

**4.1****NASLOVNA STRAN NAČRTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE****MAPA – 4 - NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

NAROČNIK / INVESTITOR:

**OBČINA MIREN KOSTANJEVICA  
MIREN 137  
5291 MIREN**

OBJEKT:

**KOMUNALNA UREDITEV OBRTNE CONE BILJE 2**

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

**PZI– PROJEKT ZA PRIDOBITEV GRADBENEGA DOVOLJENJA**

ZA GRADNJO:

**NOVOGRADNJA**

PROJEKTANT:

**BONNET d.o.o., Cesta IX. Korpusa 82, 5250 Solkan**

ODGOVORNI PROJEKTANT:

**ALEŠ BONE, el. teh. E - 9415**

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

**VALDI ČERNE univ. dipl. inž. grad IZS - G - 0641**

<b>ŠT. PROJEKTA:</b>	<b>ŠT. NAČRTA:</b>	<b>KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTA:</b>
P - 896/17	15/17	Solkan, APRIL 2018

<b>4.2</b>	<b>KAZALO VSEBINE NAČRTA ŠT. 15/17:</b>
------------	---

<b>4.2</b>	<b>Načrt električnih inštalacij in električne opreme št. 15/17</b>
4.1	Naslovna stran
4.2	Kazalo vsebine načrta št. 15/17
4.3	Izjava projektanta
4.4	Tehnično poročilo
4.5	Risbe

1. Zbirna situacija komunalnih naprav
2. Situacija NN kableske trase
3. Situacija JR kableske trase in razpored svetilk
4. Sh3mat NN razvoda
5. Enopolna shema RKO
6. Enopolna shema odjemnega mesta
7. Jašek  $\phi=80\text{cm}$
8. Jašek 1,2x1,5m
9. Prerez kableskega jarka
10. Načrt RKO omarice
11. Prerez omarice in jaška
12. Križanje s plinovodom

**4.4****TEHNIČNO POROČILO:****SPLOŠNO:****1. NAVODILA INVESTITORJU IN IZVAJALCU**

Načrt je sestavljen ustrezno s Pravilnikom o projektni dokumentaciji [Uradni list Republike Slovenije št. 55/2008]. Projekt za izvedbo prikazuje grafično obliko objekta, napeljav in opreme ter njihovo medsebojno lego in lego v prostoru. Projekt za izvedbo je opremljen z vsemi potrebnimi detajlnimi načrti v skladu z naročilom investitorja.

**INVESTITOR:**

Investitor mora pred gradnjo poznati zakon o graditvi objektov [ZGO-1] in imeti pooblaščenega nadzornega, ki ga zastopa. Še posebej mora biti pozoren na sledeče:

- Dela izvajati samo v skladu z izdanim gradbenim dovoljenjem
- Imeti sklenjeno z izvajalcem pisno pogodbo o gradnji
- Od izvajalca dobiti vse ateste in dokazila o kakovosti vgrajenih materialov
- Naročiti pri odgovornem projektantu tega načrta Projekt izvedenih del oziroma ga lahko naroči pri drugem projektantu, v kolikor dobi pisno soglasje odgovornega projektanta tega načrta; izdelava Projekta izvedenih del s strani drugega projektanta brez pisnega soglasja odgovornega projektanta tega načrta se šteje za kršitev Etičnega kodeksa in avtorskih pravic
- Dobiti od izvajalca ob končanju del Projekt za vzdrževanje in obratovanje objekta [39.člen]

**IZVAJALEC:**

Izvajalec del mora pri gradnji objekta upoštevati določbe zakona o graditvi objektov [ZGO-1], med drugim:

- Imenovati mora odgovornega vodjo del, ki ima ustrezen strokovni izpit [76. in 77. Člen]
- Voditi dnevnik o izvajanju del [82.člen]
- Poskrbeti za načrt organizacije gradbišča, varnostni načrt in označitev gradbišča [82.člen]
- Ravnati se po dokumentaciji PGD, na osnovi katere je bilo izdano gradbeno dovoljenje
- Izvajati dela po projektu za izvedbo - PZI [83.člen, 2.alineja]
- Pregledati predano PZI dokumentacijo pred pričetkom izvajanja del in zahtevati odpravo domnevni pomanjkljivosti po dogovoru z odgovornim projektantom; v kolikor izvajalec opazi pomanjkljivosti v načrtih PZI šele med izvajanjem del, ne more bremeniti odgovornega projektanta za zamudo pri izvedbi, ker mu je ZGO-1 nalaga pregled dokumentacije tudi že pred izvedbo del [84.člen]
- Vgrajevati samo tiste gradbene proizvode, ki imajo ustrezne listine o skladnosti ter investitorju in nadzorniku sproti izročati vso dokumentacijo, ateste, dokazila o pregledih in meritvah

**SPLOŠNO**

Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi projektne naloge, veljavnih tehniških predpisih ter SIST standardih za električne inštalacije in električno opremo.

Pri izdelavi projektne dokumentacije so upoštevani projektni pogoji za priključitev objekta na distribucijsko omrežje ter naslednji pravilniki in tehnične smernice :

- Pravilnik o projektni dokumentaciji [Uradni list Republike Slovenije št.55/2008].
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah [Uradni list Republike Slovenije št. 41/2009]
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele [Uradni list Republike Slovenije št. 28/2009].
- Tehnična smernica TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah.
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita Raba Energije
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije.
- Tehnična smernica TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele.

Ustrezno s Pravilnikom o projektni dokumentaciji je načrt električnih inštalacij in električne opreme izdelan v obsegu PZI, ki omogoča izvedbo del na objektu.

