

## TEHNIČNO POROČILO NN PRIKLJUČEK OBJEKTA

### 1 SPLOŠNO

Projekt za PZI – nizkonapetostni priključek za objekt: POŠ Kostrevnica, investitor: OBČINA ŠMARTNO PRI LITJI, Tomazinova ulica 2, 1275 Šmartno pri Litiji, je izdelan na podlagi gradbenih načrtov ter je v skladu z veljavnimi predpisi in standardi ter tehničnimi smernicami TSG-N-002:2009, TSG-N-003:2009.

Pred polaganjem kablov, je potrebno pridobiti vsa soglasja vseh lastnikov zemljišč, ki jih prečka kabelski vod in pristojne komunalne službe zaradi obstoječih komunalnih naprav. Objekt bo imel prostostoječo (ali fasadno) kabelsko priključno omarico na parceli, do katere bo potekal NN kabelski vod iz obstoječega omrežja – obstoječ PZV na parceli – začetna točka novega priključka. V kolikor bo izvajalec del pri izvajanju del opazil neznano elektroenergetsko napravo, mora takoj ustaviti dela ter o tem obvestiti distributerja omrežja.

### 2 PRIKLJUČITEV PORABNIKA NA DISTRIBUCIJSKO MREŽO

Priključek na nov objekt se izvede preko obstoječega nizkonapetostnega omrežja, skladno s situacijsko risbo, kjer se pod obstoječim PZV, na lokaciji obstoječega NN droga izdela nov priključek, obstoječ priključek objekta pa se odstrani. Nov kabelski priključek poteka do nove prostostoječe (ali fasadne) kabelsko priključno merilne omare PS KPMO tip VMZ 002012P SCHRACK. Omara je lahko dobavljena tudi od drugega proizvajalca, vendar morajo biti lastnosti enakovredne navedenim. Omara mora biti opremljena v skladu s projektnimi pogoji in soglasjem za priključitev, npr.: s trifaznim dvotarifnim števcem delovne energije 5-85 A, kl.2, tip LANDIS GYR ZMF120ACTfs2 + krmilni modul RCM1312-3/3, prenapetostni odvodniki razreda 1, tip PROTEC B2S(R) 12,5, s predvarovalkami velikosti 160 A. Priključne varovalke so velikosti 3x25 A, v varovalčnem ločilniku. Meritve za obstoječe stanovanje se prestavijo v obstoječem obsegu. Nova prostostoječa kabelska priključna merilna omarica je locirana ob dovozu k objektu, na stalno dostopnem mestu. Priključitev na NN omrežje se izdela s kablom N-A2XY-J 4x70SM+1,5RE, preko tipskih RAYCHEM kabelskih končnikov in prenapetostnih odvodnikov razreda A na drogu. Vsi kabli se v omaricah zaključujejo s tipskimi kabelskimi glavami RAYCHEM. Omarica je zaklenjena s tipsko ključavnico pristojne elektro distribucije. Omarica mora pred priklopom imeti označene sponke, označbo izvajalca omarice na zunanji strani in vloženo plastificirano enopolno shemo priključka. Omarica omogoča priklope kablov do preseka 150 mm<sup>2</sup> in še dodatnih dveh merilnih mest.

Po celotni novi trasi je potrebno položiti pocinkan železni valjanec 25x4 mm in opozorilni trak. Dovodni kabel preseka 70 mm<sup>2</sup>, je po celotnem odkopanem delu trase, uvlečen v PVC zaščitno cev premera 110 mm.

Pred pričetkom del je potrebno opraviti ogled strokovne službe pristojnega elektro distributerja in z njim določiti točno lokacijo postavitve opreme in izkopov. Kot tudi ogled ostalih komunalnih služb, ki bi lahko zaradi navedenega posega bili v območju vpliva.

