebni žig in podpis:

Po 44. členu Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 21/95) projekta ni dovoljeno spreminjati brez predhodnega soglasja projektanta



2 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ

1	NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI	1
2	KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ.....	2
3	TEHNIČNO POROČILO	4
5	IZRAČUN	49
5.1.	SKUPNA MOČ OBJKETA	49
5.2.	OBREMENITEV RAZDELILCEV IN DOLOČITEV KONIČNE MOČI STIKALNIH BLOKOV (RAZDELILNIKOV).....	49
5.3.	IZRAČUN KOMPENZACIJE	51
5.4.	IZRAČUN KABLOV.....	51
5.5.	IZRAČUN RAZSVETLJAVE	51
5.6.	IZRAČUN OZEMLJITVE	52
6	RISBE.....	55
1	ENOPOLNA SHEMA PMO	55
2	IZGLED MERILNE OMARE - PMO	55
3	BLOK SHEMA NAPAJANJA in RAZVOD DO RAZDELILNIKOV.....	55
4	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA RG	55
5	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA R-TP	55
6	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA Rk	55
7	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA Rp	55
8	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA Rn	55
9	ENOPOLNA SHEMA VTIČNEGA GNEZDA	55
10	SHEMA UNIVERZALNEGA OŽIČENJA	55
11	BLOK SHEMA AVTOMATSKEGA JAVLJANJA POŽARA	55
12	BLOK SHEMA PROTIVLOMNE ZAŠČITE	55
13	BLOK SHEMA DOMOFONSKE NAPELJAVE	55
14	BLOK SHEMA ZUNANJE RAZSVETLJAVE.....	55
15	IZVEDBA INSTALACIJ V VLAŽNIH PROSTORIH.....	55
16	ENOPOLNA SHEMA IZENAČITVE POTENCIALA	55
17	IZVEDBA STRELOVODNEGA ODVODA-DETAJL	55
18	TLORIS SPLOŠNE IN VARNOSTNE RAZSVETLJAVE-PRITLIČJE	55
19	TLORIS SPLOŠNE IN VARNOSTNE RAZSVETLJAVE-NADSTROPJE.....	55
20	TLORIS MOČ, ŠIBKI TOK-PRITLIČJE.....	55
21	TLORIS MOČ, ŠIBKI TOK-NADSTROPJE	55
22	TLORIS JAVLJANJE POŽARA, VLOM, DOMOFON-PRITLIČJE.....	55
23	TLORIS JAVLJANJE POŽARA, VLOM, DOMOFON-NADSTROPJE	55



24	SITUACIJA-ZUNANJA UREDITEV	55
25	POLAGANJE NN ELEKTROENERGETSKIH KABLOV PROSTO V ZEMLJO.....	55
26	TLORIS TEMELJNEGA IN OBROČASTEGA OZEMLJILA	55
27	TLORIS STRELOVODNE NAPELJAVE-OSTREŠJE	55
28	STRELOVODNA NAPELJAVA S,J,V in Z FASADA	55
29	ENOPOLNA SHEMA MSE	55
30	POZICIJA MODULOV NA STREHI	56
31	STRELOVODNA NAPELJAVE MSE / VZHODNA FASADA-DETAJLI	56
32	STRELOVODNA NAPELJAVE MSE / JUŽNA FASADA-DETAJLI	56
33	TLORIS STRELOVODNE NAPELJAVE MSE-DETAJLI.....	56
7	PRILOGE	57
1	ELEKTRIČNE POVEZAVE STIKAL IN BARVE KABLOV	57
2	IZRAČUN KABLOV.....	63
3	IZRAČUN RIZIKA – ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO IN STRELO.....	63
4	IZRAČUN RAZSVETLJAVE.....	63
5	POPISI	63



3 TEHNIČNO POROČILO

KAZALO VSEBINE TEHNIČNEGA POROČILA

3.1.	SPLOŠNO	6
3.1.1.	ZAHTEV ZA IZVEDBO ELEKTRO INSTALACIJ IZ ŠTUDIJE POŽARNE VARNOSTI	6
3.2.	PRAVILNIKI, STANDARDI in TEHNIČNE SMERNICE	7
3.3.	TEHNIČNI POGOJI	9
3.4.	TEHNIČNI OPIS ELEKTRO INSTALACIJ - JAKI TOK	10
3.4.1.	ELEKTRO ENERGETSKO NAPAJSANJE	10
3.4.2.	IZVEDBA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ	10
3.4.3.	SPLOŠNA MOČ in MOČ ZA STROJNE NAPRAVE	11
3.4.4.	SPLOŠNA RAZSVETLJAVA	12
3.4.5.	VARNOSTNA RAZSVETLJAVA	12
3.4.6.	ZUNANJA RAZSVETLJAVA	13
3.5.	DIMENZIONIRANJE VODNIKOV	14
3.5.1.	TERMIČNO DIMENZIONIRANJE VODNIKOV	14
3.5.2.	KONTROLA UČINKOVITOSTI ZAŠČITE	14
3.5.3.	KONTROLA PADCA NAPETOSTI	16
3.5.4.	ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM.....	16
3.6.	IZENAČITEV POTENCIALOV, OZEMLJITEV IN SISTEM ZAŠČITE PRED STRELO.....	19
3.6.1.	IZENAČITEV POTENCIALOV	19
3.6.2.	ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE.....	20
3.6.2.1.	STRELOVODNA INSTALACIJA OBJEKTA.....	34
3.7.	TEHNIČNI OPIS ELEKTRO INSTALACIJ - ŠIBKOTOČNE INŠTALACIJE.....	37
3.7.1.	TELEKOMUNIKACIJSKA INSTALACIJA.....	37
3.7.2.	TEHNIČNI OPIS POSAMEZNIH SISTEMOV TEHNIČNEGA VAROVANJA	38
3.7.2.1.	SISTEM AVTOMATSKEGA JAVLJANJA POŽARA	38
3.7.2.2.	SISTEM AVTOMATSKEGA JAVLJANJA VLOMA IN SISTEM DOMOFONA	39
3.7.2.3.	REŠITEV ZA SPROSTITEV EVAKUACIJSKIH POTI V VRTCIH	39
3.8.	REGULACIJA OGREVANJA, POHLAJEVANJA in PREZRČEVANJA.....	41
3.8.1.	DDC REGULACIJA	41
3.8.2.	ENERGETSKI MONITORING.....	41
3.9.	MSE – SONČNA ELEKTRARNA	42
3.9.1.	NAPREDNI SISTEMI FOTOVOLTAIKE	43
3.9.2.	SISTEM PRIKLJUČEVANJA.....	44



3.9.3.	FOTONAPETOSTNI MODULI	45
3.9.4.	OPTIMIZATORJI	45
3.9.5.	MONITORING.....	46
3.9.6.	MONTAŽA KONSTRUKCIJE, FOTONAPETOSTNI GENERATOR	46
3.9.7.	SKUPNA MOČ SONČNE ELEKTRARNE - MSE	48



3.1. SPLOŠNO

Na stavbni parceli št. 54/10 k.o. Laporje, namerava investitor **OBČINA SLOVENSKA BISTRICA, Kolodvorska ulica 10, SI-2310 Slovenska Bistrica**, zgraditi 4 oddelčni **VRTEC LAPORJE** z vso pripadajočo infrastrukturo skladno s pravilnikom o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca.

Načrt PGD električnih instalacij in opreme je izdelan skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi ter na osnovi gradbenih in arhitekturnih načrtov PGD, podatkov strojnih instalacij, zahtev investitorja, projektno nalogo. Za obravnavan objekt je potrebno izdelati ustrezno projektno dokumentacijo za vse elektroenergetske, telekomunikacijske in ostale sisteme kot celoto.

Predvideni objekt se bo napajal z električno energijo iz nadomestne transformatorske postaje TP Laporje 2 (t-261 OE Slovenska Bistrica) z močjo 51,98 kW (glej izračun). V PMO omarici je predvideno merjenje električne energije. Načrt NN priključka ni predmet tega načrta (PGD).

Za napajanje objekta se uporabi TN-C-S sistem zaščite pred udarom.

Dovodi zunanje ureditve niso predmet tega načrta – sledeči dovodi:

- ⇒ NN dovod do merilne elektro omare
- ⇒ zunanje telekomunikacijsko omrežje vključno s priključno omarico v dogovoru z ponudnikom TK storitev

V načrtu elektro instalacij in opreme so predvidene naslednje vrste elektro instalacij:

- ⇒ meritve električne energije v PMO omari in NN razvod po objektu,
- ⇒ splošna in varnostna razsvetljava,
- ⇒ zunanja razsvetljava,
- ⇒ splošna in tehnološka moč (vtičnice in direktni priključki),
- ⇒ električne instalacije za strojne naprave (ogrevanje, pohlajevanje, vodovod, prezračevanje),
- ⇒ zaščita pred električnim udarom,
- ⇒ izenačitev potencialov in prenapetostna zaščita,
- ⇒ strelovodna instalacija,
- ⇒ MSE – sončna elektrarna.

Sončna elektrarna je natančneje opisana v poglavju MSE - SONČNA ELEKTRARNA.

Predvidene so tudi šibko točne električne instalacije

- ⇒ strukturirano omrežje,
- ⇒ telefonska instalacija,
- ⇒ domofonska instalacija,
- ⇒ instalacija odpiranja vrat,
- ⇒ protivlomna instalacija in AJP.

3.1.1. ZAHTEVE ZA IZVEDBO ELEKTRO INSTALACIJ IZ ŠTUDIJE POŽARNE VARNOSTI

Zahteve študije požarne varnosti za evakuacijske poti:

- ⇒ Varnostna razsvetljava.

Zahteve študije požarne varnosti glede zagotavljanja nosilnosti in preprečevanja širjenja požara po objektu:

- ⇒ tesnjenje na mejah požarnih sektorjev,
- ⇒ aktivna požarna zaščita - AJP
- ⇒ izvedba strelovodne instalacije.

Rešitve na osnovi zahtev izvedbe elektro instalacij iz študije požarne varnosti so podrobneje opisane v nadaljevanju tehničnega poročila.



3.2. PRAVILNIKI, STANDARDI in TEHNIČNE SMERNICE

Pri projektiranju so bili upoštevani naslednji pravilniki, standardi in tehnične smernice:

PRAVILNIKI

- ⇒ Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05 - popr., 126/07, 108/2009, 57/2012),
- ⇒ Energetski zakon (EZ-1) (Ur. l. RS, št. 17/2014)
- ⇒ Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 52/00),
- ⇒ Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št.99/04)
- ⇒ Uredba o razvrščanju objektov glede na zahtevnost gradnje (Uradni list RS, št. 18/13, 24/13 in 26/13)
- ⇒ Uredba o splošnih pogojih za dobavo in odjem električne energije (Uradni list RS, št. 117/02 in 21/2003),
- ⇒ Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 41/09, 2/12)
- ⇒ Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09, 2/12)
- ⇒ Pravilnik o vrstah zahtevnih, manj zahtevnih in enostavnih objektov, o pogojih za gradnjo enostavnih objektov brez gradbenega dovoljenja in o vrstah del, ki so v zvezi z objekti in pripadajočimi zemljišči (Uradni list RS, št. 114/03 in 130/04),
- ⇒ Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02),
- ⇒ Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 102/00 in 91/02),
- ⇒ Pravilnik o električni opreми, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 27/04),
- ⇒ Pravilnik o elektromagnetni združljivosti - EMC (Uradni list RS, št. 132/06),
- ⇒ Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07),
- ⇒ Pravilnik o projektni in tehnični dokumentaciji (Uradni list RS, št. 66/04),
- ⇒ Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št 52/10).

STANDARDI

- ⇒ SIST IEC 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- ⇒ SIST EN 61140 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- ⇒ SIST IEC 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije, 4-41. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred električnim udarom,
- ⇒ SIST HD 384-4-42 – Električne inštalacije zgradb, 4-42. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred toplotnimi učinki,
- ⇒ SIST IEC 60364-4-43 Električne inštalacije zgradb, 4-43. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred nadtoki,
- ⇒ SIST IEC 60364-4-44 Električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred prenapetostmi – Zaščita pred napetostnimi motnjami in pred elektromagnetnimi motnjami,
- ⇒ SIST HD 60364-4-443 Električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- ⇒ SIST IEC 60364-5-54 Električne inštalacije zgradb, 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Ozemljitve, zaščitni vodniki in izenačitev potencialov inštalacij,
- ⇒ SIST IEC 60364-5-51 Električne inštalacije zgradb, 5-51. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Splošna pravila,
- ⇒ SIST EN 60439-1 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav, 1. del: Tipsko preskušeni in delno tipsko preskušeni sestavi,
- ⇒ SIST EN 60439-3 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav, 3. del: Posebne zahteve za sestave nizkonapetostnih stikalnih naprav, predvidene za vgraditev na mestih, do katerih imajo dostop nestrokovne osebe, Razdelilniki,
- ⇒ SIST IEC 60364-5-52 Električne inštalacije zgradb, 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Inštalacijski sistemi,
- ⇒ SIST EN 62305-1 Zaščita pred delovanjem strele, 1. del: Splošna načela.



- ⇒ SIST EN 62305-2 Zaščita pred delovanjem strele, 2. del: Vodenje tveganja.
- ⇒ SIST EN 62305-3 Zaščita pred delovanjem strele, 3. del: Fizična škoda na objektih in nevarnost za živa bitja.
- ⇒ SIST EN 62305-4 Zaščita pred delovanjem strele, 4. del: Električni in elektronski sistemi v objektih.
- ⇒ IEC 600364-7-712: Low voltage electrical installations; Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems

SMERNICE in DRUGI DOKUMENTI

- ⇒ Tehnična smernica TSG-N-001:2010 - Požarna varnost v stavbah
- ⇒ Tehnična smernica TSG-N-002:2013 - Niskonapetostne električne instalacije
- ⇒ Tehnična smernica TSG-N-003:2013 - Zaščita pred delovanjem strele
- ⇒ Tehnična smernica TSG-1-004:2010 - Učinkovita raba energije

Pri izvajanju se sme uporabiti oprema in materiali, ki je izdelan v skladu z veljavnimi standardi. Električne inštalacije morajo biti izvedene oziroma vgrajene tako, da zaradi vlage, mehanskih, kemičnih topil ali električnih vplivov ne bo ogroža varnost ljudi, predmetov ali obratovanja. Pri projektiranju je bil upoštevan pravilnik o elektromagnetni združljivosti EMC.

Pravilnik o zahtevah za NN električne instalacije v stavbah (ur.l. 41/09) v 13. členu zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt. Objekt se torej projektira po 7. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo tehnične smernice TSG-N-002:2013.

Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (ur.l. 28/09, 2/12) v 11. členu zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt. Objekt se torej projektira po 5. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo tehnične smernice TSG-N-003:2013.

Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur.l.RS št.52/2010) v 5. členu zahteva da se objekt projektira z uporabo tehnične smernice TSG-1-004: 2010 (uporaba pri razsvetljavi).

Načrt električnih instalacij in opreme je izdelan na podlagi:

- ⇒ 7. Člena pravilnika o zahtevah za niskonapetostne električne instalacije v stavbah (ur.list rs št.41/09) tako, da je bila upoštevana tehniška smernica TSG-N-002: 2013.
- ⇒ 5. Člena pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (ur.list rs št.28/09) tako, da je bila upoštevana tehniška smernica TSG-N-003: 2013 zaščita pred delovanjem strele.



3.3. TEHNIČNI POGOJI

Izvajalec elektro instalacij in ostale opreme je dolžan uporabiti elektro instalacijski material po veljavnih predpisih. V kolikor se uporabi material, ki ni izdelan po predpisih, je potrebno investitorju, nadzornemu organu ter inšpekcijskim službam predložiti ustrezne certifikate.

Investitor in izvajalec sta dolžna pred začetkom del preveriti usklajenost posameznih projektov. Izvajalec je dolžan pred pričetkom del in pred nabavo opreme na licu mesta preveriti stanje objekta. V kolikor so potrebne spremembe ali pa se ugotovi, da se je spremenila namembnost objekta mora o tem pismeno obvestiti projektanta in nadzorni organ ter zahtevati pismeno soglasje o potrebni spremembi.

Izvajalec je dolžan, da pred predajo objekta namenu izvede naslednja preverjanja in meritve:

- ⇒ zaščite pred električnim udarom, vštrevši merjenje razmika pri zaščiti z ovirami ali okrovi, s pregradami ali s postavitvijo opreme zunaj dosega,
- ⇒ ukrepov za zaščito vodnikov pred razširjanjem ognja in termični mi vplivi glede na trajno, dovoljene vrednosti toka in dovoljeni padec napetosti, - izbire in nastavitve zaščitnih naprav in naprav za nadzor,
- ⇒ brezhibnosti postavitve ustreznih stikalnih naprav glede ločilne razdalje,
- ⇒ izbire opreme in zaščitnih ukrepov glede na zunanje vplive,
- ⇒ prepoznavanje nevtralnega in zaščitnega vodnika,
- ⇒ obstoja shem, opozorilnih tablic ali podobnih informacij,
- ⇒ prepoznavanje tokokrogov, varovalk, stikal, spenk in druge opreme,
- ⇒ povezave vodnikov,
- ⇒ dostopnosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje,
- ⇒ neprekinjenosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje,
- ⇒ neprekinjenosti zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačenje potenciala,
- ⇒ izolacijska upornost električne instalacije,
- ⇒ zaščita z električno ločitvijo tokokrogov, - samodejni odklop napajanja, - funkcionalnost.

Na NN aparatih je potrebno opravljati periodične preglede in servisiranje v skladu z navodili proizvajalca posameznega aparata.

O pregledih, meritvah, kontrolah in servisnih posegih se vodi pismena dokumentacija.

Pregled in preizkus po končani montaži je potrebno izdelati v smislu Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. List RS št. 41/2009; Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012) in tehnične smernice (TSG-N-002:2013).

Vse meritve sme izvajati samo pooblaščen oseba.



3.4. TEHNIČNI OPIS ELEKTRO INSTALACIJ - JAKI TOK

3.4.1. ELEKTRO ENERGETSKO NAPAJANJE

Predvideni niskonapetostni električni priključek se izvede s zemeljskim kabloma NAYY-J 4x150 + 2,5 mm² iz transformatorske postaje TP Laporje 2 (t-261 OE Slovenska Bistrica) do PMO omare na robu parcele 54/10 – lokacija objekta (trasa razvidna v načrtu NN priključka) varovan z varovalko NV 1x3x80A. Niskonapetostni dovod do priključno merilne omarice je izdelan v sklopu ločenega načrta NN priključka, ni predmet tega načrta.

Dovodni kabel od priključno merilne omarice PMO omarice do objekta – razdelilnik RG je položen v cevi zaščitna cev DWP \varnothing 110. Predvideni kabel je NYY-J 4x70mm².

MERITVE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Priključno merilna omara – PMO je locirana na robu parcele ob dovodu na parkirišče. V PMO je predvideno merjenje električne energije. V PMO je predvideno tudi daljinsko odčitavanje porabe električne energije.

Predvidene tarifne varovalke (podatki iz soglasja):

⇒ NV 1x3x80A 1x55kW)

Skupna priključna moč je ocenjena na 51,98kW – glej izračun.

Na streho objekta je predvidena vgradnja naprave za samooskrbo z razmernikom nazivne moči 25kW in vgrajenih 82 PV modulov 290W s skupno močjo 23.78 kW.

3.4.2. IZVEDBA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ

NN RAZVOD od PMO do GLAVENGA RAZDELILNIKA in PODRAZDELILNIKOV V OBJEKTU

Od priključne merilne omare PMO poteka dovod do razdelilnika RG lociranega v toplotni postaji objekta. Iz glavnega razdelilnika RG (zunanja razsvetljava, prostori za dostop od zunaj – sanitarije zunaj,...) se napajajo podrazdelilniki:

- ⇒ Rk – gospodarski prostori (prostor delavnice - hišnik)
- ⇒ Rp – prostori igralnic in osrednjih prostorov s sanitarijami (prehod iz gospodarskih prostorov v osrednji prostor)
- ⇒ Rn – prostori v nadstropju (zbornica)
- ⇒ Rtp – toplotna postaja in naprave ogrevanja, pohlajevanja in prezračevanja
- ⇒ SB/DC in SB/AC – stikalni bloki MSE (sončna elektrarna - naprava za samooskrbo)

Niskonapetostni razvod bo izveden s kablami ustreznih presekov do vseh podrazdelivcev pretežno po kabelskih policah iz perforirane pločevine, montiranimi na stropne in zidne konzole – energetski prostor ter v medstropovjih po objektu. Vsi kablji morajo biti primerno dimenzionirani (z ozirom na moč; določeni močnejši zaradi naknadnega povečanja moči) in selektivno varovani. Kjer je večja koncentracija kablov so predvidene kabelske police, kjer pa zaradi manjšega obsega inštalacij kabelske police niso potrebne bodo vodniki položeni nadometno na objemkah, kabelskih kanalih ali v inštalacijskih ceveh. V prostorih kjer so predvidena delovna mesta so predvideni parapetni kanali. Po končanju del NN dovodov je potrebno vse prehode preko požarnih sektorjev zatesniti s požarno odpornimi materiali minimalno 60 minut.

