

### 3.1.2. KAZALO NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME Št.: 55/19

- 3.1.1. Priloga 1B Naslovna stran načrta
- 3.1.2. Kazalo vsebine načrta
- 3.1.3.1. Tehnično poročilo
- 3.1.3.2. Izračuni
- 3.1.4. Projektantski popis materiala in del
- 3.1.5. Risbe:
  - 01 Tloris Pritličja – Elektroinstalacije – Razsvetljava, Moč, Šibki tok
  - 02 Tloris Galerije – Elektroinstalacije – Razsvetljava, Moč, Šibki tok
  - 03 Situacija – Elektroinstalacije – Razsvetljava, Moč, Šibki tok
  - 04 Enopolna shema razdelilca RG
  - 05 Enopolna shema razdelilca R-HA
  - 06 Enopolna shema razdelilca R-KL-1
  - 07 Enopolna shema razdelilca R-KL-2
  - 08 Enopolna shema razdelilca RD
  - 09 Razvod univerzalnega ožičenja
  - 10 Razvod instalacije ODT in PPL

### **3.1.3.1. TEHNIČNO POROČILO**

Projekt je izdelan na osnovi projektne naloge, gradbeno arhitektonskih podlog ter v skladu s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Ur.l. RS, št. 41/2009), po veljavni Tehnični smernici za nizkonapetostne električne instalacije TSG-N-002:2013, v skladu s Pravilnikom o požarni varnosti v stavbah (Ur.l. RS, št. 31/2004, 10/2005, 83/2005 in 14/2007), po veljavni Tehnični smernici TSG-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah, ter v skladu s Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.l. RS, št. 28/2009), po veljavni tehnični smernici TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele.

Vsa dela morajo biti izvedena po veljavnih tehniških predpisih z upoštevanjem predpisov in pravil o varnosti pri delu.

### **NAPAJANJE, RAZSVETLJAVA IN MOČ**

Instalacija jakega toka se naredi po naslednjem opisu:

#### **NAPAJANJE**

Napajanje predmetnega dela objekta se izvede iz obstoječega razdelilca. Priključna moč se ne spremeni.

#### **GLAVNI RAZDELILEC**

Za napajanje porabnikov se izvedejo razdelilci R-HA, R-KL-1, R-KL-2 ter predela oz. dogradi obstoječa razdelilca RG in RD.

#### **POLAGANJE INSTALACIJ**

Instalacije se bodo izvedle podometno in nadometno. Instalacije bodo izvedene z vodniki tipa NYM-J 2x1,5mm<sup>2</sup>, 3x1,5mm<sup>2</sup>, 3x2,5mm<sup>2</sup>, 5x2,5mm<sup>2</sup>, 5x16mm<sup>2</sup>. Vsi kabli morajo ustrezati razredu Cca.

#### **RAZSVETLJAVA**

Razsvetljava se izvede glede na zahteve po osvetljenosti po standardu SIST EN 12464 ter SIST EN 12465 ter po zahtevah arhitekta ter investitorja.

Prižiganje razsvetljave se izvede preko KNX stikal lokalno ob vratih. Prižiganje razsvetljave bo tudi omogočeno preko vmesnika za Pametne telefone, Tablice ali PC.

Predela se obstoječi razdelilec RD, kjer se doda DALI krmilnike za upravljanje razsvetljave in zamenja obstoječe varovalke tokokrogov razsvetljave, kot je prikazano v enopolni shemi.

Vsi kabli morajo ustrezati razredu Cca.

Razmestitev in tip svetil je razvidna iz načrtov elektroinstalacij - razsvetljave.

## **INSTALACIJA STALNIH PRIKLJUČKOV IN VTIČNIC**

Vtičnice in stalni priključki v predmetnem objektu bodo v nadometni in podometni izvedbi.. Število in mesto vtičnic je razvidno iz tlorisov, prav tako mesto stalnih priključkov. Vtičnice se montirajo na višini 0.5, m oz. na višini, ki je posebej opisana v tlorisih. Vsi kabli morajo ustrezati razredu Cca.

Preseki vodnikov za vtičnice in ostale priključke so razvidni iz enopolne sheme oziroma iz načrtov elektroinstalacij.