**UPORABLJENA LITERATURA:**

- Nizkonapetostne el. instalacije, M. Vidmar, Ivan Ravnikar
- Obratovanje in vzdrževanje el. objektov, postrojev in naprav v skladu z veljavnimi predpisi, M. Vidmar
- Električni izračuni razdelilnih omrežji, M. Plaper
- Zunanja in notranja zaščita pred prenapetostmi, B.Žitnik
- Ozemljitve v električnih napravah 1.del, A. Bajc
- Katalog energetskih in signalnih kablov za napetosti do 1kV ELKA
- Katalog antenske in avdio tehnike, Fracaro
- Elektrotehnični priročnik D.Kaiser 1971

**OSNOVNI PODATKI IN OPIS OBSTOJEČEGA STANJA**

Območje opuščene opekarne v Biljah se uredi kot obrtna cona Bilje 2. V ta namen se bo opremilo s komunalnimi napravami.

Na območju je obstoječa RP Bilje 1, ki je napajala opuščeno opekarno, v nadaljevanju pa bo napajala objekte v obrtni coni.

V projektni dokumentaciji so upoštevani vsi obstoječi NN in SN vodi, prav tako pa je oprema situativno usklajena s projektiranimi napravami, ki jih bo izvedla Elektro Primorska. Kabelska kanalizacija za potrebe Elektro Primorska in za potrebe napajanja območja poteka v skupnem kabelskem jarku. Razpored cevi je razviden iz situacije.

Izvede se NN priključitev objektov, ter potrebne prestavitve oziroma ureditve NN omrežja.

Vsa križanja in približevanja elektroenergetskih vodov z ostalimi komunalnimi vodi je potrebno urediti v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi, standardi in tipizacijami.

**NN RAZVOD IN IZVEDBA NN PRIKLJUČKOV**

Na območju opuščene opekarne v Biljah investitor namerava zgraditi in komunalno opremiti obrtno cono. Zaradi napajanja novih objektov se izvede NN priključke v skladu z zahtevami po moči in po zahtevah distributerja.

Vir energije predstavlja obstoječa RP BILJE I. Iz te razdelilne transformatorske postaje se vodijo kabli do posameznih RKO omaric, ki so razvrščene po območju obrtne cone, ob novi projektirani dovodni poti.

Nove RKO omarice so prostostoječe, izdelane iz nerjavne pločevine, ki je namenjena za distribucijski razvod ter napajanju objektov na zazidalnem področju. Omarica je opremljena z varovalnimi podnožji in namenjena distribucijskemu razvodu.

**PODATKI**

Izvor napajanja:

RP BILJE I 20/0,4kV max 2x630 kVA

IZVOD 1:	RKO 1	200 kW
IZVOD 2:	RKO 2	200 kW
IZVOD 3 :	RKO 3	200 kW
IZVOD 4:	RKO 4	200 kW
IZVOD 5:	RKO 5	200 kW
IZVOD 6:	RKO 6	200 kW

Sum Pk PSRMKO	1.200 kW
Faktor prekrivanja	0,5
Konična moč Pk na kompleksu	600 kW
Konični tok	900 A
Ozemljitev.	združena
Sistem:	TN - C
cos φ objekta:	0.95

Meritve porabljene  
električne energije

Števci el energije vgrajeni v  
MKO, na posameznem objektu, za  
vsakega porabnika posebej.

**IZVEDBA KABELSKKE KANALIZACIJE ZA NN PRIKLJUČEK POSAMEZNE RKO IN UVLAČENJA  
NAPAJALNEGA KABLA:**

Kabelska trasa kablovoda poteka po trasi, ki se uskladi z vsemi ostalimi trasami komunalnih naprav. Za priklop vsake posamezne RKO se v izkopen jarek se položi rebrasto fleksibilno zaščitno cev 1 X PC cev  $\phi=160\text{mm}$  in vanjo uvleče napajalni kabel.

Kabel se uvleče v PC cev v kabelskem jarku, katerega dno se prekrije s kabelsko posteljico sestavljeno iz drobnega peska granulacije do 4mm in nanjo položi cevi P.C.  $\phi 110\text{mm}$ . Cev zasipujemo v debelini 20cm. Nato se polaga še pocinkani valjanec FeZn 25x4mm, ki se ga poveže med seboj s križnimi sponkami (zalivati z bitumnom). Tudi valjanec zasipujemo z do 20cm debelim slojem materiala (ne s peskom, zaradi slabe prevodnosti!). Nato položimo opozorilni trak rdeče barve na katerem piše "Pozor ! Energetski kabel". Do zgornjega nivoja kabelskega jarka se zasipava s preostalim izkopanim materialom, nato pa se ga povalja (utrjevanje), in uredi okolico (vrnitev v staro stanje).

Na prehodih kabla pod utrjenimi površinami se izvedejo podboji ali pa se izreže asfaltna površina. Kabel mora biti zaščiten z cevmi v kabelski kanalizaciji ali s ščitnikom v obliki betonskih polcevi ali z obbetoniranjem plastičnih cevi. Minimalni notranji premer cevi mora biti 1,5 krat večji od premera kabla (PVC ali P.C.  $\phi 110\text{mm}$  in 160mm)

V cev se uvleče kabel primeren za polaganje direktno v zemljo, pri čemer je pri polaganju maksimalna dovoljena vlečna sila  $30\text{N/mm}^2$  in minimalni dovoljeni polmer ukrivljanja kablov  $r > 12 \cdot D$  ( $D$  – zunanji premer kabla v mm). Kabli se naj polagajo pri temperaturah med  $+5^\circ\text{C}$  in  $+50^\circ\text{C}$ .