Kabelske trase in ostali elektroenergetski in telekomunikacijski vodi morajo biti medsebojno usklajeni s strojnimi instalacijami in projektom arhitekture.

Pri izvedbi električnih instalacij, paralelno polaganje in križanje le teh je potrebno paziti na minimalni odmik jakotnih instalacij od telekomunikacijskih, ki mora biti vsaj 20cm. Inštalacije morajo biti na prehodih iz ene požarne cone v drugo požarno cono ustrezno zaščitene, da se prepreči širjenje nastalega požara iz cone v cono.



RAZDELILNIKI

Razdelilniki v energetskega prostoru so predvideni samostojne izvedbe, medtem ko v objektu so predvideni podometne izvedbe locirani skladno s tlorisom. Oprema razdelilnikov je razvidna iz enopolnih shem. Razdelilniki so opremljeni z vsemi potrebnimi instalcijskimi odklopniki, prenapetostna zaščita klase "C" ter zaščitnimi stikali za diferenčno tokovno zaščito. Uporabljeni sistem zaščite proti nevarni napetosti dotika je TN s stikalom na diferenčni tok.

Električna napeljava je izvedena podometno delno nadometno s kablji ustreznega preseka uvlečene v izolacijskih ceveh (betonska plošča, podometno, montažne stene). V objektu so predvideni električni porabniki, kot je razvidno iz priloženih instalcijskih načrtov in pripadajočih enopolnih shem razdelilnikov - to so priključki za nepremične porabnike, vtičnice 230V z zaščitnim kontaktom in priključki za razsvetljavo (lestenčni vijak oz. stropna doza) v posameznih prostorih. Razsvetljava se prižiga lokalno preko pripadajočih stikal pri vratih v posamezne prostore.

Instalacijo v lesenih delih je potrebno izvesti **ognjevarno** in z ustrezno stopnjo zaščite pri izbiri vseh vgrajenih elementov v požarno ogroženih delih objekta.

V montažnih stenah in stropovih objekta se instalacija se izvede podometno in mora biti položena v ognjeodporne tubofleks cevi (iz samogasnega materiala). Instalacija, ki je izvedena v lesenem opažu ali v lesenih predelnih stenah objekta mora biti položena v ognjeodporne tubofleks cevi, svetilke pa pritrjene na podlago preko distančnikov. Dopustna je tudi direktna montaža svetilk na leseno podlago v kolikor je svetilka opremljena z znakom "F".

Kjer obstaja večja nevarnost požara se kablji zaščitijo s posebnim negorljivim premazom. Vsi prehodi med požarnimi conami se zatesnijo z ustrezno požarno odporno negorljivo maso. Požarni sektorji oz. cone so določene s požarnim elaboratom oz. požarno študijo.

Višina montaže elementov se meri od gotovih tal – meri se od sredine elementa oz. priključka razen tam ko je posebej napisano. Stikala so montirana na višini 1,20 m od tal. Višina vtičnic v prostorih, kjer se nahajajo otroci je 1,80m od tal in morajo imeti vstavljen zaščito. V ostalih prostorih zbornica, pisarne in gospodarskih prostorih, kuhinji se vtičnice montirajo na standardno višino 40 cm od tal. Na kuhinjskem pultu in parapetnih kanalih se vtičnice montirajo na 1,15m. Za čiščenje se na hodnikih in stopniščih motira zadostno število vtičnic. Vse višine v enem prostoru morajo biti na isti višini. **Dejanske višine so napisane na shemah – tlorisi.**

Vsi priključki tehnoloških naprav so predvideni po tehnološkem načrtu. Mikrolokacije elementov je potrebno uskladiti z načrti opreme in tehnološkimi načrti.

3.4.3. SPLOŠNA MOČ in MOČ ZA STROJNE NAPRAVE

SPLOŠNO

Elementi strojnih instalacij se napajajo iz razdelilnika Rtp. Krmilni načrti regulacije se izvedejo v PZI načrtu, ko bo izbrana oprema.

Elektroinstalacija moči zajema instalacijo vtičnic 230V z zaščitnim kontaktom ter priključkov za fiksne električne porabnike (230V in 400V). Elektroinstalacija je predvidena s kabelskimi vodniki NYM-J ali YSLY (mehkožilni) odgovarjajočega preseka in števila žil, kar je razvidno iz pripadajočih enopolnih shem. Instalacija moči se izvede pretežno podometno, delno nadometno po kabelskih policah in parapetnih kanalih.

Porabniki v prostorih z otroci in sanitarijah so zaščiteni proti udaru električnega toka z FID-om tip A s tokovno diferenco 0,03A. V prostorih kjer se ne nahajajo otroci so vtičnice nameščene na višini 1,80m.

Razporeditev vtičnic in stalnih priključkov je predvidena glede na notranjo opremo prostorov in tehnološkimi načrti (pri telekomunikacijskih vtičnicah, itd.). Mikrolokacije se definirajo v PZI.

OGREVANJE ŽLEBOV

Predviden je sistem ogrevanja žlebov z vključno z avtomatiko vklopa ogrevanja žlebov.



3.4.4. SPLOŠNA RAZSVETLJAVA

SPLOŠNO

Predvidena je splošna razsvetljava, varnostna razsvetljava za osvetlitev evakuacijskih poti in zunanja razsvetljava. Izbrane svetilke morajo upoštevati smernico o učinkoviti rabe energije TSG-1-004:2010, poglavje 8.2, odstavek 1. Pri izračunu se upoštevajo priporočila SDR in standarda SIST EN 12464-1. Podane so tudi max. Vrednosti UGR (metode za ocenjevanje in omejevanje neugodnega bleščanja). Svetlobna telesa v objektu naj bodo izbrana na osnovi izračuna osvetljenosti. Splošna razsvetljava obsega osvetlitev notranjih prostorov, prilagojena je namembnosti prostora in psiho-fiziološkim zahtevam.

Razsvetljava zasnujemo na naslednjih faktorjih:

- ⇒ Zadostnem nivoju osvetljenosti za posamezne vrste opravil,
- ⇒ Potrebni enakomerni osvetljenosti
- ⇒ Ustrezni porazdelitvi svetlosti
- ⇒ Omejitvi bleščanja
- ⇒ Pravilni smeri vpada svetlobe in senčenosti
- ⇒ Primerni barvni klimi

Osvetljenost posameznih prostorov je predvidena na sledečem nivoju in s sledečimi svetlobnimi viri:

Prostor	Umetna svetloba (Lx)	Vir osvetlitve
Igralnice (povprečna osvetljenost)	300 - 500	LED svetilke
Delovnih površinah	350	LED svetilke
Previjalnicah	500	LED svetilke
Hodniki, stopnišča	100 – 150	LED svetilke
Kotlovnica	200 – 250	LED svetilke
v drugih prostorih	po veljavnem standardu	LED svetilke

Barva temperatura svetil naj bo 4000K (3000K – 5000K).

Elektroinštalacija razsvetljave zajema instalacijo splošne razsvetljave. Elektroinštalacija je predvidena s kabelskimi vodniki NYM-J odgovarjajočega preseka in števila žil, kar je razvidno iz pripadajočih enopolnih shem.

Splošna razsvetljava je namenjena za osvetlitev vseh prostorov v objektu. Instalacija razsvetljave se izvede podometno, kabelskih policah ali parapetnih kanalih.

Vklop razsvetljave je predviden:

- ⇒ v igralnicah lokalno pri vratih,
- ⇒ kotlovnici s stikalom oz. v kombinacij z IR senzorjem,
- ⇒ hodniki in stopnišču – IR senzorji oz. tipkala,
- ⇒ pisarne, zbornica in pomožni prostori – s stikali lokalno ob vratih,
- ⇒ zunanje svetilke – avtomatsko v odvisnosti od zunanje svetlobe preko krmilnika.

Svetilke morajo imeti ustrezno IP zaščito, v kopalnicah morajo imeti zaščito najmanj IP44 (IP55) ali se lahko vgrajujejo svetilke z dvojno izolacijo. Za zunanjo montažo IP44-IP65 oz. za notranjo montažo IP20.

Izračun razsvetljave je v prilogi.

3.4.5. VARNOSTNA RAZSVETLJAVA

V objektu je izveden tudi sistem varnostne razsvetljave za primer izpada električne energije za označevanje evakuacijskih poti. Varnostna razsvetljava mora biti izvedena skladno s standardi SISTE EN 1838, SISTE EN 50171, SST EN 60598-2-22.



Varnostne svetilke zagotavljajo objektu osvetljenost 1% od nazivne oziroma ne manj kot 1 lx po evakuacijskih poteh (1lx na osi izhoda pri tleh). Na mestih, kjer so postavljeni gasilni aparati so dodane dodatne zasilne svetilke. Nivo osvetlitve pri navedenih napravah je 5 lx. Vodniki, ki so položeni nadometno morajo biti odmaknjeni od vseh ostalih instalacij vsaj 50 mm.

Ob svetilkah varnostne razsvetljave mora biti oznaka iz katere je razvidno iz katerega razdelilnika se napaja, številko tokokroga ter zaporedna številka svetilke. Instalacijski odklopnik v stikalnem bloku mora biti označen tako, da je razvidno da napaja tokokroge varnostne razsvetljave. V stikalni blok, ki napaja varnostno razsvetljavo je predvideno krmilno stikalo, tako da je na dana možnost preizkusa svetilk hkrati (kot funkcija stikala se lahko koristi instalacijski odklopnik).

Varnostna razsvetljava temelji na LED svetilkah z vgrajenim centralnim napajanjem v pripravnem spoju in enourno avtonomijo (lokalnim izvorom energije t.j. vgrajenim akumulatorjem). V primeru izpada se omrežne napetosti se svetilke preklopijo na lastni vir napajanja. Vklon svetilk se izvede v predpisanem času, ki mora biti krajši kot 3 sekunde.

Vse varnostne svetilke imajo funkcijo »avto-test«, kar pomeni, da preizkusa funkcionalnosti (delovanje svetlobnega vira) in kapacitete baterije opravijo same in na koncu testa z indikacijsko LED diodo prikažejo stanje svetilke

V bližini svetilke mora biti nameščen ustrezen varnostni znak oz. piktogram za prikaz smeri izhoda. Pri lokaciji take oznake je potrebno paziti, da bo znak v primeru varnostne razsvetljave osvetljen. Možno je vgraditi piktograme z lastno LED osvetlitvijo in lastnim virom napajanja ob izpadu el. energije. Piktogrami morajo biti v obliki in barvi skladno s SIST 1013. Piktogram mora biti zelene barve na beli podlagi. Na njem je obris bežečega človeka in smeri puščice (levo, desno, gor, dol,...) ter pravokotnik.

Znaki za označitev evakuacijskih poti morajo biti v primeru izpada omrežne napetosti osvetljeni najmanj 60 min.

3.4.6. ZUNANJA RAZSVETLJAVA

Elektroinštalacija zunanje razsvetljave zajema instalacijo splošne zunanje razsvetljave (objekta, dovoznih poti in paviljona). Elektroinštalacija je predvidena s kabelskimi vodniki NYY-J oz. FG07R (zemeljski kabel - osvetlitev paviljona in zunanje razsvetljave fasade, dovozne poti,...) odgovarjajočega preseka in števila žil, kar je razvidno iz pripadajočih enopolnih shem.



3.5. DIMENZIONIRANJE VODNIKOV

Za zagotavljanje potrebne trajnosti vodnikov je potrebna ustrezna dimenzioniranost vodnikov. Upoštevana je tehniška smernica TSG-N-002:2013, poglavje 3.2.3. Pri dimenzioniranju kablov je bila upoštevana najvišja temperatura okolja:

- ⇒ 40°C za izolirane vodnike in kable v zraku, ne glede na način polaganja
- ⇒ 20°C za kable, ki so vkopani v zemljo ali položeni v ceveh v zemljo.

Upoštevali so se tudi ustrezni korekcijski faktorji, kot je prikazano v nadaljevanju (priloga).

3.5.1. TERMIČNO DIMENZIONIRANJE VODNIKOV

ZAŠČITA KABLOV PRED PREOBREMENITVIJO

- ⇒ Zaščitne naprave za samodejno prekinitev napajanja morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden povzroči segretje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje. TSG-N-002:2013, poglavje 6.1.
- ⇒ Za zaščito pred preobremenitvijo morata biti izpolnjena pogoja $I_b \leq I_n \leq I_z$ in $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$ (koordinacija med vodniki in zaščitnimi napravami) – glej kontrola učinkovitosti zaščite.

3.5.2. KONTROLA UČINKOVITOSTI ZAŠČITE

Zaščitne naprave morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje ali okolje.

a) koordinacija med vodniki in zaščitnimi napravami

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ in } I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$I_2 = k \cdot I_z$$

kjer so:

I_b - tok, za katerega je tokokrog predviden,

I_z - trajni zdržni tok vodnika ali kabla,

I_n - nazivni tok zaščitne naprave,

I_2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave.

k - faktor določen s standardom in znaša

za talilne varovalke:

TABELA	
Nizkonapetostne talilne varovalke	
I_n (A)	k
2 in 4	2,1
6 in 10	1,9
≥ 16	1,6

za inštalacijske odklopnike:

$$I_n = \text{za vsa območja} \quad k = 1,45$$

za zaščitna stikala:

$$I_n = \text{za vsa območja} \quad k = 1,2$$

v priloženi tabeli v prilogi so izračuni dimenzioniranja pomembnejših tokokrogov.



ZAŠČITA KABLOV PRED KRATKOSTIČNIMI TOKI:

Skladno smernico TSG-N-002:2013, poglavje 6.3 in standarda SIST HD 60364-4-43:2011 se izvede zaščita pri kratkostičnem toku. Za kratke stike, ki trajajo od 0,1s do 5s, je mogoče čas t , v katerem kratkostični tok segreje vodnike do najvišje dovoljene temperature v normalnem obratovanju približno izračunati po enačbi:

Minimalni prerez določimo po enačbi:

$$S_{min} = \frac{1}{K} \cdot I_k \cdot \sqrt{t}$$

S_{min} – minimalni prerez (mm²),

t – čas trajanja kratkega stika (s) – izklopni čas zaščitne naprave (odčitano iz izklopne karakteristike zaščitne naprave),

I_k – efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka (A) – tok okvare,

K – 115 – Cu vodniki s PVC izolacijo, 74 – Al vodniki s PVC izolacijo.

Zgoraj omenjena formula za S_{min} velja le za preseke 10 mm² ali več, za manjše preseke pa kontrole S_{min} ne izvajamo.

Tabela najmanjših prerezov zaščitnih vodnikov:

Prerez faznega vodnika S v mm ²	Najmanjši prerez zaščitnega vodnika S v mm ²
S < 16	S
16 < S < 35	16
S > 35	S/2

Kontrola presekov zaščitnih oz. ozemljitvenih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potenciala bo - enak preseku faznega vodnika do preseka 16 mm²

Dodatni vodnik za izenačevanje potenciala ne sme biti manjši od prereza najmanjšega zaščitnega vodnika vezanega na te prevodne dele.

Kontrolni izračun izvedemo le za najneugodnejše tokokroge in sicer kontroliramo najdaljši tokokrog izmed tistih, ki imajo enako zaščitno napravo in enak presek.



3.5.3. KONTROLA PADCA NAPETOSTI

Padec napetosti računamo po naslednjih enačbah:

$$\Rightarrow \text{ za dovodne kable: } \Delta u_1(\%) = \frac{100 \cdot \Sigma P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2} + \left(1 + \frac{x_k}{r_k} \cdot \operatorname{tg} \varphi \right)$$

$$\Rightarrow \text{ za trifazne porabnike: } \Delta u_1(\%) = \frac{100 \cdot \Sigma P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

$$\Rightarrow \text{ za enofazne porabnike: } \Delta u_1(\%) = \frac{200 \cdot \Sigma P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

Pri tem je :

- P - moč porabnika
- l - dolžina kabla
- λ - prevodnost bakra oziroma aluminija; baker = 56; aluminij = 35
- S - presek vodnika
- U - nazivna napetost
- r_k - specifična ohmska upornost kabla
- x_k - specifična induktivna upornost kabla
- $\operatorname{tg} \varphi$ - tangens faktorja delavnosti

Padec napetosti med napajalno točko električne instalacije in točko v kateri padec napetosti računamo, ne sme biti večji od naslednjih vrednosti:

- \Rightarrow 3% za tokokrog razsvetljave, 5% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja,
- \Rightarrow 5% za tokokrog razsvetljave, 8% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

Za električne instalacije, ki so daljše od 100 m, se dovoljen padec napetosti poveča za 0,005% na vsaki dolžinski meter nad 100 m, vendar ne več kot 0,5 %.

Skupni padec napetosti od izvoda do konca najneugodnejšega tokokroga:

$$u\% = u_1\% + u_2\% + u_3\% \dots$$

V priloženi tabeli priloge so izračuni padcev napetosti po posameznih tokokrogih.

3.5.4. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Pri določanju zaščite pred električnim udarom se upošteva tehnična smernica TSG-N-002-2013, poglavje 4. Od dobavitelja energije (investitorja) smo pridobili podatke glede velikosti priključne moči na mestu priključitve, ki zadovoljuje potrebe objekta. Sistem na katerega se bo objekt priključil je TN. Pri izbiri zaščite pred električnim udarom je upoštevana usposobljenost oseb, električna upornost človeškega telesa v posameznih primerih vlažnosti kože zaradi zunanjih vplivov, dotik osebe s potencialom zemlje, izbira opreme.

Glede na TSG-N-002-2013, poglavje 4.2, odstavek 1, so možni naslednji načini izvedbe zaščite pred električnim udarom:

1. Mala napetost,
2. Samodejni odklop napajanja,



3. Uporaba naprav razreda II,
4. Postavitve v neprevodne prostore,
5. Lokalna izenačitev potencialov, brez povezave z zemljo,
6. Električno ločitvijo,
7. Zaščita s pregradami ali okovi najmanj v izvedbi IP2X ali IP XXB,
8. Zaščita z ovirami, kjer so zgornje dostopne vodoravne ploskve najmanj v izvedbi IP 4X,
9. Zaščita s postavitvijo zunaj dosega roke.

ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPM NAPAJANJA

Standard SIST HD 30364-4-41: 2007 določa, da mora tok zaščitne naprave I_a (A) – ki povzroči samodejni izklop zaščitne naprave v dopustnem času in skupna impedanca okvarne zanke tokokroga izpolnjevati pogoj:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0$$

kjer so:

Z_S Impedanca okvarne zanke(Ω)

I_a Izklop tokovne zaščitne naprave za samodejni odklop napajanja v času T_{izk}

U_0 Nazivna napetost proti zemlji(fazna napetost)

Najdaljše odklopne (T_{izk}) čase v TN sistemu imamo podane v TSG-N-002-2013, v poglavju 4.5, odstavek 6 in znašajo:

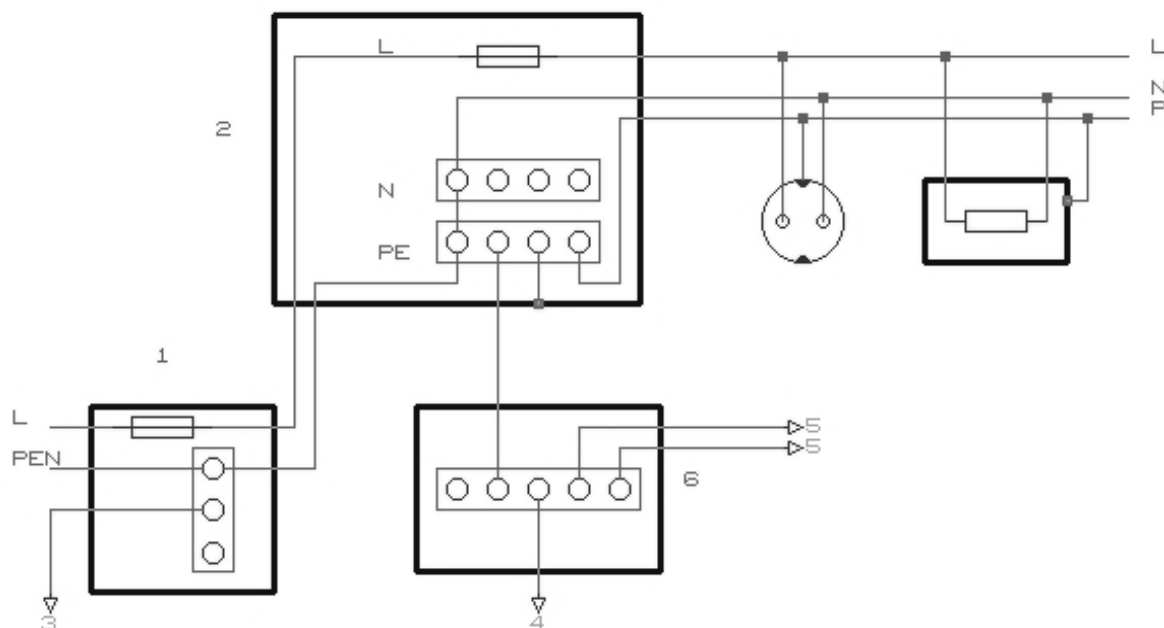
Za končne tokokroge, ki napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo.