### 3 POLAGANJE KABLA

Pred pričetkom izkopa je potrebno uskladiti kabelsko traso z ostalimi komunalnimi vodi. Upoštevati je potrebno zbirnik komunalnih vodov, v katerem naj bi bile prikazane vse trase. Minimalen odmik od ostalih vodov je za:

- vodovod in kanalizacijo 1 m, višinska razlika ob križanju pa 0,3 m.
- Pri vzporednem poteku kabla in plinovoda mora biti odmik najmanj 0,6 m, višinska razlika ob križanju pa 0,3 m.
- Pri telekomunikacijskem vodniku je potreben odmik 0,5 m ravno tako pa višinska razlika na mestu križanja. Elektroenergetski kabel mora biti položen pod telekomunikacijskim kablom. V kolikor ni možno zagotovi zadostne razdalje, je potrebno položiti elektroenergetski kabel na mestu križanja v železno cev, dolžine 3 m. Križanje je na sredini.

Kabel se polaga v kabelsko kanalizacijo po celotni trasi pod utrjenimi površinami, (zaščitna PVC cev premera 110 mm). Pred zasutjem je potrebno označiti vse že obstoječe vode.

Upoštevati je potrebno dovoljeni polmer krivljenja kabla ( $12 \times$  premer kabla) in največjo dopustno vlečno silo za naš kabel ( $30 \text{ N/mm}^2$  preseka kabla).

Po celotni trasi zemeljskega kabla je na višini 0,4-0,7 m pod vrhnjim slojem položen železni pocinkan valjanec preseka  $100 \text{ mm}^2$ . Valjanec bo priključen na zaščitno ozemljilo na mestu porabnika, v kabelski priključno merilni omarici in razdelilni omarici. Preko dovoda se valjanec poveže z združeno ozemljitvijo transformatorske postaje.

### 4 OZEMLJITVE

Po celotni trasi zemeljskega kabla je na višini 0,4-0,7 m je pod vrhnjim slojem položen železni pocinkan valjanec preseka  $100 \text{ mm}^2$ . Valjanec bo priključen na zaščitno ozemljilo na mestu porabnika (GIP, ozemljilo izven zgradbe), v kabelski priključno merilni omarici in razdelilni omarici. Preko dovoda je valjanec povezan z združeno ozemljitvijo transformatorske postaje. Zaradi možnosti vgradnje prenapetostnih odvodnikov, ozemljitvena upornost ne sme preseči 5 Ohmov. Zato je pred pričetkom obratovanja potrebno izvesti kontrolne meritve in po potrebi namestiti dodatne trakove pod najmanjšim kotom 60 stopinj glede na obstoječe.

Za delovanje ozemljila je značilna udarna ponikalna upornost  $R_u$  in ne ponikalna upornost  $R_r$ . Približna udarna ponikalna upornost  $R_u$  (delovna upornost) se izračuna iz velikosti ozemljila in njegove ponikalne upornosti  $R_r$ , in sicer takole:

$$R_u = k \cdot R_r$$

Vrednost količnika  $k$  je pri specifični upornosti zemlje 100 Ohmmetrov in za udarni tok strele praktično učinkoviti dolžini 20 m od vhoda ozemljila v zemljo enaka 1, ker pa se razširja na obe strani vzamemo dvojno dolžino ozemljila 40 m. Približno ponikalno upornost  $R_r$  pa izračunamo po naslednji enačbi:

$$R_r = \frac{2 \cdot \rho}{l} = \frac{2 \cdot 100 \Omega m}{2 \cdot 20 m} = 5 \Omega$$

Kot vidimo je udarna ponikalna upornost, za ocenjeno dolžino valjanca, na meji dovoljenih 5 Ohmov. Pred zaključkom ureditvenih del je potrebno izmeriti točno upornost razprostiranja  $R_r$  in po potrebi namestiti še dodatne trakove.

## 5 NAVODILA

Vsa dela mora stalno nadzorovati predstavnik pristojne elektro distribucijske službe, predstavniki komunalnih organizacij in odgovorna oseba izvajalca in naročnika.

Dela je potrebno izvajati v skladu z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu. Upoštevati je potrebno veljavne tehniške predpise in standarde. Ob morebitnih križanjih z ostalimi komunalnimi vodi izvajati izkope ročno in pazljivo.

Po opravljenih montažnih delih je potrebno opraviti meritve na kablu notranjih priključkov. V primeru uspešno opravljenih meritev preizkusno delovanje ni potrebno.