Za zaščitno ozemljitev se uporabi pocinkani jekleni trak (FeZn 25x4mm), ki **je pokončno položen** v zemljo na globini položenega kablovoda vzdolž celotne kabelske trase in je spojen na posamezne kandelabre. Vzdolž celotne trase se na globini ca 0,3m ohlapno položi opozorilni plastičen trak rdeče barve.

Pred pričetkom del je potrebno zaradi križanj trase s podzemnimi instalacijami izvesti označbe s strani posameznih komunalnih upravljalcev. V bližini vseh podzemnih instalacij je potreben ročni izkop, zaradi manjše možnosti povzročitve morebitnih poškodb. Vsa dela v bližini križanj in vzporednega vodenja se izvede obvezno pod nadzorom vsakega posameznega komunalnega upravjalca.

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati tudi ostale komunalne naprave, obstoječe in predvidene in njihovo faznost ter prioriteto izgradnje. Vse obstoječe in nove elektroenergetske naprave na obravnavanem in sosednjih kompleksih je potrebno med seboj uskladiti in prilagoditi zahtevam in razmeram na terenu ter ustrezno vključiti na nove naprave.

Polaganje kablov, mehanska zaščita in izvedba križanj:

Kable polagamo v izkopen kanal globine 110-150 cm. Po potrebi se kable polaga v večje globine (pri križanjih in prečkanju ceste v kanala 150cm in 130cm). Širina kanala je odvisna od števila položenih kablov oz. PE cevi. Na obravnavanem kompleksu se kable polaga v kabelsko kanalizacijo. Povsod tam, kjer je izvedljivo, se kable polaga vzporedno na predpisane odmike, kar nam poceni izgradnjo in omogoča racionalnejšo izrabo prostora.

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati minimalni polmer krivljenja kablov in minimalno temperaturo zraka.

Pri križanju z meteorno kanalizacijo je cevna kanalizacija za elektroenergetske vode nad, pri križanju s TK vodi pa pod navedenimi komunalnimi napravami. Vsa križanja in vzporedna polaganja kablov morajo biti izvedena v skladu s tehničnimi predpisi, katere mora izvajalec poznati in pri izvajanju upoštevati:

Minimalni horizontalni odmik med komunalnimi napravami v ( m ):

	NN kabel	20 kV kbv	TT kabel	Vodovod	Kanalizacija	Toplovod	Plinovod
NN Kabel	0,1	0,3	0,5	1,0	0,5	1,0 - 2,0	3,0

Minimalni vertikalni odmiki med komunalnimi napravami v ( m ):

	NN kabel	20 kV kbv	TT kabel	Vodovod	Kanalizacija	Toplovod	Plinovod
NNKabel v cevi	0,1	0,3	0,3	0,3-0,5	0,3	0,5	1,0

Pri polaganju kableske kanalizacije je potrebno v cevi položiti prevlečeno žico Fe profila 3 mm. Kraje cevi, ki se ne zaključijo v kabelskih jaških, je potrebno ustrezno zatesniti, da se ne zablatijo. Pri polaganju kablov v kableske kanalizacije z jaški je potrebno upoštevati dokončno višinsko regulacijo in zunanjo ureditev terena. Po končanih delih je potrebno izdelati PID in trase kablovodov označiti z markirnimi stebrički z napisom EK ter poskrbeti za vris kabelskih tras v podzemni kataster.

#### IZVLEČEK IZ TEHNIČNIH NORMATIVOV ZA GRADITEV ELEKTROENERGETSKIH KABLOV NAZIVNE NAPETOSTI OD 1 KV DO 35 KV

Pred pričetkom del je potrebno z ustreznimi službami natančno določiti mikrolokacije vse komunalne infrastrukture na trasi. Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati predpise in smernice lastnika glede zahtevanih odmkov od ostalih komunalnih naprav.

Med izvajanjem del na kablovodu je potrebno s strani upravljalcev komunalne infrastrukture zagotoviti strokoven nadzor nad deli, predvsem za dela ki se izvajajo v bližini komunalne infrastrukture.

Vsa križanja in vzporedna polaganja morajo biti izvedena skladno z »Navodili za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV«, katere mora izvajalec poznati in pri izvajanju upoštevati oz. skladno s projektnimi pogoji upravljalcev komunalne infrastrukture.

Minimalni horizontalni in vertikalni odmik med komunalnimi napravami v cm:

	Kbv 20 kV	
	Horizontalni odmik	Vertikalni odmik
NN kabel 20	20 5 – med cevni KK	20
SN kabel 20	20 5 – med cevni KK	20
TK kabel	100	50
Vodovod	50 – priključni 150 – magistralni	30 – v zaščitni cevi 30 – priključni 50 – glavni
Plinovod	50 – priključni 150 – magistralni	30 – priključni 50 – glavni
Kanalizacija	50 150 – magistralni	50 30 – priključni

Medsebojno približevanje energetskih kablov:

Zaradi zmanjšanja medsebojnih vplivov morajo znašati razmaki med energetskimi kablji najmanj 20cm. Dovoljeni so tudi manjši razmaki, vendar moramo v takem primeru upoštevati korekcijske faktorje za dopustno tokovno obremenitev.

Približevanje k drugim objektom:

Paralelno vodenje kablov ob temeljih ali zidovih zgradb, mora biti na razdalji 0,3 m ali več.