U_0 (V)	T_{izk} (s)
od 50 do 120	0,8
od 121 do 230	0,4
od 231 do 400	0,2
Nad 400	0,1

Daljši časi izklopa, ki ne smejo presežati 5 sekund, so dovoljeni za:

1. Napajalne tokokroge
2. Končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosljivo opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega niso priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po zgornji tabeli,
3. Končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosljivo opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega so priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po zgornji tabeli, pod pogojem da obstaja dodatna izenačitev potencialov.

Instalacija je izvedena tri žilna za enofazne in pet žilna za trifazne porabnike, kjer je dodatni vodnik zaščitni vodnik. PE vodnik je zvezan na ohišja naprav, zaščitne kontakte vtičnic na eni strani, ter na izenačenje potencialov na drugi strani.



Slika 1: - Izvedba instalacije v sistemu TN z napravami za nadtokovno zaščito

- 1 - hišna priključna omarica
- 2 - razdelilnik
- 3 - ozemljilo (obratovalno)
- 4 - temeljno ozemljilo (vezano na zbiralko za glavno izenačenje potenciala)
- 5 - povezava kovinskih instalacij
- 6 - omarica za glavno izenačenje potenciala

DODATNA ZAŠČITA Z UPORABO RCD (FID)

Naprava na diferenčni tok RCD, 30 mA – mokri prostori in v prostorih kjer se nahajajo otroci:

$$R \geq \frac{U_0}{I_{\Delta n}} = \frac{25V}{30mA} = 833,333 \Omega$$

Naprava na diferenčni tok RCD, 300 mA:

$$R \geq \frac{U_0}{I_{\Delta n}} = \frac{50V}{300mA} = 166 \Omega$$

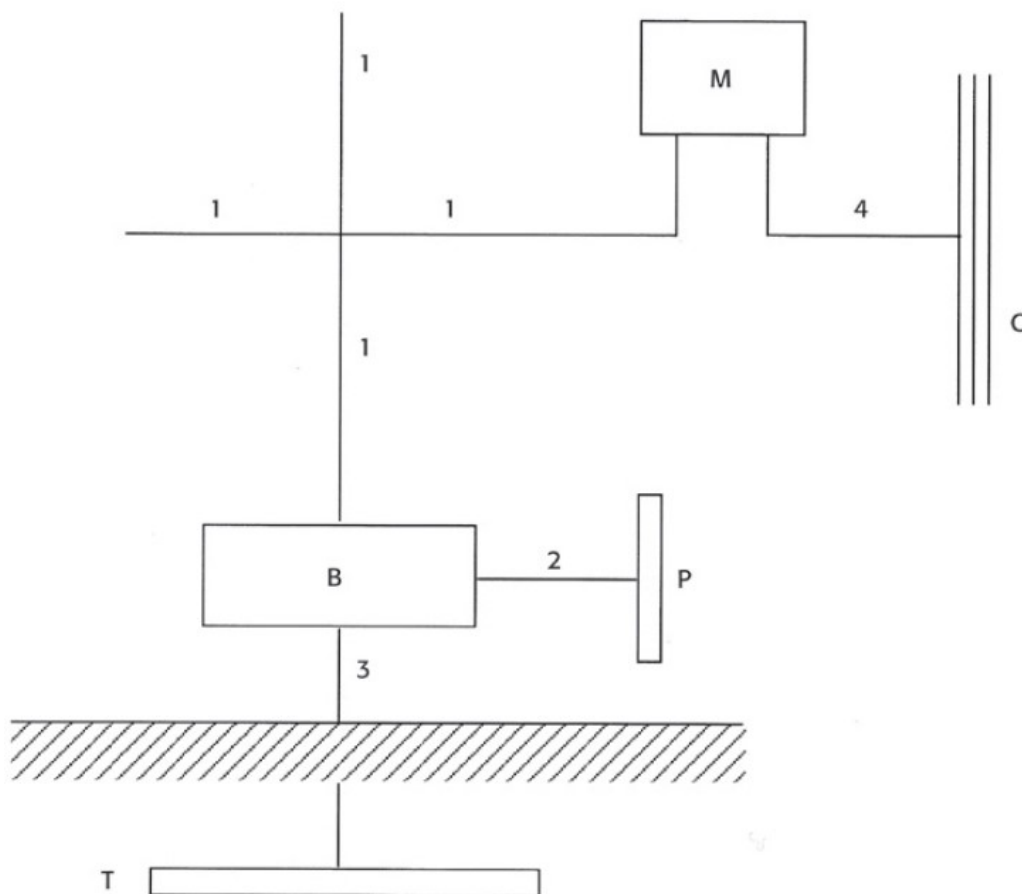


3.6. IZENAČITEV POTENCIALOV, OZEMLJITEV IN SISTEM ZAŠČITE PRED STRELO

3.6.1. IZENAČITEV POTENCIALOV

Potrebno je izvesti glavni in dodatno izenačitev potencialov v prostorih, kjer se to zahteva (kopalnica, kabelske police, obdelovalni stroji, itd.).

V inštalacijskih sistemih je upoštevan način delovanja povezave ozemljitev in zaščitnih vodnikov, kot je prikazano.



- 1 – zaščitni vodnik
- 2 – glavni vodnik za izenačitev potencialov
- 3 – ozemljitveni vod
- 4 – dodatni vod za izenačitev potencialov
- B – glavni priključek (ozemljitvena zbiralka)
- M – izpostavljeni prevodni deli
- C – tuji prevodni deli
- P – vodovod
- T – ozemljitev

Vsi posamezni vodniki za glavno izenačitev potencialov, morajo biti spojeni na ozemljitveno zbiralko glavne izenačitve potencialov.

Ozemljitvena zbiralka glavne izenačitve potencialov, s katero so povezani posamezni vodniki za izenačitev potencialov, mora imeti trajno in jasno označene sponke za priključek posameznih vodnikov za izenačitev potencialov.

Prerez vodnikov za glavno izenačitev potencialov mora biti med 6 in 16 mm² Cu, če vodnik ni mehansko zaščiten, pri čemer v tem razponu ne sme biti manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalacijskem sistemu.



Dimenzioniranje zaščitnih vodnikov in ozemljitve je izvedeno skladno s standardom SIST HD 60364-5-54.

Na GIP se povežejo:

- ⇒ kovinski deli vseh cevnih inštalacij,
- ⇒ IP zbiralke (dodatno izenačevanje potenciala),
- ⇒ kovinska ohišja naprav,
- ⇒ ograje in vsi kovinski deli v objektu,
- ⇒ kabelske police, itd.

Izenačitve potencialov se izvedejo z rumeno/zelenim vodnikom H07V-K:

- ⇒ prevajajo znaten del toka strele – za Cu je 16mm²
- ⇒ ne prevajajo znatnega toka strele – za Cu je 6mm².

Dodatna izenačitev potencialov:

- ⇒ dodatna izenačitev potencialov 4mm².

Ozemljitev novo vgrajene opreme je potrebno spojiti na obstoječe ozemljitev v objektu. Posebno skrb je potrebno nameniti ozemljitvi kabelskih polic.

Večina izenačitev se naredi za znaten tok strele in se poveže že na obstoječe RIP in GIB.

3.6.2. ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

Zaščita pred delovanjem strele je predvidena v skladu s »Pravilnik o zaščiti pred strelo« Ur.l. RS 28/09; 2/12, »tehnična smernica, zaščita pred delovanjem strele« - TSG-N-003:2013, in skupino standardov SIST EN 62305 in SIST EN 50164.

SPLOŠNO

Sistem zaščite pred delovanjem strele LPS (Lightning Protection System) je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu. Za vsak objekt je najprej potrebno izvesti vrednotenje rizika na osnovi katerega se za posamezni objekt zaščitni nivo zaščite pred delovanjem strele LPL (Lightning Protection Level). LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj.

Vrsta in namestitvev LPS mora biti ustrezno izbrana že med načrtovanjem novih objektov, da se čimbolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in da se z najmanjšimi stroški izdelava učinkoviti LPS, ki s tudi estetsko vključi v objekt in okolico.

Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse načrtovane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s smernico TSG-N-003:2013.

LPS mora po rekonstrukciji izpolnjevati vse tehnične lastnosti, ki jih je imel pred rekonstrukcijo.

Glede na položaj v objektih ločimo notranji in zunanji LPS.

LEGENDA

- ⇒ Sistem zaščite pred strelo (LPS) - medsebojno povezan sistem s katerim se zmanjšuje verjetnost nastanka škode zaradi udara strele. Sestavljen je iz zunanjega in notranjega LPS.
- ⇒ Notranji LPS - del LPS znotraj objekta, ki ga tvorijo izenačitve potencialov (onemogočanje visoke napetosti dotika in koraka) in usklajene ločilne razdalje med deli strelovodne napeljave, med seboj in med deli objekta (onemogočanje iskrenja znotraj objekta).
- ⇒ Zunanji LPS - del LPS zunaj objekta, ki ga tvorijo lovilniki, odvodi in sistem ozemljil.
- ⇒ Lovilni sistem - del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo povezane kovinske palice ali mreža vodnikov za prestrezanje strele.
- ⇒ Odvodni sistem - del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo povezave med lovilnim in ozemljilnim sistemom za odvajanje električnega toka strele do sistema ozemljil.



- ⇒ Ozemljilni sistem - del zunanjega LPS, ki ga sestavlja eno ali več medsebojno povezanih ozemljil (kombinacije trakov, palic, itd.), ki električni tok strele speljejo v zemljo.
- ⇒ Ozemljitveni sistem - del LPS, ki medsebojno enkrat ali večkrat namensko povezuje kovinske dele notranjega in zunanjega LPS z ozemljilnim sistemom po zastavljenem konceptu povezav.
- ⇒ Ozemljilo - v zemljo položen vodnik za odvajanje in razpršitev toka strele v zemljo (npr. palično ozemljilo, horizontalno ozemljilo, ploščato ozemljilo, ozemljilni obroč)
- ⇒ Riziko - verjetna letna izguba (ljudi in dobrin) zaradi udara strele v razmerju na vrednost (ljudi in dobrin) v objektu, ki ga je treba ščititi.
- ⇒ Tolerančni riziko (sprejemljiv riziko) - največja vrednost rizika, ki se ga lahko sprejme za ščiteni objekt (ljudi, dobrine, kulturni spomeniki, itd.).
- ⇒ Zaščitni nivo - celoten sklop zaščitnih ukrepov, ki so določeni s parametri toka strele za določene vrste rizika.
- ⇒ Zaščitna cona - območje v katerem lahko nastajajo samo določeni elektromagnetni učinki ob delovanju strele.
- ⇒ LEMP - učinek toka strele zaradi prehoda udarnega tokovnega ali napetostnega vala preko vodljive povezave ali zaradi induktivnega vpliva elektromagnetnega polja.
- ⇒ Metoda kotaleče krogle - pripomoček pri projektiranju LPS, ki določa ščiteni prostor objekta pri direktnih udarih strele.
- ⇒ Metoda zaščitnega kota - določitev kota znotraj katerega obstaja minimalna verjetnost direktnega udara strele
- ⇒ Metoda mreže - metoda določanja ščitene prostora LPS, ki se približuje kovinski kletki.
- ⇒ Prenapetostni odvodnik - zaščitna naprava, ki nad določeno velikostjo omejuje prehodne prenapetostne vplive.
- ⇒ Odvodnik toka strele - zaščitna naprava, ki zaščiti električno napeljavo in opremo pred udarnim razelektritvenim tokom strele.
- ⇒ SPD - naprava za zaščito pred udarnim razelektritvenim tokom strele ali udarnim prenapetostnim valom.
- ⇒ Naravni sestavni deli LPS - kovinski deli objekta, ki prevajajo električni tok (betonska armatura, kovinske obloge, ograje, itd.)

VREDNOTENJE RIZIKOV

Investitor namerava izgraditi nov objekta – »STANOVANJSKO POSLOVNI OBJEKT« z vso potrebno opremo. Za vrednotenje rizika je potrebno določiti ustrezen nivo zaščite objekta.

Parametri toka strele

Parameter toka strele	Zaščitni nivo (LPL)		
	I	II	III in IV
Temenska vrednost toka I (kA)	200	150	100
Celotni naboj celotni Q (C)	300	225	150
Udarni naboj Q (C)	100	75	50
Specifična energija W/R (MJ/W)	10	5,6	2,5
Povprečna strmina di/dt30/90% (kA/μs)	20	150	100

Poškodbe zaradi udara strele

- ⇒ S1 razelektritve v objekt,
- ⇒ S2 razelektritve v bližini objekta,
- ⇒ S3 razelektritve v oskrbovalne vode,
- ⇒ S4 razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov.

Vrsta škode

- ⇒ D1 poškodbe živih bitij,
- ⇒ D2 fizične škode,
- ⇒ D3 škoda na električnih in elektronskih sistemih.



Vrsta izgub

- ⇒ L1 izguba človeškega življenja,
- ⇒ L2 izguba javne oskrbe,
- ⇒ L3 izguba kulturne dediščine,
- ⇒ L4 izguba gospodarskih vrednosti (objekt in njegove vsebine, prenehanje oskrbe),
- ⇒ L'2 izguba javne oskrbe (voda, elektrika),
- ⇒ L'4 izguba gospodarskih vrednosti (prekinitev delovanja).

Točka udara	Vzrok škode	Objekt		Oskrbovalni vod	
		Vrsta škode	Vrsta izgube	Vrsta škode	Vrsta izgube
Razelektritev v objekt	S1	D1	L1, L4 ^{xx}	D2	L'2, L'4
		D2	L1,L2,L3,L4	D3	L'2, L'4
		D3	L1 ^x ,L2,L3		
Razelektritve v bližino objekta	S2	D3	L1 ^x , L2 ,L4		
Razelektritve v oskrbovalne vode	S3	D1	L1, L4 ^{xx}	D2	L'2, L'4
		D2	L1,L2,L3,L4	D3	L'2, L'4
		D3	L1 ^x ,L2,L3		
Razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov	S4	D3	L1 ^x , L2 ,L4	D3	L'2, L'4

^xsamo za objekte z rizikom eksplozije in bolnišnice ter druge objekte, kjer okvara notranjih sistemov lahko nenadoma ogrozi človeško življenje.

^{xx}samo za primere, kjer lahko poginejo živali.

Riziko in njegove komponente

Riziko je vrednost povprečnih in verjetnih letnih izgub. Za vsako vrste škode je za objekt in oskrbovalne vode značilna vrednost.

Riziki, ki se ovrednotijo za objekt so:

- ⇒ R1 riziko izgube človeškega življenja,
- ⇒ R2 riziko izgube javne oskrbe,
- ⇒ R3 riziko izgube kulturne dediščine,
- ⇒ R4 riziko gospodarskih vrednosti.

Riziki, ki se ovrednotijo za oskrbovalne vode:

- ⇒ R'2 riziko izgube javne oskrbe(voda,elektrika),
- ⇒ R'4 riziko izgube gospodarske vrednosti (prekinitev delovanja).

Vrsta izgube	R _T /leto
Izgube človeškega življenja in trajne poškodbe	10 ⁻⁵
Izgube oskrbovalnih sistemov, namenjenih ljudem	10 ⁻³
Izgube kulturnih dobrin	10 ⁻³

Rizične komponente

Vsak riziko je vsota posameznih rizičnih komponent, ob izračunu rizika se posamične komponente seštevajo glede na vzroke in vrste škod ter vrste izgub.

- ⇒ upoštevajoč udare neposredno v objekt,
- ⇒ upoštevajoč udare v bližini objekta,
- ⇒ upoštevajoč udar v oskrbovalne vode objekta,



- ⇒ upoštevajoč udar v bližino oskrbovalni vodov objekta,
- ⇒ upoštevajoč udar v oskrbovalne vode,
- ⇒ upoštevajoč udar v bližino oskrbovalni vodov,
- ⇒ upoštevajoč udar v objekte s katerimi so oskrbovalni vodi povezani.

Vrednotenje rizikov

Odločitev o izbiri zaščitnega nivoja stavb za zaščito pred delovanjem strele se izvede skladno s standardom SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. Postopek vrednotenja rizikov in ovrednotenja stroškov izvedbe zaščite poteka v naslednjem zaporedju:

- ⇒ zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je potrebno zaščititi,
- ⇒ ugotovitev vseh vrst možne škode na objektu in oskrbovalnih povezavah,
- ⇒ ocenjevanje rizika za vse vrste škode,
- ⇒ ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih rizikov s tolerančnim rizikom RT,
- ⇒ ovrednotenje stroškov izvedbe zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščitnih ukrepov.

Vrednotenje rizičnih komponent

V obravnavo rizičnih komponent sodijo:

- ⇒ sam objekt,
- ⇒ napeljave v objektu,
- ⇒ vsebina v objektu,
- ⇒ osebe v objektu in tiste osebe, ki so oddaljene 3m od zunanosti objekta,
- ⇒ okolica objekta, ki je lahko ogrožena,
- ⇒ povezovalni telekomunikacijski vodi s sosednjimi objekti,
- ⇒ visokonapetostne transformatorske postaje v objektih,
- ⇒ električni razdelilniki in energetske povezave,
- ⇒ električne in elektronske naprave (stikala, pretokovne zaščitne naprave, števeci električne,
- ⇒ energije, nadzorni sistemi, varnostni sistemi, itd.).

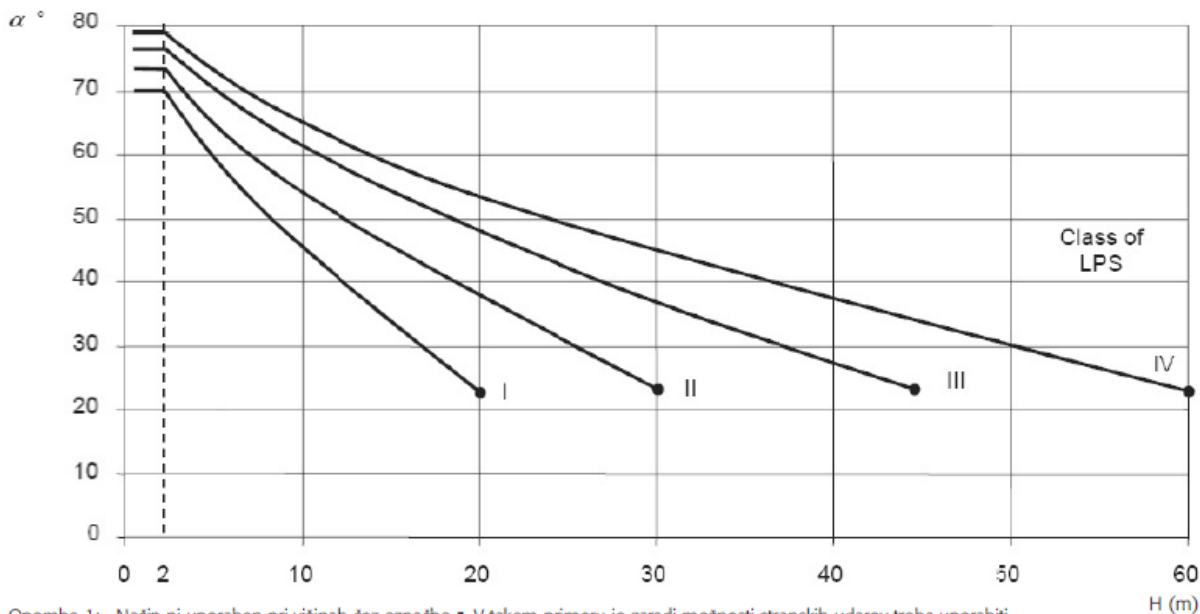
Zunanji sistem zaščite pred strelo (LPS)

Zunanji LPS je namenjen prestrezanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem se na ščitenem objektu ne smejo pojaviti škode. Sestavljen je iz lovilne mreže, odvodov, in sistema ozemljil, ki skupno tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo.