## **INSTALACIJA ODT in PPL**

Izvede se instalacija ODT (odvod dima in toplote) in sicer z ognjeodpornimi kabli za odpiranje kupol, ter pogon požarnih loput. Omenjene instalacije se poveže na centralo za ODT. Tipke za izklop v sili se montirajo v pritličju.

## **IZENAČEVANJE POTENCIALOV**

V objektu se bo v skladu z SIST HD 60364-5-54 izvedlo glavno izenačevanje potencialov. Za glavno izenačenje potencialov v zgradbi se izvede glavna ozemljitvena zbiralnica (GIP). Nanjo bo vezano naslednje:

- glavni ozemljitveni vod
- glavni PEN ali PE vodnik
- glavni vodniki za izenačevanje potenciala, ki povezujejo:  
posamezne omarice za izenačevanje potenciala kovinskih mas in strojev,
- glavne cevi vodovoda,  
kanalizacije
- centralne kurjave
- druge večje kovinske mase v zgradbi

Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom zgradbe, ki služi kot zaščitno ozemljilo.

## **SISTEM NAPAJANJA ELEKTRIČNE INSTALACIJE**

V zgradbi bo izveden TN sistem napajanja glede na ozemljitev električne instalacije, kar pomeni: zaščitna točka sistema električnega napajanja bo direktno ozemljena v TP. V isti točki bodo s pomočjo zaščitnih vodnikov PE (rumeno zelene barve) ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli (ohišja električnih naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd..).

Vsi zaščitni vodniki bodo dodatno ozemljeni pri vhodu električne instalacije v zgradbo (glavno izenačenje potencialov).

Pred pričetkom obratovanja bo vsa instalacija pod napetostjo preizkušena, če ustreza pogojem sistema za zaščito pred el. udarom, oz. če so vsi ukrepi izbranega sistema zaščite pred električnim udarom izpolnjeni.

## **SPLOŠNO**

Vsi stikalni bloki in aparati bodo označeni z oznakami navedenimi v načrtih. Priključni kabli bodo na obeh priključnih mestih označeni z oznako kabla. Oznake kablov bodo trajne in na vidnem mestu.

## PRENAPETOSTNA ZAŠČITA

Za zaščito električne opreme pred prenapetostmi se uporabljajo prenapetostne zaščitne naprave. Njihova osnovna naloga je, da omejujejo višino prenapetosti na čim nižjo raven oz. na raven, ki ni nevarna za uničenje opreme in poškodovanja ljudi.

Prenapetosti se lahko pojavijo zaradi direktnega udara strele in raznih stikalnih manipulacij.

Prenapetostni odvodniki razreda SPD Type 1 (razred B) se vgradijo v glavne NN omare.

Prenapetostni odvodniki razreda SPD Type 2 (razred C) se vgradijo v vse podrazdelilne omare.

Prenapetostni odvodniki razreda SPD Type 3 (razred D) se vgradijo pri končnih porabnikih oz. pri pomembnih električnih porabnikih (varnosti sistemi, CNS sistemi in ostala oprema od pomembnega značaja za objekt).

## ZAŠČITA pred električnim udarom

Zaščita pred neposrednim dotikom se doseže z izolacijo in okrovi.

Zaščitni ukrep proti udaru električnega toka bo izveden s samodejnim odklopom napajanja (v konkretnem primeru FID stikalo).

Električna instalacija bo izvedena v TN sistemu. Pogoji za uspešno delovanje zaščite je:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

kjer pomeni:

$Z_s (\Omega)$ ... skupna impedanca tokokroga, ki vsebuje izvor, prevodnik pod napetostjo do točke okvare in zaščitni prevodnik od izvora do točke okvare

$U_o (V)$ .. nazivna napetost proti zemlji

$I_a (A)$ .... tok, ki garantira delovanje zaščitne naprave za avtomatski izklop v času določenim po standardu:1. JUS. N.B2. 741

ad1. Izklopilni časi po JUS. N. B2 741 za eksplozijsko neogrožene prostore:

- za fiksno priključene porabnike

$T_{izk} = 5 \text{ s}$  (točka 5.1.3.4)

- za vtičnico in fiksno priključene prenosne porabnike

$T_{izk}$  = po tabeli 1 (točka 5.1.3.6 stran 10)

$U_o (V)$	$t (s)$
120	0,8
230 ali 220	0,4
400 ali 380	0,2
Nad 400	0,1

## PRESKUŠANJE

Elektroenergetski postroji so sestavljeni iz razdelilnih omar in posameznih naprav, ki so vgrajene vanjo. Preverjanje samih naprav mora biti opravljeno pred vgradnjo, po veljavnih standardih in predpisih - SIST HD 60364.