Približevanje in križanje energetskih in telekomunikacijskih kablov:

Pri paralelnem vodenju elektroenergetskih in telekomunikacijskih kablov je dovoljena minimalna vodoravna oddaljenost 1 m. Če navedenih oddaljenosti ni mogoče zagotoviti je na kritičnih mestih potrebno elektroenergetske kable položiti v železne cevi, telekomunikacijske pa v betonske cevi, oziroma uporabiti drugi ustrezni zaščitni ukrep.

Križanje elektroenergetskih in telekomunikacijskih kablov izvajamo na navpični oddaljenosti 0,5 m. Kot križanja mora biti praviloma 90°, ne sme pa biti manjši od 45°. Če navpične oddaljenosti 0,5 m ni mogoče zagotoviti, je treba kable na mestu križanja položiti v 2 do 3 m dolge zaščitne cevi. Tudi v tem primeru ne sme biti navpična oddaljenost manjša od 0,3 m.

Zaščitne cevi za elektroenergetske kable morajo biti iz dobro prevodnega materiala, za telekomunikacijske kable pa iz slabo prevodnega materiala.

Približevanje in križanje energetskih kablov s cevmi vodovoda in kanalizacije:

Minimalna medsebojna razdalja približevanja med energetskimi kablji in cevmi vodovoda in kanalizacije mora biti najmanj 0,5 m, v posebnih primerih pa se dovoli zmanjšanje razdalje na 0,3 m od zunanjega premera. Pri križanju se energetski kabel položi pod ali nad cevmi vodovoda in kanalizacije, odvisno od višinske lege cevi. Križanje energetskega kabla s cevmi vodovoda ali kanalizacije se izvede na oddaljenosti 0,5 m, pri križanju kabla s priključnim cevovodom pa je ta oddaljenost lahko 0,3 m. Polaganje kablov skozi, nad ali ob vodovodnih ventilskih komorah ali hidrantih ni dovoljen. V tem primeru mora biti minimalna razdalja 1,5m. Vedno pa je potrebno energetski kabel ščititi pred mehanskimi poškodbami, zato ga položimo v zaščitno cev, ki sega 1 m na vsaki strani križanja.

Križanje energetskih kablov s strelovodi:

Strelovodna ozemljitev mora biti najmanj 3 m oddaljena od energetskega kabla. V kolikor tega ni mogoče doseči, moramo strelovodno ozemljitev ali kabel položiti v električno neprevodno in nehigroskopično cev (keramično, cementno itd.). V primeru križanja energetskega kabla s strelovodno ozemljitvijo, je potrebno slednjo vkopati 1 m pod kablom in jo položiti v keramično cev premera 100 mm, ter dolžine 6 m. Križanje praviloma izvesti pod pravim kotom, dopustno je pa do kota, ki je vsaj 45°. Pred pričetkom izgradnje projektiranega objekta je v izogib poškodbam obvezno treba izvršiti zakolič bo vseh obstoječih ali predvidenih komunalnih vodov. Križanja vodov se izvedejo skladno z veljavnimi Tehničnimi predpisi in normativi, upoštevati pa je potrebno tudi vse pogoje in zahteve upravljalcev komunalnih naprav, navedene v izdanih soglasjih. Vsa gradbena - zemeljska dela na območju križanj se morajo izvajati ročno ter pod nadzorom.

Križanja, odmiki in varnostne razdalje:

V odsekih, kjer poteka kabelska trasa pod voziščem, (prečkanje vozišča), ter na priključkih stranskih cest, je potrebno cevi pod voziščem obbetonirati!

- globina kabelskega jarka - 0,8 m (prilagojeno razmeram!)
- ozemljitveni trak FeZn 25x4 mm - 0,5 - 0,6 m
- opozorilni trak - 0,3-0,4 m

Pri vseh navedenih in morebitnih drugih križanjih ter približevanjih je upoštevano soglasje prizadetih upravljavcev, veljavni tehnični normativi in Tipizacijo za polaganje elektroenergetskih kablov 1kV, 10/20 kV (brošura DES, januar 1981) ter Pravilnik o tehničnih normativih za graditev nadzemnih vodov z nazivno napetostjo 1-400 kV (Ur. l. SFRJ št. 65/88).

- Križanje kabla s cevmi vodovoda in kanalizacije se izvede na oddaljenosti 0.5 m, oziroma 0.3 m v primeru priključnega cevovoda. Kabel položiti v plastično cev f 110 mm.
- Križanje cest je izvedeno na globini 1 m in s položitvijo kabla v obbetonirano plastično cev fi 110 mm. Najmanjša navpična oddaljenost od zgornjega roba kabelske kanalizacije do površine ceste je 0,8 m.
- Križanje energetskega kabla 1 kV in telekomunikacijskega kabla je izvedeno na navpični oddaljenosti 0.5 m. Kot križanja mora biti praviloma 90°, ne sme pa biti manjši od 45°. Če te oddaljenosti ni mogoče zagotoviti, je potrebno energetski kabel položiti v železno cev f 159 mm, dolžine 2 do 3 m, telekomunikacijski kabel pa v plastično cev f 110 mm iste dolžine. Tudi v tem primeru razdalja ne sme biti manjša od 0.3 m. Pri paralelnem poteku kabla NN in TK kabla razdalja ne sme biti manjša od 0.5 m – podano informativno!

Pred posegom je potrebno izvesti uradne zakoličbe komunalnih vodov, ki jih morajo opraviti posamezni upravjalci.