Za vzpostavitev mreže se uporabljajo:

- ⇒ metoda zaščitnega kota,
- ⇒ metoda kotaleče krogle,
- ⇒ metoda mreže.

Vrsta LPS	Zaščitna metoda		
	Polmer kotaleče krogle r (m)	Velikost mrežne zanke W (m)	Zaščitni kot α
I	20	5 x 5	
II	30	10 x 10	Glej sliko 2
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



Opomba 1: Način ni uporaben pri višinah čez označbo *. V takem primeru je zaradi možnosti stranskih udarov treba uporabiti metodo kotaleče krogle in metodo lovilne mreže.

Opomba 2: H je višina namestitve posameznega lovilca nad prostorom, ki je ščiten.

Opomba 3: Zaščitni kot se ne spreminja za H pod 2 m.

Slika 2: Zaščitni kot lovilnikov z višino H glede na vrsto LPS

Navedene metode se v kombinaciji prilagajajo geometrijskim meram objektov. Lovilna mreža je lahko kombinirana s kovinskimi palicami in kovinskimi strešnimi deli. Ko je streha grajena iz negorljivega materiala se lahko prevodniki lovilne mreže polagajo kar na površino strešne kritine z odzivom ognja razreda A1 ali A2. Ko je streha iz gorljivih materialov je treba izvesti razdaljo od 0,1 do 0,4 m med vodniki in streho.

Gorljivi in kovinski deli objekta ne smejo priti v neposredni stik z deli strelovodne napeljave. V LPS se kot deli vključujejo:

- ⇒ kovinske obloge če je: električna neprekinjenost trajna, ustrezna debelina (tabela),
- ⇒ kovinski deli strešne konstrukcije,
- ⇒ razni kovinski deli (dekoracije, tračnic),
- ⇒ kovinske cevi ustreznih dimenzij.

V primeru, ko dimenzije niso ustrezne je potrebno kovinske cevi vključiti v del, ki ga je potrebno ščititi. Cevovodi vnetljivih in eksplozivnih mešanic, ki so povezani z plastičnimi vložki ali prirobnicami morajo biti vključeni v LPS. Tanki premaz z barvo, 1 mm asfalta ali 0,5 mm PVC ni izolacija.

Odvodni sistem

Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje in omogočajo:

- ⇒ več paralelnih poti,
- ⇒ minimalno dolžino paralelnih poti,
- ⇒ izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta.

Razdalje med navpičnimi odvodi in posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami so prikazane v tabeli spodaj:

VRSTE LPS	RAZDALE MED ODVODI (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20



Odvodi morajo vzpostaviti najkrajšo možno povezavo z ozemljilom, navpično brez spremembe smeri. Potekati morajo čim bolj oddaljeno od oken, vrat, električnih napeljav in kovinskih mas ki niso priključene na strelovodno napeljavo. Odvodi so na vsakih 10 do 20 m povezani med seboj s krožno horizontalno povezavo. Lovilna mreža na strehi in sistem odvoda so lahko izdelani izolirano od kovinskih delov objekta, kadar je omogočena ločilna razdalja od drugih kovinskih delov objekta.

Ločilna razdalja je večja od varnostne razdalje. Ko ni mogoče doseči zadostne ločilne razdalje med lovilno mrežo z odvodi do vseh kovinskih delov je potrebno predvideti neizolirani LPS.

Pri objektih grajenih iz armiranega betona je potrebno uporabiti armaturo kot odvode in hkrati kot zaščito pred vplivi elektromagnetnega polja. Pri tem je potrebno upoštevati neprekinjenost galvanskih spojev in minimalne dimenzije.

Na priključku vseh odvodov na ozemljilni sistem je treba izdelati merilni stik, ki ga je mogoče galvansko ločiti. Pri uporabi naravnih kovinskih mas in armature kot naravnih odvodov, v kombinaciji z drugimi odvodi je prav tako potrebno izdelati v merilne namene merilno točko, ki se je zaradi večkratne paralelne povezanosti ne ločuje.

Vodniki, ki medsebojno povezujejo, in spojke morajo biti, če je le mogoče, iz enakega materiala.

Pri neizoliranem LPS so odvodi lahko:

⇒ na površini stene ali v samo steno če je stena izdelana iz negorljivih materialov.

Če je stena izdelana iz gorljivega materiala:

⇒ najmanj 0,15 m od stene na zidne podpore, ki so narazen največ 2,0 m,

⇒ na strešne podpore med seboj oddaljene največ 2,0 m,

⇒ na slemenske podpore med seboj oddaljene največ 1,0 m.

Možnost spajanja različnih materialov glede na elektrokemični potencial:

	Baker	Vroče cinkano jeklo	Nerjavno jeklo	Aluminij
Baker	da	ne	da	ne
Vroče cinkano jeklo	ne	da	da	da
Nerjavno jeklo	da	da	da	da
Aluminij	ne	da	da	da

Ozemljitveni sistem

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost manjša od 10 Ω , najprimernejša. Pri specifični upornosti tal, ki je večja od 250 Ω m, ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal. Enoten in združen ozemljitveni sistem vseh povezanih ozemljil na objektu je najprimernejši. Za ozemljila se lahko uporabijo posebej v ta namen v zemljo položeni vodniki v obliki:

⇒ tračna ozemljila,

⇒ palična ozemljila,

⇒ ploščna ozemljila,

⇒ kovinske konstrukcije in mreže ter cevi položene v zemljo razen tistih za katere obstajajo posebni razlogi za njihovo ločenost.

Ozemljila se povežejo s krožnim ozemljitvenim vodnikom položenim vsaj 0,5 m globoko. Na krožni obroč se na večjih mestih poveže tudi temeljsko ozemljilo objekta. Krožnih obročev je lahko več.

Večanje dolžine vodoravnih ozemljil čez 60 m, da bi zmanjšali ozemljilno odpornost ni smiselna. Pri polaganju vodoravnih zvezdastih ozemljil, pri katerih iz ene točke v raznih smereh izhaja več posameznih vodnikov, naj bo medsebojni kot med sosednjimi ozemljili več kot 60°.

Z ozemljilom v zemlji je potrebno povezati vse kovinske mase, ki so oddaljene manj kot 20 m, razen tistih katere je prepovedano (kovinske mase v sistemu katodne zaščite). Če ima objekt več ozemljil jih je potrebno povezati z vodnikom položenim načeloma v zemljo.



Prednost je potrebno dati krožnemu vodniku. Če so z ozemljili povezane cevi vodovodne napeljave je potrebno premestiti vse vodovodne števcе in podobne naprave, ki so vgrajene na mestih, na katerih so na različnih kovinskih delih lahko različni potenciali.

Materiali, oblike in minimalni preseki strelovodnih vodnikov, ki se uporabljajo v lovilni mreži in odvodih.

Material	Oblika	Minimalni presek (mm ²)	razlaga
Baker	Masiven trak	50	2 mm min. debeline
	Masiven okrogel	50	8 mm premer
	Pleten	50	1,7 mm min. premer vsake žice
	Masiven okrogel	200	16 mm premer
Tanka pobakritev	Masiven trak	50	2 mm min. debeline
	Masiven okrogel	50	8 mm premer
	pleten	50	1,7 mm min. premer vsake žice
Aluminij	Masiven trak	70	3 mm debeline
	Masiven okrogel	50	8 mm premer
	pleten	50	1,7 mm min. premer vsake žice
Aluminijeva zlitina	Masiven trak	50	2,5 mm debeline
	Masiven okrogel	50	8 mm premer
	Pleten	50	1,7 mm min. premer vsake žice
	Masiven okrogel	200	16 mm premer
Vroče cinkano jeklo	Masiven trak	50	2,5 mm debeline
	Masiven okrogel	50	8 mm premer
	Pleten	50	1,7 mm min. premer vsake žice
	Masiven okrogel	200	16 mm premer
Nerjavno jeklo	Masiven trak	50	2 mm debeline
	Masiven okrogel	50	8 mm premer
	Pleten	70	1,7 mm min. premer vsake žice
	Masiven okrogel	200	16 mm premer



Materiali, oblike in minimalne mere ozemljilnih vodnikov.

Material	Oblika	Minimalne mere	Ozemljilni vodnik	Ozemljilna Plošča (mm)	Razlaga
		Ozemljilna palica Ø (mm)			
Baker	Pleten Masivni okrogli Masivni trak Masivni okrogel Cev Masivna plošča Mrežasta plošča	15 20	50 mm ² 50 mm ² 50 mm ²	500×500 600×600	1,7mm min. premer vsake žice 8 mm premer 2 mm debeline 2 mm min. debeline stene 2 mm min. debeline 25×2 mm odprtina Min. dolžina mreže 4,8 m
Jeklo	Masivno pocinkano okroglo Pocinkana cev Pocinkan masivni trak Pocinkana masivna plošča Pocinkana mreža Z bakrom opláščeno masivno okroglo Golo masivno okroglo Goli ali pocinkani masivni trak Pocinkan pleten Pocinkan križni profil	16 25 14 50×50×3	10 mm ø 90 mm ² 10 mm ø 75 mm ² 70 mm ²	500×500 600×600	2 mm debeline stene 3 mm min. debeline 3 mm min. debeline 30×3 mm odprtina 250µm min. radialno, bakreni plašč z 99,9% bakra 3 mm debeline 1,7mm min. premer vsake žice
Nerjavno jeklo	Masivno okroglo Masivni trak	15	10 mm ø 100 mm ²		2 mm min. debeline

Upornosti ozemljitev in udarna ponikalna upornost se izračunajo po spodaj navedenih formulah v glede na izbrano ozemljilo.

Ločimo površinska in globinska ozemljila:

- ⇒ površinska ozemljila
- ⇒ obročasta ozemljila
- ⇒ temeljska ozemljila
- ⇒ vertikalno vkopana ali paličasta ozemljila



Vrednosti specifične upornosti zemljišča:

Vrsta zemljišča	Upornost zemljišča [Ωm]
Močvirje	30
Glina, ilovica, orna zemlja	100
Vlažen pesek	200
Vlažen prod	500
Suh pesek ali prod	1000
Kamnita tla (skala)	3000

POVRŠINSKO OZEMLJILO

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d}$$

V enačbi pomenijo:

- ρ specifična upornost tal v Ωm
- l dolžina ozemljila
- d premer ozemljila v m,

Pri uporabi trakov polovica širine traku ustreza njegovemu premeru d (za trak 25x4mm je $d=0,0125\text{m}$).

OBROČASTO OZEMLJILO

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d}$$

V enačbi pomenijo:

- ρ specifična upornost tal v Ωm
- l dolžina ozemljila
- d premer ozemljila v m,

Pri uporabi trakov polovica širine traku ustreza njegovemu premeru d (za trak 25x4mm je $d=0,0125\text{m}$).

TEMELJSKO OZEMLJILO

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{\pi \cdot D} (\Omega)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot l \cdot b}{\pi}} (\text{m})$$

V enačbi pomenijo:

- ρ specifična upornost tal v Ωm
- l dolžina ozemljila v m
- b širina temeljskega ozemljila v m
- D premer nadomestnega ozemljila v krožni obliki v m



VERTIKALNO VKOPANA OZEMLJILA – SONDE

Izračunane vrednosti ponikalne upornosti glede na specifično upornost tal in število sond. V primeru uporabe večjega števila sond mora biti razdalja med posameznimi sondami večja od dolžine posamezne sonde (1m ali 2m).

Skupna ponikalna upornost je odvisna od števila posameznih sond in medsebojne oddaljenosti.

$$R_s = \frac{R}{k}$$

Pri čemer je:

- R_s - skupna ponikalna upornost v Ω
- R - ponikalna upornost posamezne ozemljitvene sonde v Ω
- k - korekcijski faktor

Podatki v tabelah za sonde POS L = 1m in POS L = 2m so od dobavitelja sond HERMI.

POS L = 1m

Vrsta zemljišča	Ponikalna upornost ozemljila R [Ω]		
	1 sonda L=1m	2 sonde L=1m (k=1,5)	3 sonde L=1m (k=2,4)
5	2,4	1,6	1
20	9,5	6,3	4,0
50	23,8	15,9	9,9
100	47,7	31,8	19,9
200	95,4	63,6	39,8
300	143,0	95,3	59,6
600	286,1	190,7	79,5
1000	476,8	317,9	198,7
2000	953,6	635,7	397,3

POS L = 2m

Vrsta zemljišča	Ponikalna upornost ozemljila R [Ω]		
	1 sonda L=2m	2 sonde L=2m (k=1,5)	3 sonde L=2m (k=2,4)
5	1,5	1	0,6
20	5,9	3,9	2,5
50	14,7	9,8	6,1
100	29,4	19,6	19,6
200	58,7	39,1	24,5
300	88,1	58,7	36,7
600	176,1	117,4	73,4
1000	293,6	195,7	99,8
2000	587,1	391,4	244,6



UDARNA PONIKALNA UPORNOST

Za delovanje strelovodne naprave je odločilna njena udarna ponikalna upornost R_u . Za odvajanje udarnega toka strele v zemljo je učinkovita dolžina 20 m od mesta uvoda v zemljo. Udar strele se odvaja v zemljo najmanj v dve smeri, pri čemer nastopi v eni smeri dolžina ozemljila 20 m.

Udarne ponikalne upornost se izračuna po naslednji formuli:

$$R_u = k \cdot \frac{\rho}{2 \cdot l}$$

- l - dolžina aktivnega ozemljila (m)
- ρ - specifična upornost tal v Ωm
- k - korekcijski faktor odvisen od celotne dolžine ozemljila

Preskočno razdaljo izračunamo po naslednji formuli:

$$D = 0,066 \cdot R_u + 0,028 \cdot L$$

L – razdalja med krajem, na katerem se kovinska masa najbolj približa strelovodni napeljavi in vhodom odvoda v zemljo.

Zgoraj izračunana vrednost D velja za zrak, za zid pa vzamemo tretjino te vrednosti. Vse kovinske mase, katere se nahajajo strelovodni napeljavi bližje od izračunane razdalje D je potrebno povezati na strelovodno napeljavo. Po predpisih sme znašati R_u največ 8 % vrednosti specifične upornosti tal.

Izračun ozemljitve objekta in udarne ponikalne upornosti je v poglavju izračuni.

PREPREČITEV ISKRENJA IN PREBOJEV

Pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, preko odvodov v ozemljilni sistem, lahko pride do nevarnega iskrenja in prebojev med:

- ⇒ kovinskimi konstrukcijami,
- ⇒ notranjimi povezavami raznih napeljav,
- ⇒ zunanjimi prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico.

Iskrenje je nevarno za nastanek požarov in uničenje naprav. Nevarno iskrenje preprečimo z:

- ⇒ izenačitvijo potencialov,
- ⇒ električno izolacijo.

IZENAČITEV POTENCIALOV

Bo dosežena s povezovanjem:

- ⇒ kovinskih delov v objektu,
- ⇒ kovinskih napeljav,
- ⇒ notranjih oskrbovalnih inštalacijskih sistemov,
- ⇒ zunanjih prevodnih delov in inštalacijskih povezav objekta.

Pri teh povezavah bo potrebno upoštevati da se del toka zaključuje preko njih. Izenačitve potencialov bodo izvedene s:

- ⇒ povezovalnimi vodniki,
- ⇒ prenapetostnimi zaščitnimi napravami (SPD) kjer ni izvedljiva neposredna povezava z vodniki.



IZENAČITEV POTENCIALOV KOVINSKIH NAPELJAV

V primeru, ko je sistem zaščite pred strelo (LPS) izveden v izolirani izvedbi se izenačitev potencialov izvede na nivoju povezave ozemljilnega in ozemljitvenega sistema.

V primeru ko zunanji LPS ni izoliran od notranjih kovinskih mas se izenačitve potencialov izvedejo na:

- ⇒ v pritličju na nivoju priključkov ozemljitvenega sistema in izvedene tako da jih je mogoče enostavno preverjati,
- ⇒ na mestih kjer izolacijske zahteve niso izpolnjene.

Povezave za izenačitve potencialov morajo biti izvedene po najkrajši poti in direktno.

Minimalni preseki povezav, ki lahko prevajajo znaten del toka strele:

Vrsta LPS	Material	Presek (mm ²)
od I do IV	Baker	16
	Aluminij	25
	Jeklo	50

Če so v plinske ali vodovodne cevi znotraj objekta vstavljeni izolacijski vložki se ti premostijo s SPD ki so dimenzionirane za tako namestitvev. Enako velja za druge kovinske dele kateri običajno niso povezani z združenim ozemljitvenim sistemom na objektu.

IZENAČITEV POTENCIALOV ZUNANJIH PREVODNIH DELOV ZUNANJEGA SISTEMA ZAŠČITE PRED STRELO (LPS)

Povezovanje zunanjih kovinskih delov bo treba po možnosti izvesti čim bližje ob vstopu v ščiteni objekt. Povezovalni vodniki bodo morali imeti zadostni presek in bodo morali biti sposobni prevajati predvideni tok strele.

V primerih ko ne bo možna izvedba direktne povezave se bo le ta morala vzpostaviti s pravilno dimenzioniranim SPD. Če bo potrebna izdelava izenačitve potencialov kadar ne bo zunanjega LPS se bo za ozemljitveni sistem uporabila ozemljitev električne napeljave.

IZENAČITEV POTENCIALOV V NOTRANJEM DELU SISTEMA ZAŠČITE PRED STRELO (LPS)

Kadar so notranji vodniki v obliki oklopljenih kablov ali so položeni v kovinske kanale ali cevi, bo potrebno oklepe in kovinske kanale ali cevi povezati na ozemljitveni sistem objekta.

V primeru, ko kabli nimajo oklepa in niso položeni v kovinske kanale ali cevi morajo biti povezani s prenapetostno zaščitno napravo (SPD). V TN sistemih električne inštalacije morajo biti PE in N vodniki galvansko povezani na sistema zaščite pred strelo (LPS).

V inštalacijskem sistemu TT morajo biti vodniki PE galvansko povezani na LPS. Pri izvedbi zaščite pred prenapetosti v notranjosti objekta je treba uskladiti zaščito s pravilno izbranimi karakteristikami prenapetostnih zaščitnih naprav (SPD) po standardu SIST EN 62305-4.

IZENAČITEV POTENCIALOV V SISTEMIH OSKRBOVALNIH VODOV

Izenačitev potencialov električnih in telekomunikacijskih vodov se izvede v skladu s prejšnjo točko.

Vsi vodniki vsakega oskrbovalnega voda bodo povezani direktno ali preko SPD na ozemljitveni sistem objekta.

Živi vodniki naj bodo povezani na zbiralko za izenačitev potenciala preko SPD. V TN sistemih naj bodo PE in N vodniki direktno povezani na zbiralko za izenačitev potenciala.

Če so vodi odklopljeni ali položeni v kovinske cevi, je potrebno plašče ali kovinske cevi povezati na ozemljitveni sistem. Povezave kovinskih opletov in kovinskih zaščit je potrebno izdelati ob vstopu v objekt. Pri tem morajo biti karakteristike SPD koordinirane.



LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS (SISTEM ZAŠČITE PRED STRELO)

Električna izolacija med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje (S) in sicer:

$$S = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

S	varnostna razdalja (m)
k_i	koeficient odvisen od izbire vrste LPS (po tabeli)
k_c	koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (po tabeli)
k_m	koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala (po tabeli)
l	koeficient dolžina vodnika LPS na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potencialov (m)

Vrsta LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

Število odvodov n	k_c
1	1
2	0,66
4 ali več	0,44

Material	k_m
Zrak	1
Beton opeka	0,5

Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_i (SIST EN 62305-3:11)

Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_c (SIST EN 62305-3:11)

Opomba: Vrednosti k_c v tabeli veljajo za vse razporeditve tipa B in za razporeditve ozemljil tipa A pod pogojem, da se ozemljitvena upornost sosednjih ozemljil ne razlikujejo za več kot faktor 2. Če se ozemljitvene upornosti posameznih ozemljil razlikujejo več kot za faktor 2, potem se prevzame $k_c=1$.

Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_m (SIST EN 62305-3:11)

Opomba 1: Pri zaporedju več izolacijskih materialov se po dobri praksi upošteva nižji k_m .

Opomba 2: Kadar se vgrajujejo drugi izolacijski materiali naj navodila za vgradnjo in vrednost koeficienta k_m poda proizvajalec.

V primeru vključevanja vodov ali zunanjih prevodnih delov v objekt je treba zagotoviti direktno izenačitev potencialov ali povezave prek prenapetostnih zaščitnih naprav (SPD).

V objektih s kontinuirano povezavo kovinskih mas, povezano armaturno mrežo, kovinsko konstrukcijo ločilne razdalje ni mogoče doseči, kar zahteva galvansko povezavo vseh kovinskih delov v enotni ozemljitveni sistem.