Kosovni preizkusi:

- dielektrični preizkusi,
- funkcionalni preizkusi in
- preizkusi vzdržne napetosti vseh naprav (razen elektronskih).

Preizkusi na mestu vgradnje:

- pregled pravilnosti montaže,
- pregled oznak elementov kot so omare, plošče, stikalne naprave ipd. in njihova razporeditev,
- pregled kabelskih povezav in priključkov in preverjanje ustreznih razdalj med vodniki, preverjanje izolacijskih stopenj,
- preizkus pravilnega delovanja vseh zaščitnih elementov,
- preizkus delovanja vseh krmiljenj, blokad, alarmov in indikacij,

Poleg zgoraj naštetih preskusov za stikalno omaro, morajo biti izvedena tudi preskušanja krmiljenja in signalizacije, saj mora biti delovanje naprav zanesljivo. Preveriti je potrebno tudi vse kabelske povezave.

### 3.1.3.2. IZRAČUNI

#### Bilanca moči

Potrebna moč za posamezne skupine porabnikov se izračuna po formuli:

$$P_v = \frac{P_i \cdot n \cdot k_u \cdot k_s}{\cos \varphi}$$

$P_i$	(kW)	- inštalirana moč porabnika
$n$		- število porabnikov
$k_u$		- faktor obremenitve
$k_s$		- faktor istočasnosti
$\cos \varphi$		- faktor moči
$\eta$	(Ω/km)	- faktor izkoristka

Konična moč za medsebojni faktor istočasnosti vseh skupin – porabnikov, je izračunana po formuli:

$$P_k = \sum P_v \cdot f_i$$

## Izračun kratkega stika in padca napetosti

Izračun je bil opravljen s pomočjo programske opreme za projektiranje nizkonapetostne mreže in izračun kratkih stikov ECODIAL3, proizvajalca Schneider Electric.

Pri izračunu programska oprema upošteva IEC norme in CENELEC računske standarde.

Za dimenzioniranje opreme v postroju je merodajen največji tok kratkega stika, tj. tok tripolnega kratkega stika na zbiralkah 0,4 kV stikalnih omar, za preverjanje zaščite prevodnikov in zaščite pred nevarnimi napetostmi dotika pa so merodajni minimalni tokovi kratkega stika.

Izračunane vrednosti predstavljajo mejo, na katero se mora dimenzionirati vsa stikalna oprema in zbiralke v razdelilnih omarah, oz. prva naslednja oprema z večjo standardizirano vzdržnostjo.

Izveden bo TN-C-S ozemljitveni sistem električnih inštalacij.

## Izračun kratkega stika

- Maksimalni tokovi tripolnega kratkega stika, ki so merodajni za izbiro opreme so računani z neogretimi (hladnimi) kabli.
- Minimalni tokovi dvopolnega kratkega stika so računani s povečanim delovnim uporom kabla zaradi ogrevanja in so merodajni za izbiro zaščite. V izračunu je vzet faktor 0,95, ki upošteva rezervo v točnosti odrejanja minimalnih tokov KS.
- Minimalni tokovi zemeljskega stika (tj. enopolnega zemeljskega stika), so računani s povečanim delovnim uporom kabla zaradi ogrevanja in so merodajni za izbiro zaščite. V izračunu je vzet faktor 0,95, ki upošteva rezervo v točnosti odrejanja minimalnih tokov KS.
- Minimalni tokovi zemeljskega (enopolnega kratkega stika) porabnika so v conah nevarnosti računani z neogretimi kabli in s faktorjem varnosti 0,8.