### **Ozemljilo:**

Da izpolnimo pogoje TN-C sistema, moramo pri vsakem porabniku, oziroma stebri položiti ozemljilo, pocinkani valjanec FeZn 25x4mm. Izvajalec del mora položiti valjanec v zemljo na globino položenega kablovoda po celotni kabelski kanalizaciji. Upornost ozemljila mora imeti vrednost, ki zagotavlja njihovo nemoteno delovanje. Najprimernejša je ozemljilna upornost manjša od 10 Ohm. Pri specifični upornosti tal večji od 250 Ohm/m ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal (Ohm/m).

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

p...specifična upornost tal,  
d...premer ozemljila v (m),  
l...dolžina ozemljila v m,

Z valjancem mora izvajalec del povezati vse kandelabre in prevodne mase v bližini (kovinske ograje, žične ograje ipd.). Če obstajajo tudi druge ozemljitve, lahko predvideno ozemljitev povežemo z njimi. Valjanec služi kot združeno ozemljilo.

Valjanec mora izvajalec del privijačiti na drog z dvema vijakoma M 10. Spoje valjanca mora izvajalec del izvesti s križnimi sponkami. Spoje valjanca v zemlji, prehode valjanca iz zemlje na prosto ali skozi jašek, mora izvajalec del zaščititi proti koroziji z bitumnom.

## **ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM IN PRI NJEM:**

Zaščita pred električnim udarom je predvidena skladno s standardom SIST HD 60364-4-41 (2007).

### **Osnovna zaščita - zaščita pred neposrednim dotikom**

Osnovna zaščita - zaščita pred neposrednim dotikom, preprečuje neposredni dotik delov pod napetostjo in je zagotovljena z izoliranjem vodnikov in delov pod napetostjo ali s pregradami in okovi (s postavitvijo vseh elementov električne instalacije v ohišja).

Kot dodatna zaščita pred neposrednim dotikom je vgrajeno tokovno zaščitno stikalo na diferenčni tok z občutljivostjo 30mA.

### **Zaščita ob okvari - zaščita pri posrednem dotiku**

Zaščita ob okvari - zaščita pri posrednem dotiku preprečuje, da bi se nevarna napetost dotika zadrževala na prevodnih delih zaradi odpovedi osnovne zaščite (okvare) in je zagotovljena:

- z zaščitno ozemljitvijo,
- z zaščitno izenačitvijo potencialov,
- s samodejnim izklopom napajanja ob okvari,
- sistemom instalacije TN-C-S.

**Zaščitna ozemljitev** – vse izpostavljene prevodne dele moramo povezati z zaščitnim vodnikom (PE, PEN) pod pogoji, ki veljajo za posamezen sistem inštalacij (TN, TT IT). Hkrati dostopne izpostavljene prevodne dele moramo povezati na isti ozemljitveni sistem posamezno, v skupinah ali skupno. Zaščitni vodnik vsakega tokokroga morajo biti priključeni na ustrezno ozemljitveno zbiralko.

**Zaščitna izenačitev potencialov** – v vsaki zgradbi vežemo na zaščitno izenačitev potencialov (zbiralko) poleg zaščitnih vodnikov glavne ozemljitvene zbiralke še kovinske cevi dovodnih sistemov (plin, voda, ...), kovinske tuje prevodne dele, kovinske sisteme centralnega ogrevanja in klimatizacije, armaturo betona (če je dostopna).

**Samodejni odklop napajanja ob okvari** – to zaščito uporabljamo v NN omrežjih in inštalacijah kot temeljno zaščito, ki jo je mogoče uporabljati na celotni inštalaciji. Uporaba te zaščite ob okvari na opremi razreda I prepreči, da bi se na izpostavljenih prevodnih delih opreme nevarna napetost zadrževala dlje, kot to dovoljuje standard. Odklopne naprave vgrajene v inštalaciji, morajo ob napaki v izolaciji odklopiti napajanje dela inštalacije (linijski vodnik), ki ga odklopna naprava ščiti, v krajšem ali enakem času, kot ga določa standard za posamezen sistem inštalacij in njeno napetost.

Zaščita s samodejnim izklopom napajanja ob okvari (odklopne naprave) je izvedena z instalacijskimi odklopniki. TN-S sistem zahteva, da morajo biti vsi izpostavljeni prevodni deli povezani preko zaščitnega vodnika z ozemljitveno točko napajalnega sistema. Odklopne naprave – stikalni aparati, vgrajeni v instalacijo, morajo ob napaki v izolaciji odklopiti napajanje dela instalacije (linijski vodnik), ki ga odklopna naprava ščiti, in sicer v krajšem ali enakem času, kot ga določa standard za posamezne sisteme instalacij in njeno napetost:

za tokokroge, ki napajajo razdelilnike	$t = 5,0 \text{ s}$
za končne tokokroge napetosti $50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V AC}$ in ne presegajo 32A	$t = 0,8 \text{ s}$

za končne tokokroge napetosti 120 V < U <sub>0</sub> ≤ 230V AC in ne presegajo 32A	t = 0,4 s
za končne tokokroge napetosti 230 V < U <sub>0</sub> ≤ 400V AC in ne presegajo 32A	t = 0,2 s

Če z odklopno napravo ne moremo doseči samodejnega odklopa napajanja v dovoljenem času, moramo izvesti dopolnilno zaščitno izenačitev potencialov.