STRELOVOD

Strelovod je namenjen prestrezanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem se na zaščitenem objektu ne smejo pojaviti škode. Sestavljen je iz lovilne mreže, odvodov in sistema ozemljil, ki skupno tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo.

Lovilna mreža je lahko kombinirana s kovinskimi palicami in kovinskimi strešnimi deli. Pri tem pa morajo biti medsebojno dobro galvansko povezani, kar zagotavlja enakomernjšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju. Gorljivi in kovinski deli objekta ne smejo priti v neposreden stik z deli strelovodne napeljave.

Če je streha, strešna obloga ali žleb iz bakra, je treba jeklene ali aluminijaste vodnike položiti tako, da deževnica ne teče z bakrenih delov na jeklene ali aluminijaste vodnike. Če to ni možno, je potrebno uporabiti bakrene vodnike.

Na stikih bakrenih in aluminijastih vodnikov je potrebno vstaviti vložek iz obeh materialov (Al-Cu).



ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO DOTIKA

Pri odvajanju toka strele v zemljo, lahko zunaj objekta nastanejo previsoke napetosti dotika.

Te nevarnosti zmanjšujemo na sprejemljivo raven če je:

- ⇒ verjetnost gibanja oseb ali njihovo zadrževanje v bližini odvodov zelo majhna,
- ⇒ naravni sistem kovinskih mas sestavljen iz številnih povezav paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo objekta z zagotovljeno električno prevodnostjo,
- ⇒ specifična upornost zemlje v oddaljenosti 3 m od odvoda najmanj 5 kΩm.

Če ni izpolnjena nobena od navedenih zahtev je treba zaradi zaščite oseb pred previsoko napetostjo dotika:

- ⇒ izolirati odvode LPS,
- ⇒ namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjševanje možnosti dotika LPS odvodov.

ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO KORAKA

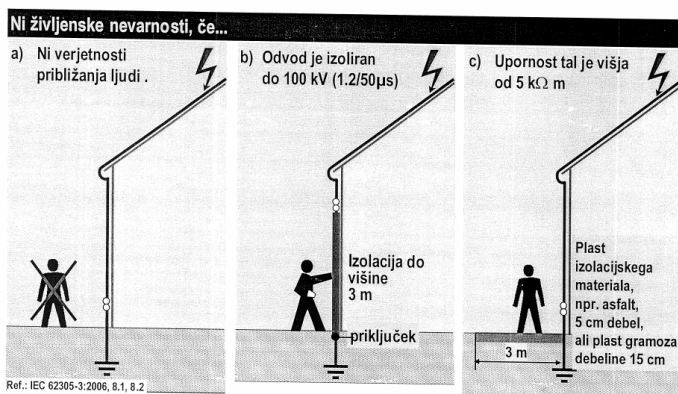
Previsoka napetost koraka se zmanjša na sprejemljivo raven, če je:

- ⇒ verjetnost gibanja ali zadrževanja oseb ob strelovodnih odvodih v razdalji najmanj kakor 3m zelo majhna,
- ⇒ specifična upornost zemlje v območju 3m od odvoda LPS vsaj 5 kΩm.
- ⇒ Plast izolacijskega materiala, 5 cm asfaltne prevleke, 15 cm gramoza načeloma zmanjša nevarnost napetosti koraka na sprejemljivo mejo.

V primeru ko ni izklopljen nobeden od zahtevanih pogojev, je treba:

- ⇒ izdelati potencialne izenačitve z oblikovanjem gostote mrež ozemljilnega sistema,
- ⇒ namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjševanje možnosti dotika LPS odvodov znotraj 3 metrskega območja okoli njih.

Zaščitni ukrepi proti napetosti dotika in koraka



ZAŠČITA ELEKTRIČNIH IN ELEKTRONSKIH SISTEMOV V OBJEKTU

Razelektritveni udar sprosti veliko količino energije, zato je potrebna vgradnja dodatne zaščite na pomembnejših delih električne in elektronske opreme. Nevarnost za električno in elektronsko opremo predstavlja elektromagnetni udar toka strele (LEMP), ki deluje:

- ⇒ preko prenesenih ohmskih in induciranih prenapetosti na električne in elektronske naprave in njihove povezave,
- ⇒ z učinki sevalnih elektromagnetnih polj direktno na same naprave.

Prenapetostni vplivi lahko nastajajo zunaj in znotraj objekta:

- ⇒ zunanji vplivi na objekt nastajajo ob atmosferskih razelektritvah v priključene oskrbovalne vode ali v njihovo bližino. Lahko se prenesejo tudi preko električnih in elektronskih povezovalnih sistemov,
- ⇒ notranje prenapetosti v objektu lahko nastanejo ob direktnem udaru strele v objekt ali v njegovo bližino.



ZAŠČITNE CONE

Zaščita pred elektromagnetnim udarom toka strele (LEMP) temelji na namensko izbranih zaščitnih conah, namenjenih obvladovanju elektromagnetnega vpliva, ki nastane v objektu ob udaru strele.

Posamezne zaščitne cone zaporedoma omejujejo elektromagnetne vplive udarnega toka strele. V območju posamezne cone je vpliv LEMP zmanjšan na enakovreden nivo, kar omogoča nemoteno delovanje opreme predvidene za to cono.

Na mejah posameznih con je potrebno namestiti naprave za prenapetostno zaščito (SPD). SPD zmanjšujejo elektromagnetni vpliv udarnega toka ali delnega toka strele. Način nameščanja SPD bo predviden skladno s SIST EN 62305-4.

OZEMLJEVANJE IN POVEZOVANJE

Temelji na združenem ozemljitvenem sistemu katerega sestavljajo:

- ⇒ ustrezen ozemljilni sistem, ki razprši razelektritveni tok strele v zemljo,
- ⇒ ustrezno galvansko povezovanje ki zmanjšuje potencialne razlike in hkrati zmanjšuje vplivajoče magnetno polje.

MAGNETNO OKLOPLJANJE IN PREPLETANJE

Zmanjšuje prodirajoče elektromagnetno polje in različne notranje prenapetostne vplive. Prepletanje notranjih vodnikov v kabelskih trasah-povezovalnih poteh tudi zmanjšuje amplitude prenapetostnih impulzov.

KOORDINIRANA SPD (PRENAPETOSTNA ZAŠČITNA NAPRAVA) ZAŠČITA

Zaščita notranjih električnih in elektronskih naprav zahteva sistematično in usklajeno nameščanje SPD za močnostne in signalne povezave.

NAČRTOVANJE, IZBIRA IN PREGLEDNI POSTOPEK ZAŠČITE PRED ELEKTROMAGNETNIM UDARNIM TOKOM STRELE (LEMP)

Načrtovanje in izbira zaščitnih naprav pred LEMP mora potekati hkrati s projektiranjem celotnega objekta in pred njegovo gradnjo.

3.6.2.1. STRELOVODNA INSTALACIJA OBJEKTA

Objekt je ščiteno pred delovanjem strele skladno z veljavnimi predpisi. Razdalja med odvodi je glede na obliko objekta približno 20m, torej objekt je varovan z zaščitnim **nivojem IV**.

Strelovodna instalacija sme biti narejena le z elementi, predvidenimi po veljavnih predpisih. Ozemljitveni vodniki se polagajo v čim bolj ravnih linijah tako, da se izognejo ostrim zavojem ter nepotrebni prekinitvam. Največja dopustna sprememba smeri je 90°, krivinski radij pa 20 cm.

KONTROLA IN PREGLED STRELOVODNE NAPRAVE

Po končani montaži strelovodne naprave se izvršijo meritve. Če vgrajena ozemljitev ni zadovoljljiva, je potrebno zakopati dodatno ozemljitev v obliki krakov na mestih, kjer so priključeni odvodi na ozemljilo. V skladu z zahtevami pravilnika je potrebno strelovodno napravo kontrolirati. Pregled strelovodne naprave se izvrši :

- ⇒ po končani montaži strelovodne naprave
- ⇒ po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt
- ⇒ po rednih periodičnih presledkih:
 - enkrat letno pri kritičnih objektih
 - enkrat letno pri objektih s potencialno eksplozivno atmosfera, vizualni pa vsakih 6 mesecev
 - vsaki 2 leti pri zaščitnih nivojih I in II
 - vsaka 4 leta pri zaščitnih nivojih III in IV



Ob pregledih je potrebno voditi pismeno dokumentacijo. O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami. Iz njega mora biti razvidno ali je strelovodna naprava brezhibna in kakšna morebitna popravila so na njej potrebna.

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primerno razporejenimi ozemljili. V splošnem je nizka upornost manjša od 10Ω , najprimernejša. V našem primeru imamo notranji SPD izveden s prenapetostnimi odvodniki na vseh vstopajočih elektro vodnikih v objekt v skladu s SIST EN 62305-4.

Glede na navedeno mora biti ozemljilna upornost $R_0 \leq 5\Omega$.

Na objektu strelovodno instalacijo sestavljajo:

- ⇒ Lovilni sistem
- ⇒ Odvodniški sistem
- ⇒ Preizkusni spoji
- ⇒ Ozemljitveni sistem

LOVILNI SISTEM

Kot lovilni sistem je predvidena aluminijasta žica Al $\phi=8\text{mm}$. Pritrdi se jo s strešnimi držali. Na lovilni sistem se veže vse kovinske mase (kovinske kape dimnikov in zračnikov, obrobe,...).

V kolikor je dimnik v celoti kovinski, se ga z lovilnim sistemom zaščiti (spojka z ustreznega neprevodnega materiala- izolacijski distančnik), da nima dimnik funkcije strelovoda. Minimalna razdalja je izračunana v izračunih.

ODVODNIŠKI SISTEM

Odvodniški sistem tvori povezavo med lovilnim sistemom in ozemljitvenim sistemom. Glede na velikost in obliko objekta je predvidenih **10** glavnih odvodov. Odvodi so predvideni kot nevidni v fasadi objekta. Za odvode iz strehe do preizkusnega spoja je predvidena aluminijasta žica Al $\phi=8\text{mm}$, ki je instalirana nadometno (konstrukcija iz lesenega izvora - gorljiva). Povezava od preizkusnega spoja do ozemljila se izvede s pocinkanim jeklenim trakom FeZn 25x4mm.

PREIZKUSNI SPOJI

Preizkusni spoji se namestijo na višini 1,5m v pod tipsko zaščito iz nerjaveče pločevine na fasadi objekta na vsakem odvodu. Služijo za kontrolo strelovodnega sistema. Ob vsakih meritvah strelovodne instalacije se morajo merilni spoji ustrezno spojit nazaj v prvotno stanje, da se zagotovi neprekinjenost.

OZEMLJITVENI SISTEM

Ozemljitveni strelovodni sistem je predviden s pocinkanimi trakom FeZn 25x4 mm položenim okoli objekta v zemlji. Trak v zemlji se polaga cca 1m od objekta v globini 0,8m pod nivojem terena.

Za ozemljitev večjih kovinskih mas v objektu je predviden s pocinkanim jeklenim trakom FeZn 25x4 mm položenim v temelju objekta ter s tipskimi elementi vezanimi na armaturo temelja. Na ozemljitveni vod se vežejo vse večje kovinske mase kot so ograje, vrata, okna, itd.

Na mestih križanja z energetskim, telefonskim kablom in KRS kablom se mora trak uvleči v juvidur cevi premera 50 mm, $l = 6$ m. Križanje je potrebno izvesti pod kotom 90 stopinj.

Na ozemljilo je bilo potrebno vezati (s pomočjo pocinkanega valjanca Fe-Zn 25x4mm in križno spojko) vsa ozemljila sosednjih objektov, ki niso oddaljeni več kot 20 m in zaščitno letev PE v GIP omaricah.

STIKI

Posebno pozornost je treba posvetiti pri montaži stikov in zagotoviti neprekinjenost. Stiki se izvedejo s trajnim spojem, z varjenjem ali z vijachenjem z vijaki M10. Stiki pocinkanega valjanca se izvedejo tako, da se oba trakova prekrivata najmanj na dolžini 10cm in spojata z dvema pocinkanima vijakoma M10 s pocinkano matico. Vso instalacijo je potrebno dobro zaščititi pred korozijo, posebno pa še stike in uvode v zemljo. . Po možnosti naj bo čim



manj stikov. Križanja z električnimi kablji so izvedena pod pravim kotom in kabel do ozemljila je uvlečen v plastično cev 3 m levo in desno od mesta križanja. Betonska armatura objekta se na večjih mestih poveže z ozemljitvijo

Izračun ozemljitve objekta in udarne ponikalne upornosti je v poglavju izračuni.

PRENAPETOSTNA ZAŠČITA

Prenapetostna zaščita varuje ljudi in opremo pred:

- ⇒ direktnimi udari strele,
- ⇒ posledicami elektromagnetnih polj zaradi udara strele,
- ⇒ stikalnih manipulacij.

Zaščita pred prenapetostmi, ki se lahko pojavijo zaradi atmosferskih razelektritev, je predvidena v priključno merilni omari PMO, ki se priklopi na predvideno ozemljilo. V PMO se namesti odvodnik udarnega toka strele razreda B *, ki je ščiten z varovalkami z maksimalnim nazivnim tokom za izbran odvodnik. V vseh ostalih razdelilnikih (stikalnih blokih SB) so predvideni prenapetostni odvodniki razreda C *.

*) Opomba:

- ⇒ odvodnik udarnega toka strele (razred B oz. tip T1 po SIST EN 61643-1),
- ⇒ odvodnik prenapetosti (razred C oz. tip T2, T3 po SIST EN 61643-1).



3.7. TEHNIČNI OPIS ELEKTRO INSTALACIJ - ŠIBKOTOČNE INŠTALACIJE

Predvidene so naslednje telekomunikacijske instalacije:

- ⇒ telefonska instalacija,
- ⇒ strukturirano ožičenje.

Sistemi tehničnega varovanja

- ⇒ sistem avtomatskega javljanja požara,
- ⇒ instalacija el. vrat,
- ⇒ domofonska instalacija,
- ⇒ protivlomna zaščita.

3.7.1. TELEKOMUNIKACIJSKA INSTALACIJA

ZUNANJI RAZVOD

Zunanji razvod telekomunikacijskih instalacij ni predmet tega načrta. Predvidena je napeljava za priklop na napajalno mesto TK omrežja v bližini objekta. Trasa telekomunikacijskih kablov je predvidena preko fasadne telekomunikacijske omarice PO-T (na steni pred energetskega prostora).

V zemljo se položi rezervna cev, za možnost naknadne vgradnje optične povezave.

NOTRANJI RAZVOD

Načrt zajema razvod od zunanje omarice do komunikacijske omarice v pritličju objekta – gospodarski del.

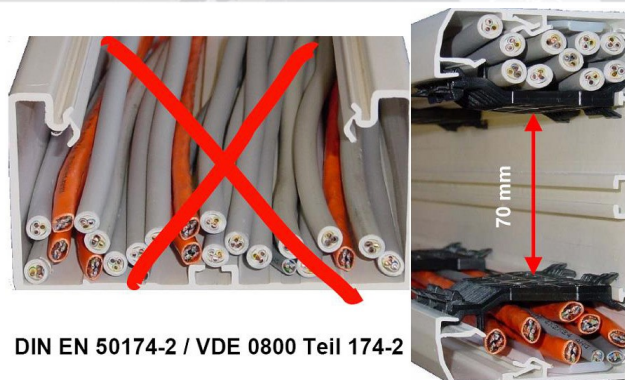
Razvod kablov od komunikacijske omarice po objektu je predviden s kablom FTP 4x2x24 AWG cat 6. Na vsakem priključnem mestu se predvidi dvojne telekomunikacijske vtičnice CAT6, ki se montira v parapetni kanal ali podometno dozo – glej tloris.

Namestitvev komunikacijske opreme ustreza standardu SIST EN 50174-1 - Informacijska tehnologija - Polaganje kablov - 1. del: Specifikacija in zagotavljanje kakovosti in standardu SIST EN 50174-2 - Informacijska tehnologija - Polaganje kablov - 2. del: Načrtovanje inštalacij in tehnike dela v stavbah.

Strukturirano ožičenje je sestavljeno iz elektroenergetskih inštalacij 230V in univerzalnega sistema pokabljanja, kjer so upoštevani medsebojni vplivi, ki pogojujejo zanesljivo delovanje priključenih naprav na strukturirano ožičenje. Namenjeno je uporabi telefonske in podatkovne mreže in ostalim napeljavam za potrebe CATV sistema, požarne sisteme, alarmne sisteme, ter drugo.

Minimalni razdalje med elektroenergetskimi inštalacij 230V in univerzalnim sistemom kabliranja, kjer je skupni poteki tras večji kot 35 m, so prikazani v spodnji preglednici.

Tip Kabla	Minimalne razdalje [mm]		
	Brez pregrade	Pregrada iz aluminija	Pregrada iz jekla
Neoklopljen energetski kabel Neoklopljen podatkovni LAN kabel	200	100	50
Neoklopljen energetski kabel Oklopljen podatkovni LAN kabel	50	20	5
Oklopljen energetski kabel Neoklopljen podatkovni LAN kabel	30	10	2
Oklopljen energetski kabel Oklopljen podatkovni LAN kabel	0	0	0



DIN EN 50174-2 / VDE 0800 Teil 174-2

Slika 1: Shem prikazuje izvedbo ločevanja močnostnih kablov in kablov strukturiranega ožičenja (telekomunikacijskih kablov).

Po končani izvedbi je potrebno za F/FTP instalacijo v skladu s standardom ISO/IEC 11801 – 2. izdaja izvesti meritve Class EA (permanent link) in meritve predati v tiskani in elektronski obliki.

3.7.2. TEHNIČNI OPIS POSAMEZNIH SISTEMOV TEHNIČNEGA VAROVANJA

3.7.2.1. SISTEM AVTOMATSKEGA JAVLJANJA POŽARA

V objektu se vgradi sistem avtomatskega javljanja požara (AJP), ki se bo z inštalacijo navezoval na požarno centralo. Projektiranje in izvedba avtomatskega javljanja požara mora biti skladno s SIST EN 54 za elemente ki niso urejeni s standardom pa je potrebno uporabiti VdS 2095. Predvidena je vgradnja sistema avtomatskega javljanja požara po sistemu popolne zaščite (razen vlažnih prostorov – sanitarije). Gostota javljalnikov mora biti izbrana skladno z zahtevami proizvajalca izbranega sistema. Za sistem javljanja požara mora biti izvedbi izdano potrdilo o brezhibnem delovanju skladno s pravilnikom o pregledu in preizkušanju vgrajenih sistemov požarne zaščite.

Centrala krmili:

- ⇒ Aktiviranje sistema javljanja požara
- ⇒ Prenos signala na certificirani center za sprejemanje požarnih alarmov,
- ⇒ Deblokiranje eventualnih elektronskih ključavnic na evakuacijskih izhodih, ki so v normalnem obratovanju objekta zaklenjene,
- ⇒ Proženje pogonov požarnih loput,
- ⇒ Izklop prezračevalne – klimatske naprave.

Sistem AJP je sestavljen iz naslednjih osnovnih elementov: požarne centrale, optičnih javljalnikov požara, termičnih javljalnikov požara, ročnih javljalnikov požara, vhodno/izhodnih modulov, vzorčnih komor, žarkovnih javljalnikov, alarmnih siren.

Predvidi se popolna zaščita prostorov (v odvisnosti od zahtev in potreb) z optičnimi, termičnimi avtomatskimi, žarkovnimi in ročnimi javljalniki požara, pri čemer so varovani vsi prostori razen manj ogroženih prostorov.

Sistem z opisanimi elementi zagotavlja detekcijo požara v zgodnji fazi (ob pojavu povišane koncentracije dima – optični ali povišane temperature - termični) v vseh varovanih prostorih. To je doseženo z namestitvijo ustreznega števila javljalnikov požara, ki se namestijo na stropove varovanih prostorov. Avtomatski javljalniki požara se namestijo na sekundarni in primarni strop.

V objektu se namesti ustrezno število ročnih javljalnikov, ki se namestijo na vidnih in dostopnih mestih - ob izhodih iz posameznih delov objekta.

Za zvočno indikacijo alarma se predvidi namestitev zadostnega števila notranjih siren, katerih slišnost mora biti dobra v vseh delih varovanega objekta.



Nadzor in upravljanje sistema je možen s pomočjo upravljalne tastature na centrali

V primeru alarma požara se izvede krmiljenje:

- ⇒ vklopa požarnih siren,
- ⇒ izklopa prezračevalnih naprav,
- ⇒ zapiranja požarnih loput v prezračevalnih kanalih,
- ⇒ zapiranja oz. odpiranje požarnih vrat na mejah požarnih sektorjev,
- ⇒ prenosa signalov alarma požara in napake.