Največji tok tripolnega kratkega stika je določen po formuli:

$$I_{K3MAX} = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_T + \Sigma R_V)^2 + (X_T + \Sigma X_V)^2}}$$

Največji tok enopolnega kratkega stika je določen po formuli:

$$I_{K1MAX} = \frac{1,1 \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{(R_T + 2 \cdot \Sigma R_V + \Sigma R_0)^2 + (X_T + 2 \cdot \Sigma X_V + \Sigma X_0)^2}}$$

Najmanjši tok dvopolnega kratkega stika je določen po formuli:

$$I_{K2MIN} = \frac{0,95 \cdot U}{2 \cdot \sqrt{(R_T + \Sigma R_V)^2 + (X_T + \Sigma X_V)^2}}$$

Najmanjši tok enopolnega kratkega stika za porabnike v coni eksplozijske nevarnosti je določen po formuli:

$$I_{K1MIN} = \frac{0,95 \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{(R_T + R_{T0} + 2 \cdot \Sigma R_V + \Sigma R_{V0})^2 + (X_T + X_{T0} + 2 \cdot \Sigma X_V + \Sigma X_{V0})^2}}$$

Najmanjši tok dvopolnega kratkega stika za porabnike v coni eksplozijske nevarnosti je določen po formuli:

$$I_{K2MIN} = \frac{0,8 \cdot U}{2 \cdot \sqrt{(R_T + \Sigma R_V)^2 + (X_T + \Sigma X_V)^2}}$$

Najmanjši tok enopolnega kratkega stika je določen po formuli:

$$I_{K1MIN} = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{(R_T + R_{T0} + 2 \cdot \Sigma R_V + \Sigma R_{V0})^2 + (X_T + X_{T0} + 2 \cdot \Sigma X_V + \Sigma X_{V0})^2}}$$

## Zaščita kablov pred preobremenitvijo in kratkostičnimi tokovi

Upoštewane so zahteve :

Standard SIST HD 384.4.43

Standard SIST HD 384.5.52

So narejeni po naslednjih enačbah:

- (1) pogoji zaščite pred preobremenitvijo  $I_N (I_B) \leq I_{NZU} \leq I_Z$   
nazivni tok naprave  $I_N (I_B)$  je manjši od nazivnega (uravnane) toka zaščitne naprave  $I_{NZU}$ , ki je manjši od dovoljenega toka kabla  $I_Z$ .
- (2) pogoj delovanja zaščite  $I_{kmin} \geq 1,5 \cdot I_a$  za elektromagnetne sprožilce oz. za talilne varovalke  $I_{kmin} \geq I_a$   
tok delovanja naprave za izključitev  $I_a$  v predvidenem času  $t$  je odčitán iz karakteristike zaščitne naprave - varovalke zaščitnega stikala ali avtomatske varovalke.  
Predpisani časi  $t$  so za nazivno napetost proti zemlji  $U_0=230$  V:
  - 0,1 s za naprave v coni nevarnosti
  - 0,2 s za vtičnice in ročne prenosne aparate
  - 5 s za napajalne tokovne kroge ali tokovne kroge, ki napajajo neprenosne aparate (porabnike)
- (3) pogoj za zaščito pred kratkostičnimi tokovi je, da je čas izključitve zaščitne naprave krajši od časa, v katerem kratkostični tok dvigne temperaturo prevodnika da najvišje dovoljene vrednosti
 
$$t_{ZU} \leq t_{MAX} = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_D^2} \quad (s) \quad k=115 \text{ za PVC izolacijo}$$
- (4) za čas izključitve zaščitne naprave, ki je krajši od 0,1s se mora izpolniti
 
$$(I^2 \cdot t)_{zaščitna naprava} \geq (I^2 \cdot t)_{kabela} \quad (kA^2s).$$
 Podatki za  $I^2 \cdot t$  za zaščitne naprave in kable so iz kataloga proizvajalca.

## Kontrola zaščite pred indirektnim dotikom

Upoštewane so zahteve :

Standard SIST HD 384.4.41

Ker je kot zaščita pred indirektnim dotikom predviden TN-C-S sistem ozemljitve, se mora opraviti kontrolo učinkovitosti izklapljanja zaščitnih naprav. To bo zagotovljeno, če bo izpolnjen pogoj:

$$Z_S \cdot I_a < U_0$$

Upor zanke: 
$$Z_S = \frac{\sqrt{(R_T + R_{T0} + 2 \cdot \Sigma R_V + \Sigma R_{V0})^2 + (X_T + X_{T0} + 2 \cdot \Sigma X_V + \Sigma X_{V0})^2}}{3}$$

Tok delovanja izključitvene naprave  $I_a$  v času  $t$  je odvisen od karakteristike zaščitne naprave - varovalke, zaščitnega prekinjala ali avtomatske varovalke. Pri uporabi zaščitne naprave na diferenčni tok (RCD), je potrebno opraviti kontrolo učinkovitosti izklapljanja. To bo zagotovljeno, če je izpolnjen pogoj:

$$R_A \cdot I_a \leq 50$$

Upor ozemljitve in zaščitnega prevodnika mase  $R_A$  je manjši od  $1 \Omega$ , tok okvare (občutljivost zaščitne naprave)  $I_a = 0,03$  A. Pri tem je izpolnjen zgornji pogoj. Čas delovanja zaščitne naprave je po karakteristikah krajši od 0,1 s.