Temeljni pogoj zaščite s samodejnim odklopom napajanja v TN – sistemu instalacij pri uporabi nadtokovnih zaščitnih naprav je, da karakteristiko nadtokovne naprave in impedanco (upornost) tokokroga – okvarne zanke izberemo tako, da se ob okvari z zanemarljivo impedanco (upornostjo) med linijskim (faznim) in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenim prevodnim delom kjerkoli v instalaciji napajanje okvarjenega tokokroga samodejno izklopi v času, manjšem od določene zgornje meje navedene zgornji tabeli. Ta zahteva je izpolnjena ob pogoju:

$$Z_s \cdot I_c \leq U_0$$

V instalacijah, kjer uporabljamo manjše prereze vodnikov, pa lahko zanemarimo induktivnosti vodnikov (do vključno 16mm<sup>2</sup>) ter uporabljamo neenačbo:

$$R_s \cdot I_c \leq U_0$$

kjer je:

$I_c$  - tok, ki zagotavlja delovanje nadtokovne naprave za samodejni odklop napajanja, določenega v zgornji tabeli v odvisnosti od nazivne napetosti U<sub>0</sub> ali ob posebnih pogojih v času, ki ne presega 5s, v A. Pri uporabi RCD zaščitne naprave je to nazivni diferenčni tok zaščitne naprave v A,

U<sub>0</sub> - nazivna napetost proti zemlji v V

Z<sub>s</sub> - impedanca okvarne zanke v Ohmih

R<sub>s</sub> - upornost okvarne zanke v Ohmih

### **ZAŠČITA PRED DELOVANJE STRELE:**

S potencialnim izenačevanjem označujemo fizično povezovanje različnih potencialnih točk z možnimi drugimi potenciali v skupno točko enakega potenciala, da odpravimo potencialne razlike, ki bi v nepovezanih točkah lahko nastale in ostale iz kakršnihkoli razlogov.

Nepomembna postane velikost potenciala, pomembna pa je njegova enakost. Moderni koncept zaščite pred prenapetostmi, nevarnimi za življenje ljudi ter uničenje naprav, je zaščitna izenačitev potencialov. Glavna ozemljitvena zbiralka (GIP) se namesti pod razdelilnik in nanjo se poveže:

- ozemljitveni vodnik, ki je povezan z ozemljilom objekta,
- glavni zaščitni (PE) vodnik,

- zaščitni vodnik odvodnikov prenapetosti v razdelilniku,
- vodnike za zaščitno izenačitev potencialov, ki povezujejo kovinske dele objekta,
- vodnike za zaščitno izenačitev potencialov, ki povezujejo kovinske dele vseh cevni razvodov,
- vodnike za zaščitno izenačitev potencialov, ki povezujejo kovinske elemente objekta in večje opreme

Izenačevanje potenciala je predvideno s posebnimi vodniki, ki niso sestavni del kablov in so položeni in uvlečeni v PNT cevi po zidovih in tleh. Vodnik za zaščitno izenačitev potencialov je zaščitni vodnik, ki električno izenačuje različne izpostavljene prevodne dele in tuje prevodne dele, da so na približno enakem potencialu. Če se pojavi napaka na električnem delu opreme, lahko pride do nezaželenih posledic, saj se lahko določen električni potencial proti zemlji prenaša po tem sistemu in povzroči na določenem delu previsoko napetost dotika. Prav tako lahko pride do napak v razdelilnem omrežju in se določen električni potencial po omenjenih kovinskih instalacijah vnaša v objekt. Z medsebojnim povezovanjem vseh kovinskih prevodnih delov teh instalacij med seboj in z zaščitnim vodnikom in s tem z ozemljitvijo dosežemo odstranitev potencialnih razlik oziroma t.i. izenačitev potencialov. Izenačevanje potencialov se izvede z vodniki H07V-K - 16mm<sup>2</sup>. V celotnem objektu je predvidena koordinirana zaščita pred prenapetostmi z odvodniki prenapetosti in sicer:

- v priključno merilni omarici so predvideni odvodniki 1. stopnje PROTEC B2S -  $U_c = 320V$ ,  
 $U_p = 2,0kV$  pri  $I_n (8/20) = 25kA$ ,  $I_{imp} (10/350) = 12,5 kA$ ,
- v razdelilnikih pa so predvideni odvodniki 2. stopnje PZH II V3+1/275/50 -  $I_n (8/20) = 20 kA$ .

### **UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE EMC ZDRUŽLJIVOSTI:**

Elektromagnetna združljivost je sposobnost naprave, dela naprave ali sistema, da deluje zadovoljivo v svojem elektromagnetnem okolju, brez vnašanja nedopustnih elektromagnetnih motenj ničemur v tem okolju. Da bi to dosegli, uporabimo določene ukrepe. To so najprej splošni ukrepi za postavitve pravilne instalacije:

- pravilna izbira materiala za inštalacije (kablji, vtičnice, varovalke, ...),
- uporaba predpisanih metod dimenzioniranja (električne, termične, mehanske,...),
- uporaba predpisanih metod varovanja in zaščite (pred tokom, napetostjo,...),
- uporaba predpisane vsebine EMC standardov za instalacije.

Pri razvodu instalacij moramo paziti, da vodimo kable tehnologije ločeno od kablov krmiljenja oziroma meritev, kar pomeni da jih vodimo po ločenih kabelskih policah, ceveh, utorih na predpisanih odmikih. Pri medsebojnem križanju pa poskrbimo za vstavev ustreznih zaslonov.

Med temeljne ukrepe za zagotovitev elektromagnetne združljivosti vsekakor sodijo:

- ozemljitveni sistem,
- izenačitev potenciala (glavna ozemljitvena zbiralka),
- prenapetostna zaščita.

Za zmanjšanje širjenja in nastajanja elektromagnetnih motenj uporabljamo naslednje ukrepe:

- ozemljevanje oklopov kablov znotraj objekta (kablji frekvenčnih pretvornikov morajo biti oklopljeni, kablji meritev pa oklopljena parica),
- ozemljevanje kovinskih konstrukcij in prostih žil v kablji,
- ozemljevanje električnih omar,
- energetsko napajanje naprav (uporaba ločilnega transformatorja, ...).