Prenos alarmnih signalov (alarm, napaka) se izvede preko oddajne enote. na poklicno gasilsko brigado ali varnostno službo, ki opravlja požarno varovanje objekta. Oddajna enota v skladu z veljavnim pravilnikom pošilja naslednje signale:

- ⇒ požarni alarm,
- ⇒ napaka na požarnem sistemu,
- ⇒ neprestana kontrola telefonske linije.

3.7.2.2. SISTEM AVTOMATSKEGA JAVLJANJA VLOMA IN SISTEM DOMOFONA

Za potrebe varovanja objekta se predvidi vgradnja sistem za javljanje vloma, ki s pomočjo nameščenih javljalnikov gibanja v objektu zazna nepooblaščen gibanje oseb v objektu v času zaprtega vrtca. Signal alarma se prenese na pooblaščen družbo za varovanje objekta.

Za potrebe obiskovalcev, staršev in dostave se na vhodih predvidi namestitvev domofonskih klicnih enot s pomočjo katerih lahko oseba pred posameznim vhodom pokliče v kuhinjo, zbornico ali posamezno igralnico. S tipko na notranji enoti se obiskovalcu omogoči vstop. Instalacija se izvede po navodilih končnega dobavitelja opreme in se uskladi z zahtevami investitorja oz. arhitekta notranje opreme.

3.7.2.3. REŠITEV ZA SPROSTITEV EVAKUACIJSKIH POTI V VRTCIH

Pri izdelavi rešitve je potrebno upoštevati, standarde ki govorijo o evakuaciji in sicer:

- ⇒ SIST EN 179
- ⇒ M EltVtr (TSG-2010, stran 41)
- ⇒ Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca

Kratek opis rešitve:

Uporabljene morajo biti kljuge ter ključavnice, katere so skladne z evropskimi standardi za zasilni izhod SIST EN 179. Ker ta standard govori, da se morajo vrata kljub temu, da so zaklenjena, s potiskom na kljuko odkleniti. Rešitev smo nadgradili po smernici M ELtVtr, katera se uporablja v primeru kontrole pristopa v smeri evakuacije TSG 2010 – požarna varnost v stavbah. Ta smernica natančno opisuje elemente ter izvedbo električno kontroliranih evakuacijskih poti.

Prav tako smo dolžni upoštevati minimalne tehnične pogoje za opremo vrtca, kjer je zapisano:

»Kljuge na vseh vhodnih vratih morajo biti takšne, da otrok ne more sam odpreti vrat z notranje strani.«

Sistem deluje na način, da se vrata iz notranje strani odpirajo s tipko, ki je nameščena na višini 180 cm (odpirajo starši). Notranja tipka – stikalo je vedno aktivna. Iz zunanje strani se nahaja tipka- stikalo katero je aktivno zgolj v določenih urah, ki so predvidene za prihod in odhod staršev. Ura se nastavi glede na želje in režim uporabnika objekta. Ker vršimo nadzor nad odpiranjem z dodatnem zaklepnem elementom otrok preko kljuge ne more odpreti vrat iz notranje strani.

V jutranjih urah ter v urah, ko je tipka neaktivna, obstaja možnost odpiranja vrat preko zunanjega kontaktnega stikala na ključ. Kdo bo imel ključ določi uporabnik. Prav tako je omogočeno odpiranje vrat preko domofona. Domofon deluje ne glede na urnike tipke.



Poleg omenjenih tipk za odklepanje, je iz notranje stani, skladno s smernico EltVtr panik terminal, montiran na predpisani višini od 80 do 120 cm. V primeru panike gumb na panik terminalu služi za sprostitve vrat, kar sproži zvočni in vizualni alarm. Tako preprečimo ne kontrolirane izhode otrok.

Vrata se sprostijo tudi v primeru aktiviranja požarne centrale. Ko se požarna centrala aktivira, panik terminali oddajajo zvok, kateri opozarja na smer umika – vrata so s potiskom na kljuko odprta.



Slika 2: Shematski prikaz sistema evakuacijskih vrat



3.8. REGULACIJA OGREVANJA, POHLAJEVANJA in PREZRČEVANJA

3.8.1. DDC REGULACIJA

DDC regulacija skrbi za usklajeno delovanje ogrevanja, pohlajevanja in prezračevanja prostorov. V objektu so nameščeni termostati in tipala za regulacijo temperature (talno ogrevanje/pohlajevanje in konvektorsko ogrevanje/hlajenje).

Na centralni krmilnik so povezani signali priprave in distribucije toplotne oz. hladilne energije ter prostorska regulacija. Prostorska regulacija je usklajena z delovanjem prezračevalne naprave. Prostorski regulatorji morajo izpolnjevati komunikacijsko kompatibilnost protokolov modbus.

Na centralni krmilnik je spojen senzor zunanje osvetlitve. Na osnovi senzorja osvetljenosti se vklaplja zunanja razsvetljava objekta.

Sistem je vizualiziran na WEB serverju in dostopen lokalno na upravljalne touch panelu in preko daljinskega dostopa. Do krmilne omare oz. razdelilnika Rtp je pripeljana aktivne ethernet linija. Centralni krmilnik izpolnjuje zahteve integracije komunikacijskih protokolov modbus, M-BUS.

Na oknih so predvideni kontakti odprtosti oken za nadzor pri porabi energije. Vsa okna, ki imajo vgrajene kontakte v enem prostoru, se le ti povežejo med seboj zaporedno, tako, se če se katerokoli okno odpre se signalizira odprtost okna v prostoru.

3.8.2. ENERGETSKI MONITORING

Merilnik toplotne energije se vgradi na dovod toplotne energije s toplotne črpalke – kombi in električne energije v razdelilniku R-Tp.

Koncentrator energetskega monitoringa mora omogočati sledeče funkcije:

- ⇒ Priključitev M-BUS merilnikov ali impuznih merilnikov,
- ⇒ Komunikacija modbus TCP/IP za morebitno nadaljnjo integracijo v sisteme centralnih nadzorov,
- ⇒ Dostop do grafičnega prikaza porabe preko vgrajenega spletnega vmesnika (pregled arhiva).
- ⇒ V primeru preseganja nastavljene porabe, lahko naprava pošlje obvestilo (e-mail, SNMP, SMS) kot opozorilo uporabniku o prekomerni porabi.

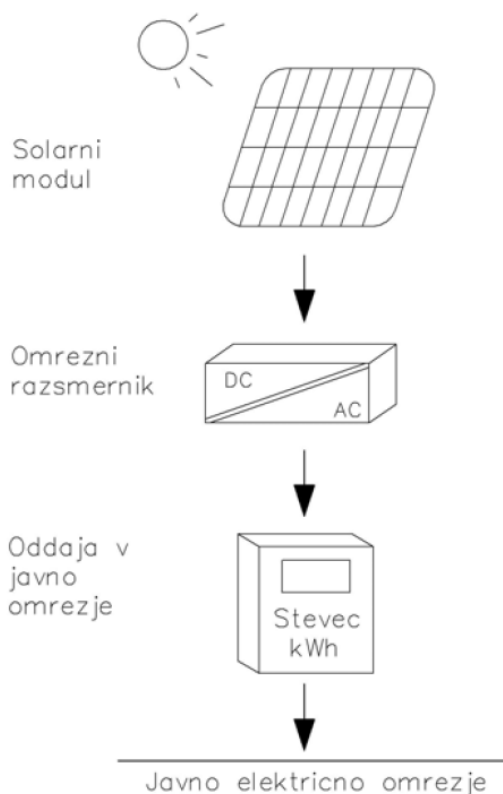
Koncentrator je povezan na komunikacijsko vozlišče za oddaljen dostop s kablom FTP cat6. Vezava je razvidna iz načrtov R-Tp.



3.9. MSE – SONČNA ELEKTRARNA

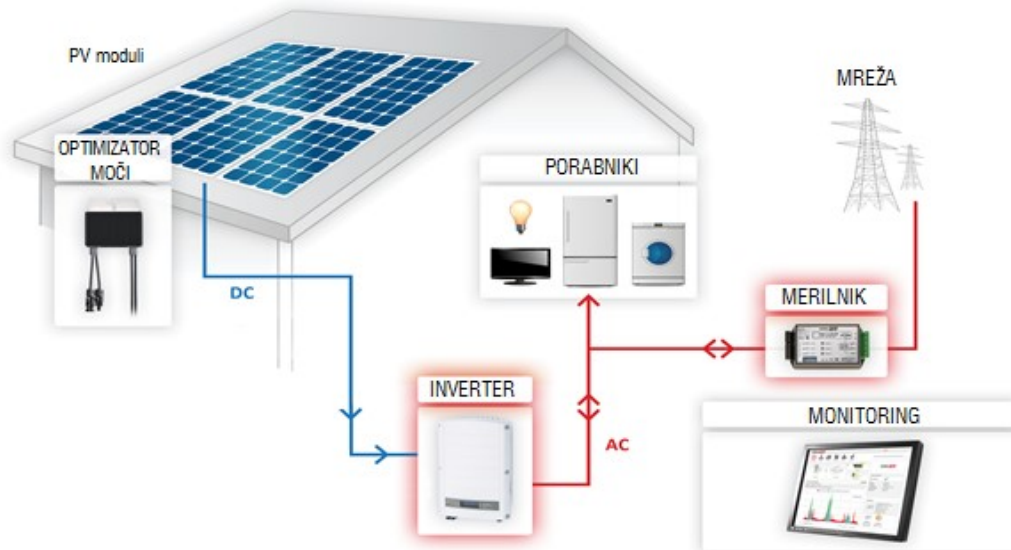
Za delež obnovljivih virov energije v objektu na osnovi PHPP izračuna je predvidena izgradnja sončne elektrarne. Za priključitev na distribucijsko omrežje se predvidi po shemi PX.3. Elektrarna bo konstruirana za paralelno obratovanje z javnim električnim omrežjem, v katero bo oddajala proizvedeno energijo. Sončna elektrarna (PV) MSE VRTEC LAPORJE bo sestavljena iz PV generatorja, razsmerniškega dela, DC in AC stikalnega bloka in merilno ločilnega mesta.

Soglasje za priključitev sončne elektrarne še ni bilo zidano, saj še niso v času projektiranja vzpostavljeni pogoji za izdajo soglasja s strani distribucije (nova TP in številka merilnega mesta).



Slika 3: Shematski prikaz osnovnih komponent sončne elektrarne

Fotonapetostni generatorji oz. PV moduli bodo nameščeni na strehi objekta – skladno s situacijo. Nameščenih bo skupaj 82 PV modulov, pritrjenih na aluminijasto podkonstrukcijo za opečno kritino. Stikalni bloki DC in AC bodo nameščeni v objektu – lokacija razvidna v elektro načrtih. Ob stikalnem blok AC bo nameščen razsmernik. Iz AC stikalnega bloka bo speljan odvodni kabel FG70R (NYY-J) 5x10mm² položen delno delna nadometno delno v kanal do merilno ločilno mesto (PMO omarica). V PMO omarici se vgradi merilna oprema skladno s standardizacijo SODO.



Slika 4: Shematski prikaz "pametne" sončne elektrarne

3.9.1. NAPREDNI SISTEMI FOTOVOLTAIKE

Poleg lastnosti, ki vplivajo na večjo energijsko učinkovitost celotnega sistema, je pri naprednih sistemih bistveno **zmanjšano tveganje zaradi električnega udara** in bistveno **povečana požarna varnost**.

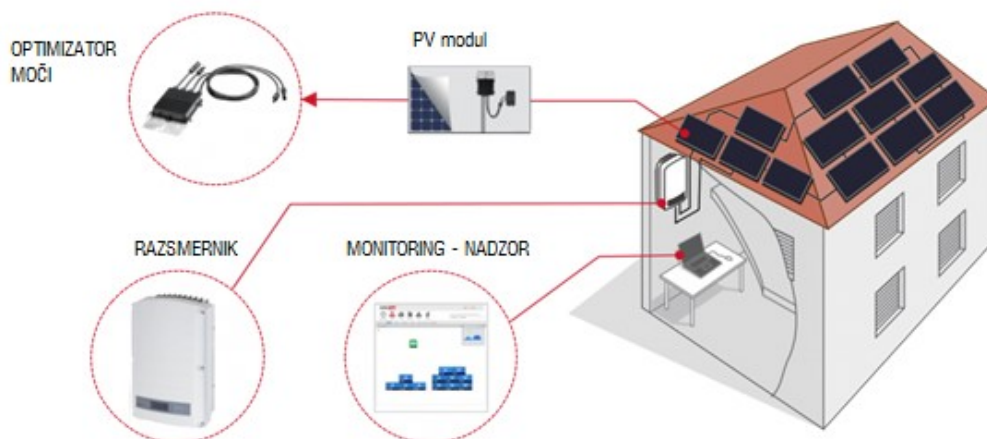
Sistem omogoča:

- ⇒ avtomatičen izklop enosmerne napetosti na izhodu optimizatorja, če razsmernik ne deluje;
- ⇒ ročni izklop optimizatorjev z enosmernim stikalom na razsmerniku;
- ⇒ izklop optimizatorjev ob preseganju njihove najvišje dovoljene temperature;
- ⇒ zaznavanje električnih obklokov in avtomatičen izklop optimizatorja.

Zato lahko na naprednem fotonapetostnem sistemu, ki imajo vgrajene opisane varnostne sisteme izvajamo servisna dela, popravila ali gasimo požar tudi v času osvetlitve modulov. Z aktiviranjem varnostnih sistemov, ki so omogočeni dobimo na strani izhoda naprave za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije najvišjo servisno napetost, ki omogoča varnejše delo na strehi ob vzdrževanju, servisu ali gašenju požara.

Sončna elektrarna - aprava z električno energijo iz obnovljivih virov energije bo zgrajena iz naslednjih osnovnih komponent:

- ⇒ PV moduli,
- ⇒ Optimizatorji moči,
- ⇒ razsmernik,
- ⇒ DC električna omarica,
- ⇒ AC električna omarica,
- ⇒ merilnik
- ⇒ komunikator
- ⇒ nadzorni rele s kontaktorjem



Slika 5: Shematski prikaz osnovnih komponent MSE - naprave z električno energijo iz obnovljivih virov energije

Fotonapetostni generatorji oz. PV moduli bodo nameščeni na strehi objekta. Nameščenih bo skupaj 82 PV modulov in 42 optimizatorjev moči, pritrjenih na aluminijasto podkonstrukcijo paralelno strešni ravnini. V sistemu imamo 3 stringe – 3x DC omarica z varovalčnim ločilnikom in prenapetostno zaščito tipa I+II. Na AC strani je AC omarica z vgrajenimi ločilniki in prenapetostno zaščito.

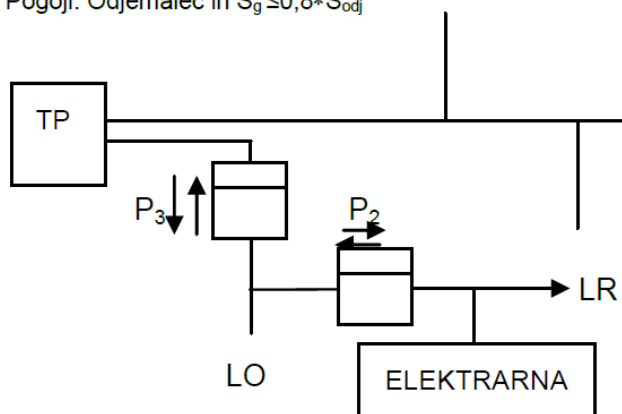
Na strani DC naprave za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije bo izveden IT sistem zaščite. Sistem zaščite pred udarom napajanja objekta je TN sistem

3.9.2. SISITEM PRIKLJUČEVANJA

Naprava za proizvodnjo električne energije bo priključena v nizkonapetostno distribucijsko omrežje skladno s blokovno shemo (slika 6).

Shema P2.3

Pogoji: Odjemalec in $S_g \leq 0,8 * S_{odj}$



Slika 6: Blokovna shema sončne elektrarne po tipizaciji

PV elektrarna MSE - SONČNA ELEKTRARNA bo priključena po tipski shemi PX.3 (SONDO). Elektrarna bo višek električne energije oddala v javno električno omrežje, ostala energija se bo porabila na obstoječem lastnem odjemu.



3.9.3. FOTONAPETOSTNI MODULI

Za fotonapetostni generator so predvideni polikristalni PV moduli moči 290W .



Slika 7: Polikristalni PV modul tip Q.PLUS-G4.3 290

3.9.4. OPTIMIZATORJI

Na PV module se vgradijo optimizatorji moči Solar Edge tip P600.



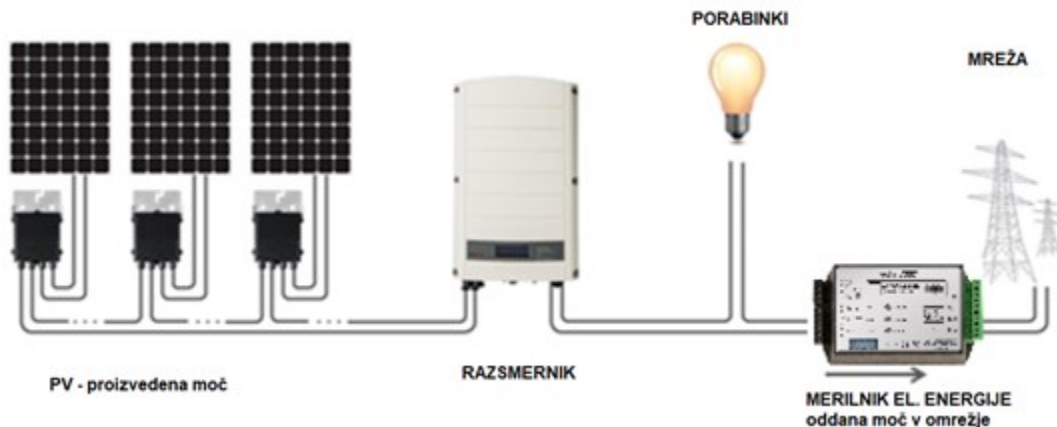
Slika 8: Optimizator moči proizvajalca Solar Edge tip P600 – primer montaže

Na en optimizator moči sta priključena 2 PV modula vezana zaporedno. Imamo omejitev 13 optimizatorjev na string, zato je na dveh stringih priključen samo en PV modul na optimizator moči.



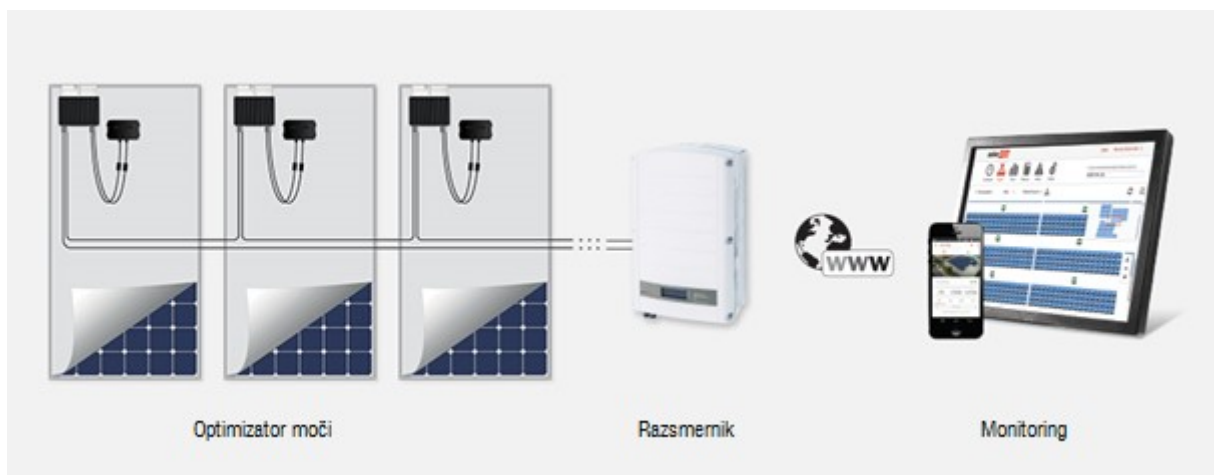
Slika 9: Prikaz funkcije optimizatorjev moči

Napetostni generator tvorijo PV moduli z vgrajenimi optimizatorji moči.



Slika 10: Prikaz sistema sončne elektrarne

3.9.5. MONITORING



Slika 11: Monitoring proizvajalca Solar Edge

Za monitoring je predviden sistem proizvajalca SolarEdge. Monitoring razsmernika je omogočen preko internetne povezave. Web sistem monitoringa SolarEdge omogoča spremljanje delovanja MSE preko portala in zagotavlja izboljšano odkrivanje napak in delovanja posameznih komponent sistema MSE.

Kabel za povezavo razsmernika z internetom se uporabi UTP cat 6a.