## Izračun padca napetosti

Izračun padca napetosti je narejen za najneugodnejše tokovne kroge elektromotornih pogonov, razsvetljave in drugih porabnikov. Izračun je narejen pri normalnem obratovanju in pri startu. (Izračun padca napetosti je narejen za najdaljši kabelski vod). Skupni padec napetosti je vsota padcev napetosti, od nizkonapetostnega razvoda TP do porabnika - elektro-motorja, določeni po formulah: normalni pogon:

$$\Delta u \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_m \cdot l \cdot 100}{U} \cdot (r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

start:

$$\Delta u_s \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{sm} \cdot l \cdot 100}{U} \cdot (r \cdot \cos \varphi_s + x \cdot \sin \varphi_s)$$

Padec napetosti pri vklopu elektromotorja ne sme prekoračiti vrednosti, pri kateri se zmanjšuje moment motorja toliko, da ogroža zanesljiv zagon motorja. Elektromotor se mora z gnanim strojem varno zagnati tj. zagonski moment se ne sme zmanjšati za več kot 10%. Maksimalni padec napetosti pri zagonu se določi po formuli

$$\Delta u \% \leq \left( 1 - \sqrt{\frac{M_n}{0.9 \cdot M_k}} \right) \cdot 100$$

Za elektromotor za pogon črpalke, znaša maksimalni padec napetosti pri razmerju momenta 1,6 (minimalno razmerje po IEC-u) 16,7%

Padec napetosti do svetilke ali grelca - enofazni porabnik, se računa po formulah: normalni pogon:

$$\Delta u \% = \frac{2 \cdot I \cdot l \cdot 100}{U} \cdot (r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

start:

$$\Delta u_s \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_s \cdot l \cdot 100}{U} \cdot (r \cdot \cos \varphi_s + x \cdot \sin \varphi_s)$$

Dovoljen padec napetosti tokovnega kroga je za ostale porabnike (vtičnice, grelci) 5%, za razsvetljavo pa 3%.

Oznake uporabljene v formulah so:

$\Delta u \%$	-	padec napetosti pri normalnem delovanju
$\Delta u_s \%$	-	padec napetosti pri startu
$I_m$ (A)	-	nazivni tok motorja
$I$ (A)	-	skupni tok
$I_{sm}$ (A)	-	zagonski tok motorja
$U$ (V)	-	nazivna napetost tokovnega kroga (400 V ali 230 V)
$l$ (m)	-	dolžina kabla
$r$ (Ω/km)	-	realna upornost kabla na 1 km dolžine
$x$ (Ω/km)	-	induktivna upornost kabla za 1 km dolžine
$\varphi$	-	fazni kot med napetostjo in tokom
$\varphi_s$	-	fazni kot pri startu motorja

## Glavno izenačevanje potencialov

Za glavno izenačevanje potencialov v zgradbi je predvidena ozemljitvena zbiralnica, nameščena v bližini nizkonapetostne plošče. Nanjo je vezano naslednje:

- glavni ozemljitveni vod
- glavni PEN ali PE vodnik
- glavni vodniki za izenačevanje potenciala, ki povezujejo glavne cevi vodovoda, kanalizacije, centralne kurjave, plina, kanale za prezračevanje in druge večje kovinske mase v zgradbi. Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom zgradbe, ki je predviden kot združena zaščita in strelovodna ozemljitev.

## ŠIBKOTOČNA INSTALACIJA

### Telefonska inštalacija in Internet (univerzalno ožičenje)

Dovod šibkotočnih priključkov se izvede iz obstoječe KV omarice, kot je prikazano v načrtih elektroinstalacij. Od obstoječe KV omarice do posameznih vtičnic RJ45 se položi kabel UTP Cat6.