**IZRAČUNI IN DIMENZIONIRANJE:****Tokovna obremenitev vodnikov:**

Varovani element, ki varuje vodnike pred preobremenitvijo je določen glede na konični tok in selektivnost varovanja. Prerez vodnikov je določen na podlagi dopustnih tokovnih obremenitev z upoštevanjem načina polaganja in temperature okolice (po podatkih proizvajalca vodnikov).

$P_k$  = konična moč porabnika (W)

$I_k$  = konični tok (A)

$U_n$  = nazivna napetost, pri trifaznem toku medfazna napetost (V)

$\cos \varphi$  = faktor delavnosti toka

<i>enofazni porabnik:</i>	<i>trifazni porabnik:</i>
$I_k = \frac{P_k}{U \cdot \cos \varphi}$	$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$

**Izračun padcev napetosti:**

Kontrola vodnikov po kriteriju padca napetosti je narejena po formulah:

Za trifazni vod :

$$us (\%) = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2 \cdot \cos \varphi} \leq 3 \text{ oz. } 5 \%$$

Za enofazni vod :

$$us (\%) = \frac{200 \cdot P_o \cdot \Sigma (n \cdot l)}{\gamma \cdot S \cdot U_f^2 \cdot \cos \varphi} \leq 3 \text{ oz. } 5 \%$$

pri čemer je :

$us$  – izračunani padec napetosti voda (%)

$P$  – moč v točki odjema (W)

$P_o$  – moč porabnika (W)

$l$  – razdalja (m)

$\gamma$  – specifična prevodnost ( $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ ) za Cu = 56, za Al = 34

$S$  – presek vodnika ( $\text{mm}^2$ )

$U$  – medfazna napetost (V)

$U_f$  – fazna napetost (V)

$\cos \varphi$  – faktor moči (0,95)

Dovoljeni padci napetosti za razsvetljavni tokokrog med napajalno točko električne instalacije in katerikoli drugo točko znašajo, če se električna instalacija napaja iz nizkonapetostnega

omrežja, 3%, če se napaja neposredno iz transformatorske postaje pa 5%.

Pogoj :  $\Delta U < 5\%$

### **Zaščita:**

Pri izvedbi instalacij so predvidene naslednje vrste zaščitnih ukrepov:

- zaščita pred prevelikimi tokovi
- zaščita pred kratkim stikom
- zaščita pred električnim udarom
- zaščita pred prenapetostjo

### **Zaščita pred prevelikimi tokovi**

Zaščitne naprave morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje ali okolje. Ustrezno z standardi izvedemo kontrolo zaščite pred prevelikimi tokovi. Delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod pred preobremenitvijo mora izpolnjevati dva pogoja:

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

$$I_2 = k \times I_n$$

- $I_b$  – tok v predvidenem kablu (A),
- $I_n$  (A)..... nazivni tok zaščitne naprave
- $I_z$  (A)..... trajno zdržni tok kabla
- $I_2$  (A)..... pogojni stalilni preizkusni tok
- $k$  (A)..... faktor

Za gG talilne varovalke :

$I_n$  do 4A  $k=2,1$ ;  
 $I_n$  od 4 do 10A  $k=1,9$ ;  
 $I_n$  od 10 do 25A  $k=1,6$ ;  
 $I_n$  od 25 do 63A  $k=1,6$ ;

za instalacijske odklopnike karakteristik »B« in »C« je  $k=1,45$

Faktorji »k« za posamezne taljive varovalke gG (gL)! Za inštalacijske odklopnike je  $k = 1,45$ , za odklopnike pa 1,2, ne glede na velikost nazivnega toka!

### **Zaščita pred kratkim stikom:**

Stikalna zmogljivost zaščitne naprave pred kratkim stikom mora biti najmanj enaka največjemu toku celotnega kratkega stika . Izklopni čas kratkostičnega toka ne sme biti večji kot izklopni čas  $t$ , v katerem tok segreje vod do dopustne mejne temperature pri kratkem stiku. Za kratke stike, ki trajajo do 5s je čas  $t$  izračunan po formuli:

$$t = \left( k \cdot \frac{S}{I^2} \right)^2$$

---

**I**

- $t$  - trajanje v s  
 $S$  - presek v mm<sup>2</sup>  
 $I$  - efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A  
 $k$  - specifična konstanta voda z naslednjimi vrednostmi:  
115 za bakrene vodnike s PVC izolacijo,  
74 za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo

Pri potrebnih izklopnih časih, ki so manjši od 0,1s moramo narediti še kontrolo tokovnega impulza segrevanja:

$$I^2 \times t < K^2 \times S^2$$

$K^2 \times S^2$  mora biti večji od vrednosti prepuščene energije  $I^2 \times t$ , ki jo navede proizvajalec zaščitnih naprav.

**Zaščita pred električnim udarom**

Samodejni odklop napajanja z zaščito pred prevelikim tokom v TN-C-S v napajalnem omrežju.

Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z zaščito delov pod napetostjo z izolacijo električne inštalacije, ki mora preprečiti vsak dotik z deli pod napetostjo. Ti morajo biti z izolacijo popolnoma prekriti na tak način, da jo je možno odstraniti samo z uničenjem. Izolacija tovarniške opreme mora ustrezati standardom, pri drugih vrstah opreme pa mora trajno zdržati mehanske, kemične, električne ali toplotne vplive, ki jim je lahko izpostavljena.