## 6 DIMENZIONIRANJE

ŠT. TKG.	PORABNIK	VAR.	L <sub>123</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
RG						
1	RK	25	10800	2500	2600	5700
2	RJR	25	4100	1100	2250	750
3	TOPLOTNA ČRPALKA ZE	25	7500	2500	2500	2500
4	ZASILNA RAZSVETLJAVA	10	100	100		
5	SVETILKE SANITARIJE	10	600		600	
6	SVETILKE HODNIK	10	600			600
7	SVETILKE UČILNICA 1	10	600	600		
8	SVETILKE UČILNICA 2	10	600		600	
9	SVETILKE KUHINJA, KABI.	10	600			600
10	SVETILKE ZUNAJ	10	600	600		
11	VENTILATORJI LEVO	10	100		100	
12	VENTILATORJI DESNO	10	100			100
13	VENTILATORJI SANITARIJE	10	100	100		
14	HLADILNIK	10	600		600	
15	NAPA	10	600			600
16	SENČILA	10	600	600		
17	ŠTEDILNIK	16	2000		2000	
18	POMIVALNI STROJ	16	2000			2000
19	VTIČNICE LEVO	16	1500	1500		
20	VTIČNICE DESNO	16	1500		1500	
21	VTIČNICE KABINET	16	1500			1500
22	VTIČNICE KUHINJA	16	1500	1500		
23	KOMUNIKACIJSKO VOZLIŠČE	16	1500		1500	
24	PROJEKTOR	10	200			200
25	PROJEKTOR	10	200	200		
26	KAMERE	10	200		200	
27	PISOAR	10	100			100
	PORABA SKUPAJ (W)		40400			
	PORABA PO FAZAH (W)			11300	14450	14650
	<b>Inštalirana moč</b>		<b>P<sub>i</sub></b>	<b>40400 W</b>		
	<b>Faktor istočasnosti</b>		<b>f<sub>i</sub></b>	<b>0,5</b>		
	<b>Konična moč</b>		<b>P<sub>k</sub>=P<sub>i</sub>*f<sub>i</sub></b>	<b>20200 W</b>		
	<b>Konični tok</b>		<b>I<sub>k</sub>=P<sub>k</sub>/U</b>	<b>30,6907 A</b>		

Iz tabele je razvidno, da za objekt zadostujejo priključne varovalke velikosti 3x35 A. V primeru priključevanja drugačnih porabnikov je potrebno izdelati nov izračun priključne moči in izvesti kontrolo dovodnih kablov.

Priključna moč stanovanja se ne spreminja.

## 7 PREVERJANJE DIMENZIONIRANJA KABLOV

V skladu s pravilnikom o tehniških normativih za NN električne preverjamo dimenzioniranje kablov v TT sistemu na:

- zaščito pred prevelikimi toki,
- zaščita pred kratkostičnimi toki,
- zaščita pred električnim udarom,
- zaščita pred padci napetosti.

### 7.1 Zaščita pred prevelikimi tokovi

Po standardu moramo preveriti naslednje pogoje:

$$I_b \leq I_n$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

- Pri tem je:
- $f_i$  ... faktor istočasnosti
  - $I_b$  ... bremenski tok
  - $I_n$  ... nazivni tok zaščitne naprave
  - $I_z$  ... trajno dovoljeni tok kabla po tabelah
  - $k$  ... 1,45 za inštalacijske odklopnike in 1,6 za talilne varovalke nad 16 A
  - $I_2$  ... tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave v predvidenem času

Najprej izračunamo bremenski tok, po naslednji formuli:

$$I_b = \frac{P_i \cdot f_i}{U \cdot \sqrt{3}}$$

- Da je izpolnjen prvi pogoj, mora biti bremenski tok manjši od nazivnega toka zaščitne naprave.
- Nato po tabelah iz standarda ugotovimo trajno dovoljeni tok kabla in sicer v odvisnosti od tipa električne napeljave. Potrebno je upoštevati tudi korekcijske faktorje za skupinske tokokroge in temperaturne obremenitve.
- Sledi preverjanje tretjega pogoja, in sicer mora biti tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave v predvidenem času manjši ali kvečjemu enak trajno dovoljenemu toku povečanemu za faktor 1,45.