Maksimalna razdalja med razsmernikom in routerjem je 100m.

3.9.6. MONTAŽA KONSTRUKCIJE, FOTONAPETOSTNI GENERATOR

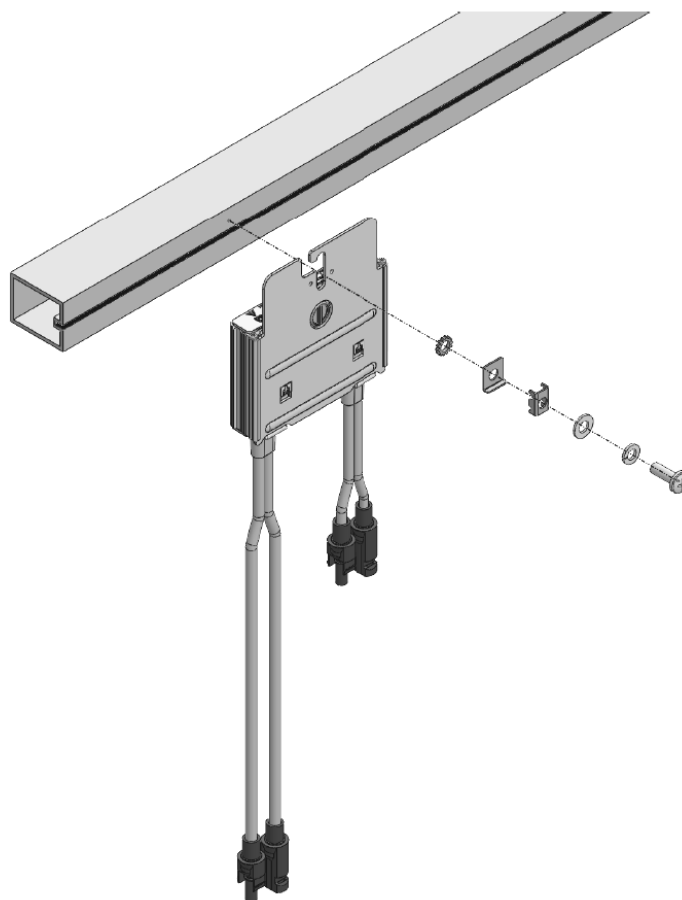
Montaža konstrukcije in solarnih modulov je enostavna. S pomočjo avto dvigala oziroma motorne lestve je potrebno na streho dostaviti komponente konstrukcije in solarnih modulov. Sestavljanje konstrukcije in montaža PV modulov se izvaja z vijačenjem.

Pred montažo na nosilni profil nastavimo vmesne pritrdilne elemente. Sočasno z nameščanjem modulov na nosilnike, se izvede tudi električno povezujejo. Nosilno konstrukcijo (profile) fotonapetostnih modulov pritrdimo v paralelno ravnino s streho s posebnim spojnim materialom, ki ne poškoduje vodotesnosti strehe.

Način montaže nosilne konstrukcije PV modulov na streho mora biti usklajena z navodili proizvajalca kritine in dobavitelja osnovne nosilne konstrukcije strehe. Uporabljajo se lahko samo standardizirani tipski elementi z ustreznimi certifikati, da bo zagotovljena ustrezna vgradnja foto napetostnega generatorja na streho.



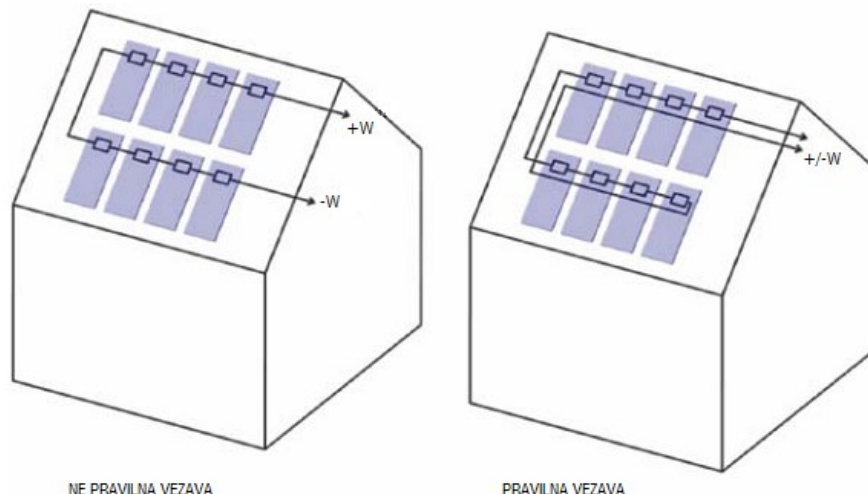
Optimizatorje moči se montira skladno s navodili proizvajalca.



Slika 12: Montaža optimizatorjev moči proizvajalca Solar Edge

OŽIČENJE SOLARNIH ELEMENTOV

Ožičenje solarnih modulov in optimizatorjev moči je potrebno izvesti med montažo z originalnimi vodotesnimi kablenskimi priključki (hitro spojne vtične povezave). Polariteta sta razpoznavni s črno in rdečo barvo veznih vodnikov. Ožičenje naj bo izvedeno tako, da sta + in – vodnik čim bližje skupaj, tako da ne naredimo večjih škodljivih induktivnih zank, ki bi škodljivo delovale v primeru pojava strele (slika 10) . S kablji tip Radox 6 mm² izvedemo ožičenje do DC dela razdelilnika. Kabli se položijo v zaščitni spiralni cevi oz. na INOX kablenske police, ki se pritrdijo pod kovinsko nosilno konstrukcijo PV modulov. Vodniki se ne smejo dotikati strehe na zunanjem območju.



Slika 13: Vezava PV modulov s optimizatorji moči

ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI SB – DC

Električni razdelilniki so izvedeni, v nadometnih izvedbi, primernih dimenzij, z IP zaščito IP65. Razdelilnik se namesti na podstrešje – razvidno iz tlorisov. V razdelilniku je vgrajen dvopolni VLC varovalčni ločilnik DC z varovalčnim vložkom VLC 10X38 PV z nazivnim tokom 16A in prenapetostna zaščita razreda I+II. Vezava je razvidna iz enopolne sheme razdelilnika SB-DC. Predvideni so 3-je stikalni bloki SB-DC.

ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI SB – AC

Električni razdelilniki oz. stikalni bloki so izvedeni, v nadometnih izvedbi, primernih dimenzij, z IP zaščito IP65. Razdelilnik se namesti na podstrešje – razvidno iz tlorisov. V razdelilniku je vgrajen dvopolni VLC varovalčni ločilnik AC z varovalčnim vložkom VLC 10X38 PV z nazivnim tokom 40A in prenapetostna zaščita razreda II. Vezava je razvidna iz enopolne sheme razdelilnika SB-AC.

RAZSMERNIK

Montaža razsmernika mora biti skladna z navodili proizvajalca. Razsmernik bo montiran na steno v objektu – razvidno iz tlorisov. Razsmernik je povezan na razdelilnike SB-DC in SB-AC (DC stran - fotonapetostni generator, AC stran – porabniki, distribucija) Za nadzor – monitoring je potrebno razsmernik povezati z internetom. Kabel za povezavo razsmernika z internetom se uporabi FTP cat 6a.

Iz razsmernika je peljan dovod do PMO omarice, v kateri je vgrajen nadzorni rele s stikalom in kontaktorjem za odklop MSE.

3.9.7. SKUPNA MOČ SONČNE ELEKTRARNE - MSE

Izračun skupne moči MSE mora biti skladno z izdanim soglasjem (soglasje se bo pridobilo tekom izvedbe objekta).

Moč MSE:

Skupna priključna moč: $P_{inst} = 82 \cdot 290W = 23,78 kW$

Nazivna moč: $S_{NAZ} = 25 kVA$



5 IZRAČUN

5.1. SKUPNA MOČ OBJKETA

Izračun skupne moči objekta na osnovi elektro soglasja. Tarifna varovalka podana v soglasju:

Vrtec LAPORJE: 1x3x80A (1x55kW)

Priključna moč objekta (razdelilnik RG):

Skupna inštalirana moč: $P_{inst} = 99kW$

Faktor istočasnosti: $f_i = 0,75$

Faktor prekrivanja: $f_{pr} = 0,7$

Konična moč: $P_k = P_{inst} \cdot f_i \cdot f_{pr} = 51,98kW$

Faktor delavnosti: $\cos\rho = 0,95$

Konični tok: $I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\rho} = 78,97A$

5.2. OBREMENITEV RAZDELILCEV IN DOLOČITEV KONIČNE MOČI STIKALNIH BLOKOV (RAZDELILNIKOV)

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnikov upoštevamo vsoto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti (TSG-N-002:2013, poglavje 3.1, odstavek1). Faktor istočasnosti in prekrivanja se je določil na podlagi priporočil in predvidene vgrajene opreme. Izračun konične moči glede na razdelilnik:

Razdelilnik toplotna postaja (energetski prostor) Rtp:

Skupna inštalirana moč: $P_{inst} = 99kW$

Faktor istočasnosti: $f_i = 1$

Faktor prekrivanja: $f_{pr} = 0,525$

Konična moč: $P_k = P_{inst} \cdot f_i \cdot f_{pr} = 51,975$
 kW

Faktor delavnosti: $\cos\rho = 0,95$

Konični tok: $I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\rho} = 78,97A$



Razdelilnik gospodarski del - Rk:

Skupna inštalirana moč:	$P_{inst} = 28,3kW$
Faktor istočasnosti:	$f_i = 1$
Faktor prekrivanja:	$f_{pr} = 0,7$
Konična moč:	$P_k = P_{inst} \cdot f_i \cdot f_{pr} = 19,81kW$
Faktor delavnosti:	$cos\rho = 0,95$
Konični tok:	$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\rho} = 30,1A$

Razdelilnik pritličje - Rp:

Skupna inštalirana moč:	$P_{inst} = 6kW$
Faktor istočasnosti:	$f_i = 1$
Faktor prekrivanja:	$f_{pr} = 0,8$
Konična moč:	$P_k = P_{inst} \cdot f_i \cdot f_{pr} = 4,8kW$
Faktor delavnosti:	$cos\rho = 0,95$
Konični tok:	$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\rho} = 7,3A$

Razdelilnik nadstropje - Rn:

Skupna inštalirana moč:	$P_{inst} = 4kW$
Faktor istočasnosti:	$f_i = 1$
Faktor prekrivanja:	$f_{pr} = 0,8$
Konična moč:	$P_k = P_{inst} \cdot f_i \cdot f_{pr} = 3,2kW$
Faktor delavnosti:	$cos\rho = 0,95$
Konični tok:	$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\rho} = 4,86A$



5.3. IZRAČUN KOMPENZACIJE

Določitev naprav kompenzacije:

$$P_k = 51,975kW$$

$$\cos\varphi_1 = 0,85 \rightarrow \varphi_1 = 31,8^\circ \rightarrow tg\varphi_1 = 0,62$$

$$\cos\varphi_2 = 0,95 \rightarrow \varphi_2 = 18,2^\circ \rightarrow tg\varphi_2 = 0,328$$

$$Q_c = P_k \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$$

$$Q_c = 51,975 \cdot (0,62 - 0,328) = 15,176kVAr$$

Na osnovi izračuna se izbere standardna velikost kompenzacije 17,5kVAr. Glede na vgrajeno opremo v objektu je potrebno najprej opraviti meritve jalove energije in na osnovi merite vgraditi kompenzacijsko napravo, če bo sploh potrebna.

5.4. IZRAČUN KABLOV

Izračun kablov je opravljen za najbolj oddaljene, iz česar sledi, da vsi krajši kabli pri enaki obremenitvi ustrezajo.

Izračun kablov je v prilogi.

5.5. IZRAČUN RAZSVETLJAVE

Zahtevane povprečne srednje osvetljenosti po SDR in standardu SIST12464:2011 so prikazane v tabeli.

Prostor	Umetna svetloba (Lx)	Vir osvetlitve
Igralnice (povprečna osvetljenost)	300 - 500	LED svetilke
Delovnih površinah	350	LED svetilke
Previjalnicah	500	LED svetilke
Kuhinja	500	LED svetilke
Hodniki, stopnišča	100 – 150	LED svetilke
Kotlovnica (energetski prostor)	200 – 250	LED svetilke
v drugih prostorih	po veljavnem standardu	LED svetilke

Pri izračunu splošne razsvetljave je izračunana srednja horizontalna osvetljenost na delovni površini 0,85m od tal z upoštevanimi ustreznimi refleksijami prostorov.

Opravljen je tudi izračun tudi za zunanjo in varnostno razsvetljavo.

Izračuni razsvetljave so priloženi v prilogi.



5.6. IZRAČUN OZEMLJITVE

Izračun ozemljitve je narejen za temeljsko in obročasto ozemljilo objekta.

Vrednosti specifične upornosti zemljišča:

Vrsta zemljišča	Upornost zemljišča [Ω m]
Močvirje	30
Glina, ilovica, orna zemlja	100
Vlažen pesek	200
Vlažen prod	500
Suh pesek ali prod	1000
Kamnita tla (skala)	3000

Upornosti ozemlji so izračunane po naslednjih enačbah:

OBROČASTO OZEMLJILO

$$R_O = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d}$$

V enačbi pomenijo:

- ρ specifična upornost tal v Ω m (ocenjena vrednost na 250 Ω m)
- l dolžina ozemljila
- d premer ozemljila v m, za trak 25x4mm je $d=0,0125$ m

$$R_O = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} = \frac{250}{2 \cdot \pi \cdot 185} \cdot \ln \frac{2 \cdot 185}{0,00125} = 2,70 \Omega$$

TEMELJSKO OZEMLJILO

$$R_T = \frac{2 \cdot \rho}{\pi \cdot D} (\Omega) \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot l \cdot b}{\pi}} (m)$$

V enačbi pomenijo:

- l dolžina ozemljila v m
- b širina temeljskega ozemljila v m
- D premer nadomestnega ozemljila v krožni obliki v m

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 34 \cdot 16}{\pi}} = 26,32 \text{ m}$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 20 \cdot 12}{\pi}} = 17,48 \text{ m}$$

$$D = D_1 + D_2 = 26,32 + 17,48 = 43,80 \text{ m}$$

$$R_T = \frac{2 \cdot 250}{\pi \cdot 43,80} = 3,63 \Omega$$



Skupna ozemljitvena upornost temeljsko in obročasto ozemljilo poveže skupna je:

$$\frac{1}{R_{SKUPNA}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$R_{SKUPNA} = 1,55 \Omega$$

UDARNA PONIKALNA UPORNOST

Za delovanje strelovodne naprave je odločilna njena udarna ponikalna upornost R_u . Za odvajanje udarnega toka strele v zemljo je učinkovita dolžina 20 m od mesta uvoda v zemljo. Udar strele se odreja v zemljo najmanj v dve smeri, pri čemer nastopi v eni smeri dolžina ozemljila 20 m.

Udar na ponikalna upornost se izračuna po naslednji formuli:

$$R_u = k \cdot \frac{\rho}{2 \cdot l} = 1 \cdot \frac{250}{2 \cdot 20} = 6,25 \Omega$$

- l - dolžina aktivnega ozemljila (m)
- ρ - specifična upornost tal v Ωm
- k - korekcijski faktor odvisen od celotne dolžine ozemljila

Preskočno razdaljo izračunamo po naslednji formuli:

$$D = 0,066 \cdot R_u + 0,028 \cdot L = 0,66 \cdot 6,25 + 0,028 \cdot 0,5 = 0,43 \text{ m}$$

L – razdalja med krajem, na katerem se kovinska masa najbolj približa strelovodni napeljavi in vhodom odvoda v zemljo.

Zgoraj izračunana vrednost velja za zrak, za zid pa vzamemo tretjino te vrednosti. Vse kovinske mase, katere se nahajajo strelovodni napeljavi bližje od izračunane razdalje D je potrebno povezati na strelovodno napeljavo. Po predpisih sme znašati R_u največ 8 % vrednosti specifične upornosti tal (v našem primeru 20 Ω), torej izračunana vrednost ustreza.

LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS (SISTEM ZAŠČITE PRED STRELO)

Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje (S) in sicer:

$$S = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

- S varnostna razdalja (m)
- k_i koeficient odvisen od izbire vrste LPS (po tabeli)
- k_c koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (po tabeli)
- k_m koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala (po tabeli)
- l koeficient dolžina vodnika LPS na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potencialov (m)



Vrsta LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

Število odvodov n	k_c
1	1
2	0,66
4 ali več	0,44

Material	k_m
Zrak	1
Beton opeka	0,5

$$S = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,04 \cdot \frac{0,44}{1} \cdot 15 = 0,264 \text{ m}$$

Predvidijo se naj distančniki z minimalno varnostno razdaljo 0,3m.



6 RISBE

- 1 ENOPOLNA SHEMA PMO**
- 2 IZGLED MERILNE OMARE - PMO**
- 3 BLOK SHEMA NAPAJANJA in RAZVOD DO RAZDELILNIKOV**
- 4 ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA RG**
- 5 ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA R-TP**
- 6 ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA Rk**
- 7 ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA Rp**
- 8 ENOPOLNA SHEMA RAZDELILNIKA Rn**
- 9 ENOPOLNA SHEMA VTIČNEGA GNEZDA**
- 10 SHEMA UNIVERZALNEGA OŽIČENJA**
- 11 BLOK SHEMA AVTOMATSKEGA JAVLJANJA POŽARA**
- 12 BLOK SHEMA PROTIVLOMNE ZAŠČITE**
- 13 BLOK SHEMA DOMOFONSKE NAPELJAVE**
- 14 BLOK SHEMA ZUNANJE RAZSVETLJAVE**
- 15 IZVEDBA INSTALACIJ V VLAŽNIH PROSTORIH**
- 16 ENOPOLNA SHEMA IZENAČITVE POTENCIALA**
- 17 IZVEDBA STRELOVODNEGA ODVODA-DETAJL**
- 18 TLORIS SPLOŠNE IN VARNOSTNE RAZSVETLJAVE-PRITLIČJE**
- 19 TLORIS SPLOŠNE IN VARNOSTNE RAZSVETLJAVE-NADSTROPJE**
- 20 TLORIS MOČ, ŠIBKI TOK-PRITLIČJE**
- 21 TLORIS MOČ, ŠIBKI TOK-NADSTROPJE**
- 22 TLORIS JAVLJANJE POŽARA, VLKOM, DOMOFON-PRITLIČJE**
- 23 TLORIS JAVLJANJE POŽARA, VLKOM, DOMOFON-NADSTROPJE**
- 24 SITUACIJA-ZUNANJA UREDITEV**
- 25 POLAGANJE NN ELEKTROENERGETSKIH KABLOV PROSTO V ZEMLJO**
- 26 TLORIS TEMELJNEGA IN OBROČASTEGA OZEMLJILA**
- 27 TLORIS STRELOVODNE NAPELJAVE-OSTREŠJE**
- 28 STRELOVODNA NAPELJAVA S,J,V in Z FASADA**
- 29 ENOPOLNA SHEMA MSE**