Zaščita pred posrednim dotikom, pa je izvedena z avtomatičnim odklopom napajanja okvarjenega dela inštalacije, ki prepreči, da bi se ob okvari vzdrževala napetost dotika tako dolgo, da bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje. Ta zaščitni ukrep zahteva koordinacijo med vrstami sistemov inštalacij, karakteristik zaščitnega vodnika in zaščitne naprave. Vsaka okvara izolacije električne opreme mora povzročiti okvarni tok, ki zagotovi tako hiter avtomatični odklop, da ni ogrožena varnost oseb. Zaščita pred posrednim dotikom je izvedena z uporabo instalacijskih odklopnikov.

Uspešno delovanje zaščite je zagotovljeno s tem, da predvidimo v vsakem tokokrogu zaščitno zanko tako majhne impedance, da lahko steče skozi zanko odklopilni tok zaščitne naprave. Kratkostično zanko tvorijo fazni in zaščitni vodniki ( PE zelenorumene barve ), ki so predvideni v vsakem tokokrogu in vseh napajalnih kablji do izvora el. energije. S kratkostično zanko so z zaščitnimi vodniki vezani tudi vsi izpostavljeni prevodni deli ( ohišja el. naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd ).

Kontrola delovanja zaščite : zaščita s samodejnim izklopom napajanja deluje uspešno, če pri stiku faznega vodnika z zaščitnim vodnikom steče večji tok kratkega stika od toka delovanja zaščite.

$I_a \leq I_k = U_o / Z_s$  ,  $I_a$  -tok delovanja zaščite  
 $I_k$  -tok kratkega stika  
 $U_o$  -fazna napetost  
 $Z_s$  -celotna impedanca kratkostične zanke

Pri izračunu  $I_k$  uporabljamo v praksi ohmske upornosti, ker so običajno induktivne zanemarljive. Dovoljeni čas izklopa napajanja znaša največ 5s pod pogojem, da se pri tem na tokokrogih ne pojavi višja napetost dotika od dopustne, to je 50 V.

Najvišjo pričakovano napetost dotika na mestu okvare ali razdelilniku računamo po naslednjem obrazcu :  $U_p = I_k \cdot Z_{pe} = I_k \cdot R_{pe}$   $R_{pe}$  -celotna upornost zaščitnih vodnikov kratkostične zanke

### **ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA:**

Ta zaščitni ukrep mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi lahko postalo nevarno. Zaščitna naprava mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela elektroinstalacije, ki ga ta naprava ščiti. Zato morajo biti tako zaščitna naprava v instalaciji, kot vodniki izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza časom navedenim v spodnji tabeli, v primeru, ko se na kateremkoli delu instalacije, ali sami napravi, ki jo ta instalacija napaja pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom.

Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj

$$Z_s \times I_a < U_o$$

kjer pomeni,

$Z_s$  = impedanca okvarne zanke

$U_o$  = nazivna fazna napetost

$I_a$  = tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele

Najdaljši odklopni časi v TN sistemu

$U_o$ ( V )	$t$ ( s )
50	5
120	0,8
220 ali 230	0,4
277	0,4
380 ali 400	0,2
nad 400	0,1

Impedanco splošno računamo po enačbi:

$$Z = \frac{1}{56 \times S_f} + \frac{1}{56 \times S_v}$$

Kjer pomeni :

---

$l$  ( m ) = dolžina kabla v obravnavanem primeru  
 $S_f$  ( mm<sup>2</sup> ) = presek faznega vodnika  
 $S_o$  ( mm<sup>2</sup> ) = presek ničnega - zaščitnega vodnika  
 $Z_o$  ( Ohm ) = impedanca omrežja

<b>TOKOKROG (NAJNEUGODNEJŠI PRIMER)</b>		NAPAJANJE - OBJEKTA RKO 6
Tip kabla oz. vodnika		NAYY-A 4x240mm <sup>2</sup>
Presek vodnika	mm <sup>2</sup>	240
Dolžina tokokroga	m	120
Upornost kabla na kilometer	$\Omega / \kappa\mu$	0,145
Induktivnost kabla na kilometer	$\Omega / \kappa\mu$	0,074
Velikost varovalke - $I_n$	A	400
Pogojni stalilni tok varovalke - $I_2$	A	400
Tok, ki zagotavlja delovanje varovalke v določenem času - $I_a$	A	2200
Trjno zdržni tok vodnika - $I_z$	A	650
Nazivna moč tokokroga - $P_n$	kW	200
Nazivni cos $\phi$ porabnika		0,95
Tok za katerega je tokokrog predviden - $I_B$ (nazivni tok tokokroga)	A	320
Impedanca NN omrežja - $Z_n$ (podatek)	$\Omega$	0,200
Padec napetosti do napajalne točke kabla (če se kabel napaja iz odjemnega mesta je ta vrednost 0)	%	0,00
1. pogoj za zaščito pred preobremenitvenim tokom - $I_B \leq I_n \leq I_z$		USTREZA
2. pogoj za zaščito pred preobremenitvenim tokom - $I_2 \leq 1.45 \times I_z$		USTREZA
Max.dopustni čas trajanja toka kratkega stika - $t_{max}$	s	30,0
Tok kratkega stika - $I_k$	A	920,2
Izklopni čas varovalke pri kratkem stiku - $t_k$ (določeno iz karakteristike varovalke)	s	0,10
Pogoj za dovoljeni čas trajanja toka kratkega stika - $t_k \leq t_{max}$		USTREZA
Padec napetosti v kablu	%	2,81
Skupni padec napetosti od odjemnega mesta do porabnika - $U\%$	%	2,81