Tok  $I_2$  pa je enak:

$$I_2 = k \cdot I_n$$

V naših primerih so izpolnjeni vsi trije pogoji za zaščito pred prevelikimi toki.

## 7.2 Zaščita pred kratkostičnimi toki

Po standardu moramo preveriti ali je minimalni presek manjši od predvidenega, kar preverimo po naslednjih enačbah:

$$I_k = \frac{0,95 \cdot U}{Z_k \cdot \sqrt{3}}$$

$$S_{\min} = \frac{l}{k} \cdot I_k \cdot \sqrt{t}$$

Pri tem je:

- l ... dolžina kabla
- t ... čas delovanja zaščitne naprave
- $Z_k$  ... impedanca okvarne zanke
- $I_k$  ... kratkostični tok
- k ... faktor odvisen od vrste kovine (ni definiran za preseke pod 10 mm<sup>2</sup>)
- $S_{\min}$  ... minimalen presek

Za izračun kratkostičnega toka je potrebno določiti impedanco okvarne zanke  $Z_k$ , ki obsega vir, vodnik pod napetostjo do okvarne točke in zaščitni vodnik med izpostavljenim prevodnim delom pritrjene opreme ali vtičnico in virom. Za izračun je potrebno poznati vse podatke. Impedanca nizkonapetostnega omrežja do napajalne točke je  $Z_{nno}$  – poda jo upravljalec omrežja (0,30 Ohm). Iz teh podatkov izračunamo kratkostične tokove.

Nato pa določimo čas delovanja zaščitne naprave, in sicer po standardu in karakteristikah varovalk, ki ga odčitamo po diagramu ETI Izlake.

Sedaj nam manjka le še faktor k, ki znaša 115 za bakrene vodnike in 74 za aluminijaste vodnike. Faktor k ni definiran za preseke manjše od 10 mm<sup>2</sup>. Vodniki morajo ustrezati pogojem.

## 7.3 Zaščita pred električnim udarom

### 7.3.1 Zaščita pred posrednim dotikom

TT SISTEM INŠTALACIJE

TT sistem inštalacije mora izpolnjevati pogoj:

$$R_a \cdot I_a \leq 50$$

Pri tem je:

- $R_a$  ... vsota upornosti ozemljil izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika izpostavljenih prevodnih delov
- $I_a$  ... tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za samodejni izklop napajanja v času določenem v tabeli, ki ne presega 5 sekund

Dejanski tok pregoretega odčitamo iz nazivne karakteristike varovalke, ki se razlikujejo od proizvajalca do proizvajalca. Upoštevamo najneugodnejše pogoje iz splošne karakteristike. Zmnožek vsote upornosti ozemljila izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika ter dejanskega toka pregoretega v času  $t$  mora biti manjši ali kvečjemu enak 50 V. Izvršena je tudi kontrola zaščite s samodejnim odklopom napajanja z napravo za diferenčno tokovno zaščito, ki izpolnjuje pogoj:

$$R_a \cdot I_{\Delta n} \leq 50$$

Pri tem je:  $I_{\Delta n}$  ... nazivni diferenčni delovalni tok zaščitne naprave za diferenčno tokovno zaščito

$R_a$  ... vsota upornosti ozemljil izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika izpostavljenih prevodnih delov

### ODKLOPNI ČASI

Odklopni časi naprav za samodejni odklop v tokokrogih, ki napajajo vtičnice ali neposredno ročne aparate razreda I ali aparate, ki se med uporabo premikajo ročno, so:

U0 [V]	t[s]
230	0,4
400	0,2

Vse vrednosti ustrezajo navedenemu pogoju.

Pri preverjanju kratkih stikov in zaščiti pred posrednim dotikom, v primeru zaščitne naprave odklopnika, je dovolj, da se zagotovi okvarni tok  $I_a$ , ki je najmanj enak vrednosti toka, ki zagotavlja trenutno delovanje odklopnika; dejansko so časi delovanja odklopnika v glavnem krajši od zahtevanih, s pogojem, da namerno ne kasnijo.