30 POZICIJA MODULOV NA STREHI

31 STRELOVODNA NAPELJAVE MSE / VZHODNA FASADA-DETAJLI

32 STRELOVODNA NAPELJAVE MSE / JUŽNA FASADA-DETAJLI

33 TLORIS STRELOVODNE NAPELJAVE MSE-DETAJLI

34

35

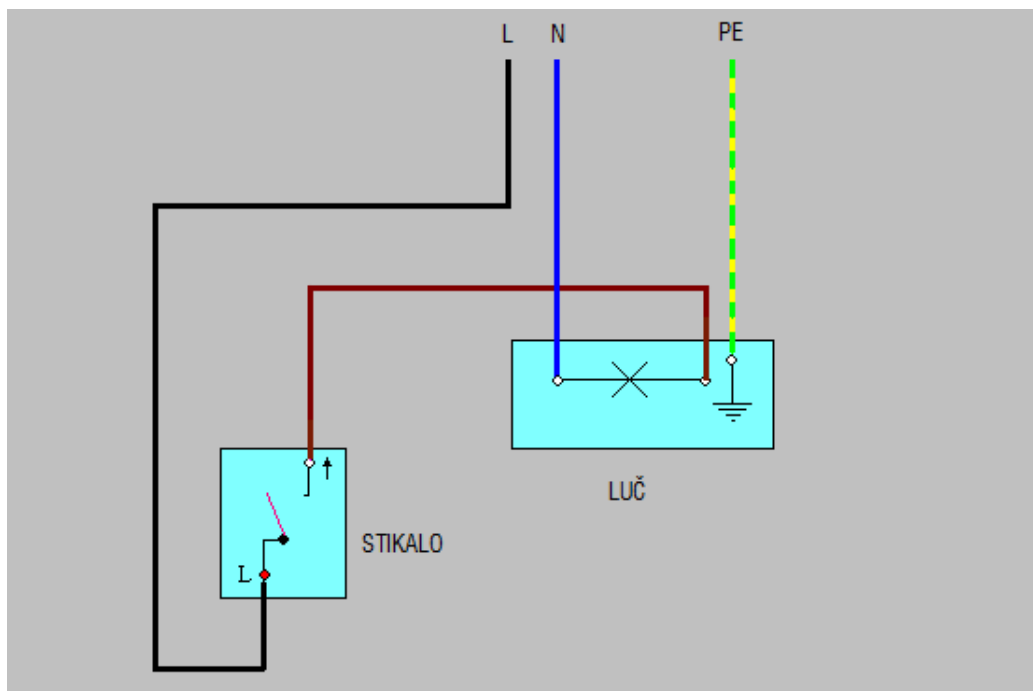


7 PRILOGE

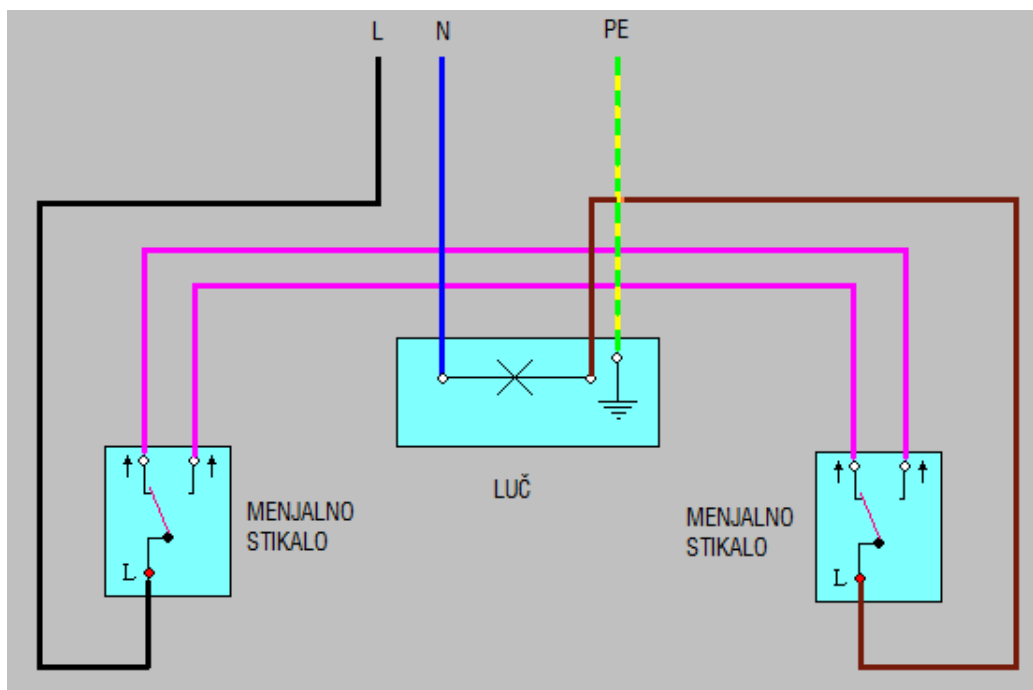
1 ELEKTRIČNE POVEZAVE STIKAL IN BARVE KABLOV

Primeri vezav sistemov v NN napetostnih električnih instalacijah (stikalo, menjalno stikalo, serijsko stikalo, križno stikalo, tipkalo, senzor gibanja). Za povezave se uporabljajo vodniki (H07V-U) ustreznih premerov in barv. Za barve glej tabelo kablov in barv vodnikov.

STIKALO VKLOP/IZKLOP

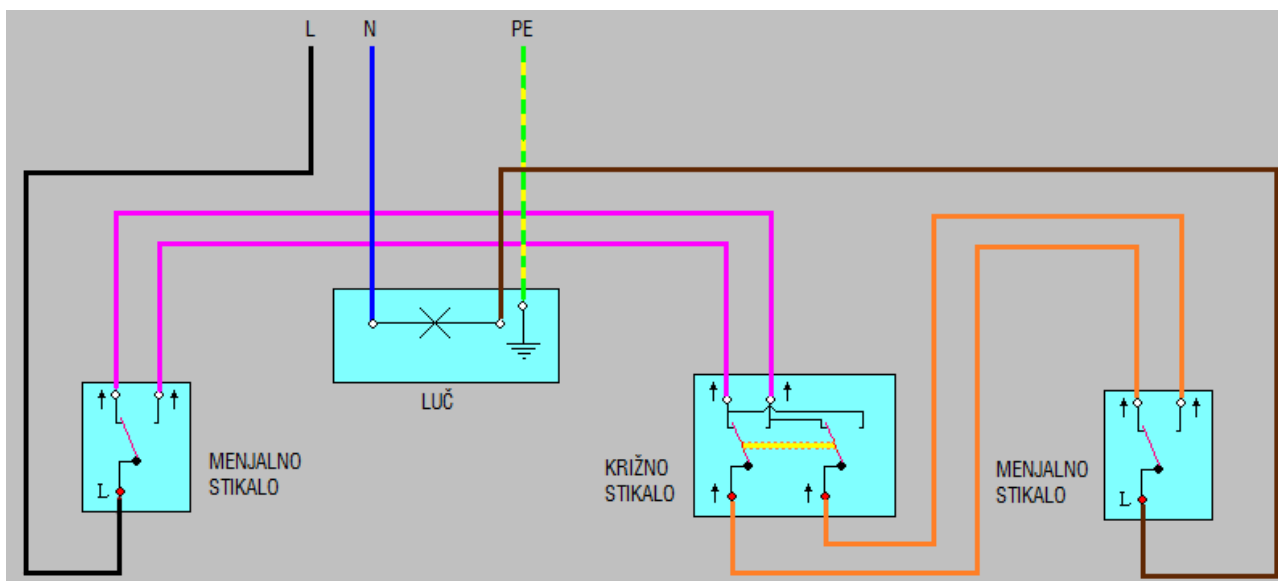


MENJALNO STIKALO

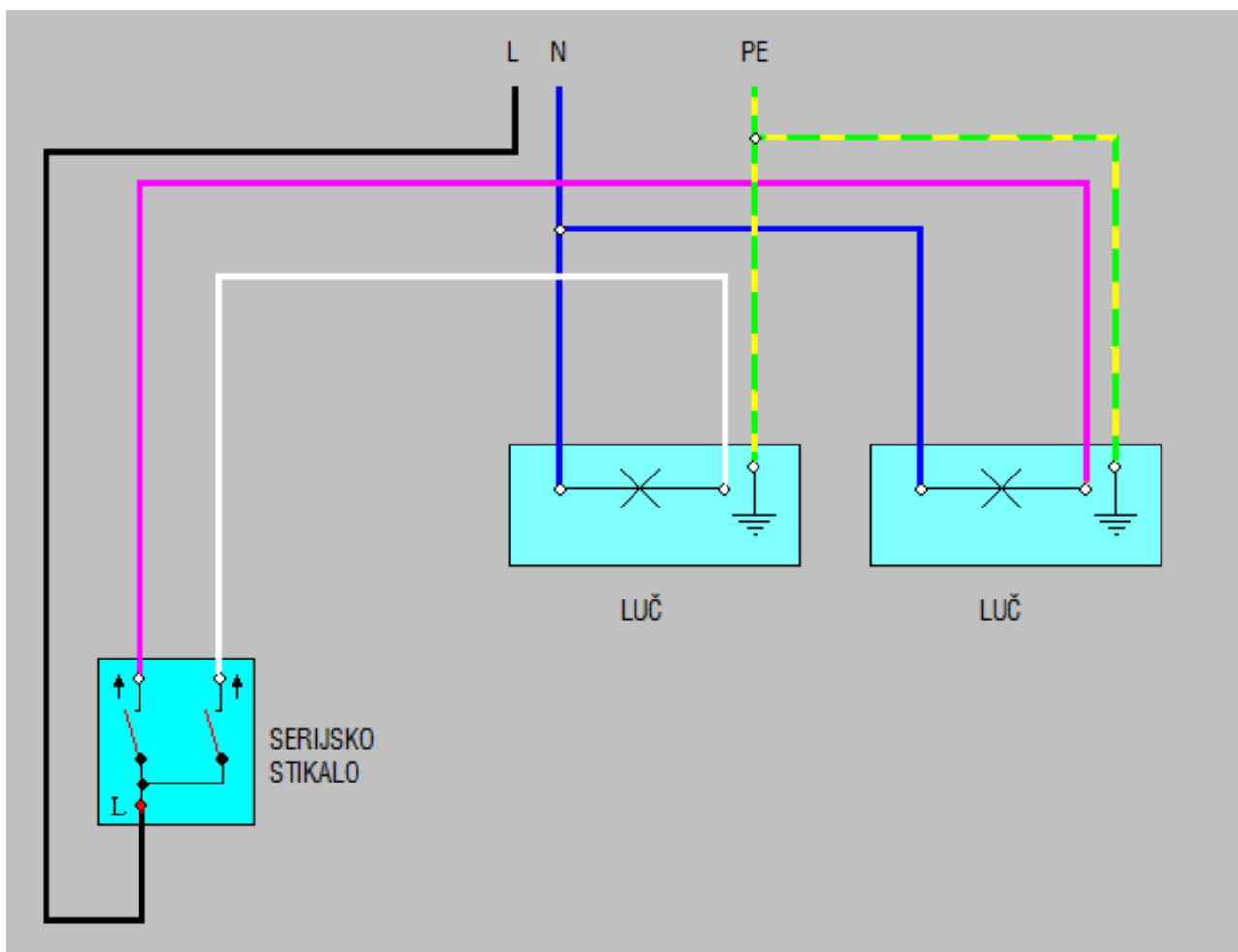




KRIŽNO STIKALO

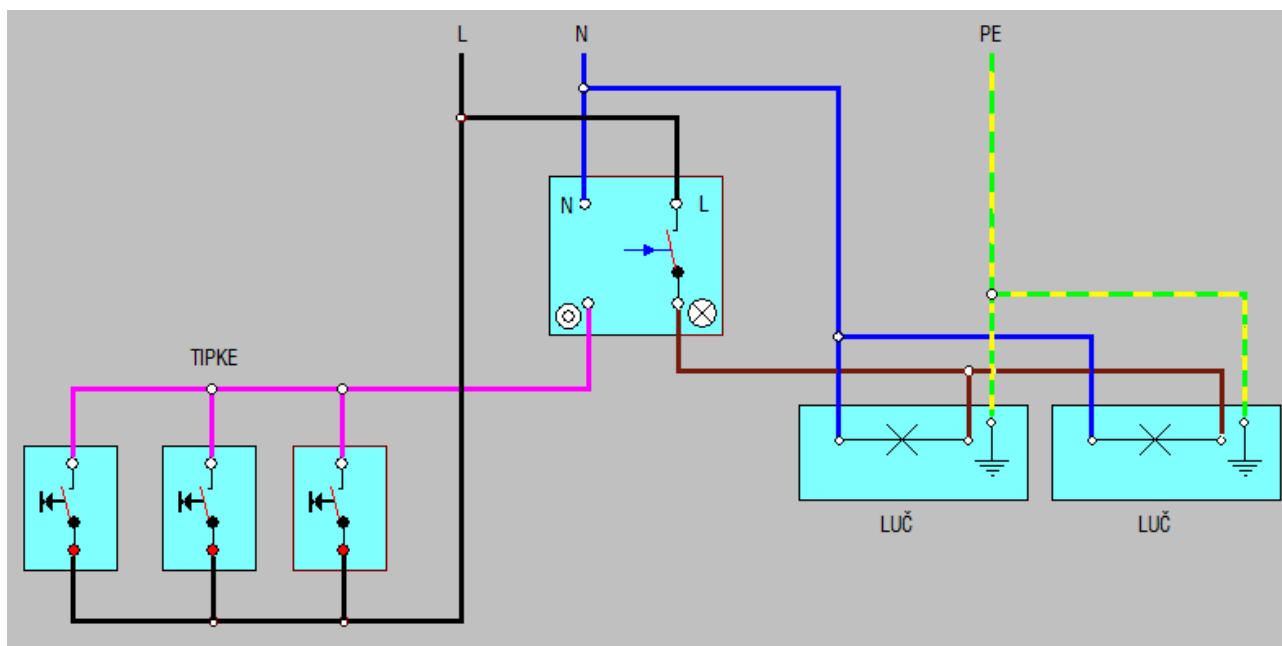


SERIJSKO STIKALO

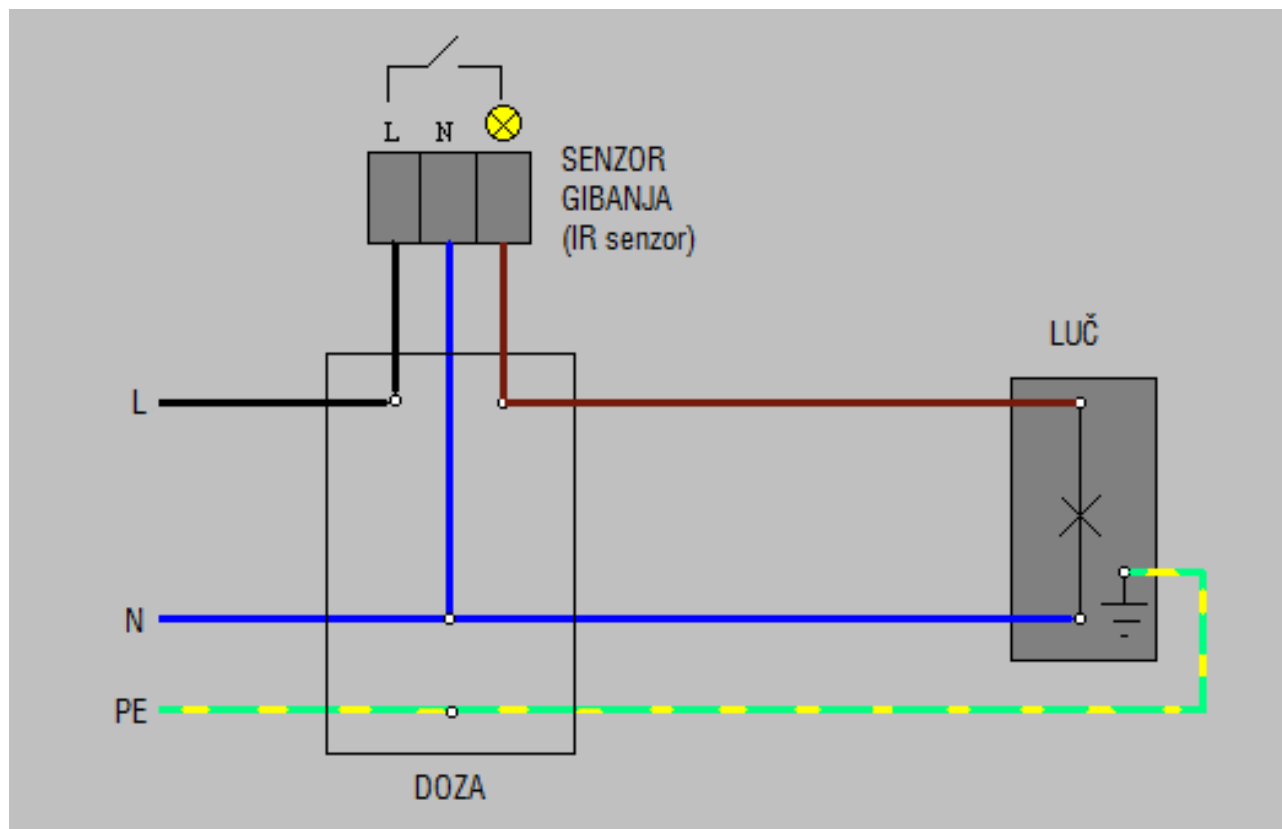




TIPKALO



SENZOR GIBANJA





FUNKCIJA KABLOV in BARVE VODNIKOV

Funkcija vsakega vodnika je mogoče videti v spodnji tabeli NN električnih instalacij in v posebnih barvah napajalnega kabla. Toda pozor: Stare zgradbe imajo pogosto danes napako barve vodnikov, saj so se v tem času spreminjali standardi.

V bistvu obstajajo tri vrste linij. Napetostni vodnik se imenuje tudi faza (L) ali fazni vodnik. Potem je nevtralni (N), ki se pogovorno imenujemo vedno kot nični vodnik. Zaščitni vodnik (PE), ki je prav tako ozemljitveni vodnik, ozemljitve žice ali preprosto imenovanem zemlja.

FAZNI VODNIK (L):

Dovodni fazni vodnik v stikala in vtičnice je praviloma črne barve.

Preklopne faze niso samo, kot že ime pove, na stikalih, ampak tudi na drugih mestih, kot so svetilke, trajno instalirane opreme in strojev. Za preklopi fazah, ne obstaja enoten standard barve. Napajalni kabli, lahko uporabljajo različne, kot so, na primer: rjava, vijolična, oranžna, roza ali beli barvi.

Običajno se uporabljajo rjave, vijolične, bele ali sive * (žice za vklop bremena, npr.: svetilko).

* POZOR: Siva žica se uporablja od leta 2006 v Nemčiji kot preklopna faza. V starih napravah (instalacijah) do 31. marca 1974, se uporablja kot nevtralni vodnik - siva barva!

Barve žic vodnikov, oranžni se prednostno uporabljajo za medsebojne povezave med izmeničnim in neprekinjenih vmesnih stikali (ustreznih) se uporabljajo električni kabli barva roza (oranžni) na nasprotni strani gumbov in krmilnih kablov vseh vrst. Opomba: Vsi kabli in žice, glede na položaj stikal, se uporablja napetostni!

NEVTRALNI VODNIK (N):

Nevtralni vodnik je vedno modre barve. Pri vklopljenem potrošniku je možen pojav povratnega toka. Uporablja se samo za nevtralni vodnik in ne sme se uporabljati za druge namene (stikalo – vklop luči).










OZEMLJITVENI VODNIK (PE):

Ozemljitveni vodnik je vedno rumeno/zelene barve. Uporablja se samo za ozemljitev in je prepovedana uporaba za druge namene (serijsko stikalo – vklop luči).



TABELA KABLOV – BARVE VODNIKOV

Napajalni kabel - barva fleksibilni napajalni kabel po HD 308 S2 ali DIN VDE 0293-308 (velja v Nemčiji, Švici in Avstriji). Standard za vse električne naprave v NN instalacijah, na dolgi rok potrebno pripraviti, da bi naj bil veljaven po vsej Evropi.

BARVA	Dovodni/vklopni vodnik	UPORABA
 ČRNA	Dovodni fazni vodnik (L)	Faza
 MODRA	Ne sme se zamenjati za vklopni fazni vodnik	Nevtralni vodnik
 RU/ZE	Samo funkcija ozemljitve, ne sme se zamenjati za vklopni fazni vodnik	Ozemljitev
 RJAVA	Vklopni vodnik oz. vodnik v večžilnem kablu	Vklop faze - luč oz. fazni vodnik v večžilnem kablu
 SIVA	Vklopni vodnik oz. vodnik v večžilnem kablu	Vklop faze - luč oz. fazni vodnik v večžilnem kablu
 VIJOLIČNA	Vklopni vodnik	Vklop faze - luč
 ORANŽNA	Vklopni vodnik	Povezovalni vodnik pri menjalnem, križnem stikalu, vklop faze, krmilni vodnik
 ROZA	Krmilni vodnik	Povezovalni vodnik pri menjalnem, križnem stikalu, vklop faze, krmilni vodnik
 BELA	Vklopni vodnik	Vklop faze



Barven kode po standardu IEC 60757

Barve	Koda barve	Barva	DIN 47002	IEC 60757	IEC 62
ČRNA	RAL 9005		sw	BK	0
RJAVA	RAL 8003		br	BN	1
RDEČA	RAL 3000		rt	RD	2
ORANŽNA	RAL 2003		or	OG	3
RUMENA	RAL 1021		ge	YE	4
ZELENA	RAL 6018		gn	GN	5
MODRA	RAL 5015		bl	BU	6
VIJOLIČNA	RAL 4005		vi	VT	7
SIVA	RAL 7000		gr	GY	8
BELA	RAL 1013		ws	WH	9
ROZA	RAL 3015		rs	PK	-
TURKIZNA	RAL 6027		tk	TQ	-
RUMENO/ZELENA		-	gnge	GNYE	-
ZLATA		-	-	GD	-
SREBRNA		-	-	SR	-



2 IZRAČUN KABLOV

3 IZRAČUN RIZIKA – ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO IN STRELO

4 IZRAČUN RAZSVETLJAVE

5 POPISI

Popisi materiala in del so v ločeni mapi – popisi so skupni.