Karakteristika zaščitne naprave je izbrana tako, da se v primeru okvare z zanemarljivo impedanco med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenim prevodnim delom, kjerkoli v inštalaciji, samodejno odklopi napajanje v predpisanem času.

### 7.3.2 Zaščita pred neposrednim dotikom

Zaščito pred neposrednim dotikom zagotovimo z:

- zaščito delov pod napetostjo z izolacijo. Namen zaščitne izolacije je, da prepreči vsak dotik z deli pod napetostjo električne inštalacije. Deli pod napetostjo morajo biti v celoti prekriti z izolacijo, ki jo je možno odstraniti le z uničenjem (kabli in vodniki, naprave razreda II).
- zaščito s pregradami ali okrovi. S to vrsto zaščite dosežemo preprečitev vsakega dotika z deli električne inštalacije pod napetostjo. To pa dosežemo z mehansko zaščito najmanj IP 2X. Če pa so potrebne odprtine večje od odprtin, ki jih dopušča zaščita IP

2X, moramo namestiti opozorilo, da so deli dostopni skozi odprtino pod napetostjo, skupaj z ustreznimi ukrepi za preprečitev naključnega dotika delov pod napetostjo.

Zgornje ploskve pregrad ali okovov, ki so dostopne, morajo imeti zaščito najmanj IP 4X. Nameščene pregrade ali okove je možno odstraniti le:

- s ključem ali orodjem,
- po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ki so zaščiteni s temi pregradami ali okovi, s tem da je ponovno napajanje možno šele po njihovi ponovni namestitvi,
- če se vstavi druga pregrada, ki zagotavlja stopnjo zaščite najmanj IP 2X in ki preprečuje vsak dotik delov pod napetostjo, ki pa se da odstraniti samo s ključem ali orodjem.

#### 7.4 Zaščita pred padci napetosti

V skladu s tehničnimi normativi za nizkonapetostne električne inštalacije dovoljeni padec napetosti med napajalno točko električne inštalacije in katerokoli drugo točko ne sme biti glede na nazivno napetost električne inštalacije večji od naslednjih vrednosti:

- 3% za razsvetljavne tokokroge in 5% za druge tokokroge, če se električna inštalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja.
- 5% za razsvetljavne tokokroge in 8% za druge tokokroge, če se električna inštalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

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

Padec napetosti preverjamo po naslednji formuli:

$$\Delta U = \frac{P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2} \cdot 100\%$$

Pri tem je:  $I_b$  ... fazni tok skozi breme  
 $l$  ... dolžina kabla  
 $\lambda$  ... faktor, odvisen od vrste kovine  
 $\Delta U$  ... procentualni padec napetosti

Uporabili smo fazni tok skozi breme brez upoštevanja  $\cos\phi$ , kar nam povzroči še neugodnejši rezultat. Izračunali smo padce od priključne omare do razdelilne omarice in do porabnika. Ugotovimo, da noben električni tokokrog ne presega dovoljenega padca napetosti.



## 8 KONTROLA KABLA IN ZAŠČIT V SKLADU S TOČKO 7

omara:		KPMO		Znno= 0,3																					
tkg	dovod	št žic	presek	U(V)	fi	cosf	P(kW)	lb	ln	lz	1,45*Iz	k	I2	1,45*Iz/k	L	t	Zk	lk	k	Smin	tiz	la	Zk*la	I	DU
		4	70	400	1	0,95	12,90	19,60	50	70	101,50	1,60	80,00	63,44	60	0,19	0,3476	631,1	74	3,7	0,67	200,0	69,52	36	0,38
RG		4	35	400	1,00	0,95	12,90	19,60	35	42	60,90	1,45	50,75	42,00	30	0,19	0,3306	663,6	115	2,5	0,37	140,0	46,29	56	0,25
RS		4	6	400	1,00	0,95	6,00	9,12	20	42	60,90	1,45	29,00	42,00	50	0,19	0,5976	367,1	115	0,0	0,04	80,0	47,81	56	1,12