

1. PROJEKTNA NALOGA

Izdelati je potrebno projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja za zunanji NN priključek in instalacije objekta

Ureditev športnega igrišča z objektom

za investitorja:

Občina Šoštanj, Trg svobode 12, 3325 Šoštanj

Projekt naj vsebuje NN kabelski priključek objekta na električno omrežje in notranje instalacije.

2. SPLOŠNO

Vsa instalacija mora biti izvedena po veljavnih predpisih in normativih.

Pri projektiranju je upoštevana smernica TSG-N 002:2013 in TSG-N 003:2013

Pred pričetkom montažnih del je izvajalec dolžan preveriti to dokumentacijo in če ugotovi, da so potrebna kakršna koli odstopanja, mora o tem obvestiti nadzorni organ. V primeru večjih odstopanj je potrebno soglasje investitorja in projektanta. Ves uporabljeni material mora ustrezati veljavnim tehničnim predpisom in mora izvajalec oz. dobavitelj opreme dobaviti investitorju ustrezne ateste. Izvajanje montažnih del je treba uskladiti z ostalo montažo in gradbenimi deli. Po izvršeni montaži je izvajalec dolžan izvršiti preizkuse in meritve po veljavnih predpisih.

3. ENERGETSKA SITUACIJA

Investitor bo zgradil objekt k obstoječemu športnemu igrišču. Maksimalna moč objekta bo znašala $P_{max} = 16kW$. Maksimalna moč porabnika bo znašala 4000 W.

Meritve električne energije se bodo izvedle z dvotarifnim trifaznim števcem delovne energije ZMXi320cpu1L1D3 v obstoječi kabelsko priključni omarici.

V to omarico, ki jo je treba predelati, bodo vgrajene tarifne varovalke **NV 3x25A**.

Električna instalacija objekta mora izpolnjevati pogoje za TT sistem napajanja.

Objekt mora biti ozemljen z ozemljilom okoli objekta in mora imeti izvedeno glavno izenačevanje potencialov.

4. NN PRIKLJUČEK

4.1 Priključitev objekta

Do obstoječe PS-PMO je položen obstoječ kabel EAY2Y-J 4x70mm² in se nadaljuje proti zaselku. V obstoječi števecni omarici se nahaja števec za sosednje skladišče Andrejc. V spodnjem delu je vgrajeno PPI podnožje s tarifnimi varovalkami 3x25A.

Obstoječa PS-PMO se preuredi. Odstrani se preklopna ura. Obstoječ števec se prestavi bolj levo na montažni plošči.

V spodnjem delu omarice se odstrani obstoječe D0 varovalčno podnožje, sponke, PPI podnožje za obstoječe tarifne varovalke 3x25ANV. Pe in N zbiralka se montirata horizontalno v spodnji desni vogal.

V zgornjem delu se prigradi nov števec ZMXi320cpu1L1D3 za meritve obravnavanega objekta.

V spodnjem delu omarice se montira zbiralni sistem za vel. 00 na izolatorskih nosilcih in zaščiti pred dotikom na mestu priklopa obeh obstoječih kablov. Omenjena dovod in odvod se namesto na PPI podnožju sedaj priključita na zbiralkah.

Na zbiralni sistem se montirajo dva varovalčna ločilnika 00 160A, v katera se vgradijo obstoječe tarifne varovalke 3x25A ter nove tarifne varovalke 3x25A za objekt igrišča.

Zraven se montirajo prenapetostni odvodniki 30kA, ki se priključijo preko zbiralnega sistema.

Investitor mora najmanj osem dni pred pričetkom del pisno obvestiti pristojnega systemskega operaterja o lokaciji ter datum začetka gradnje.

V bližini el. vodov in naprav je potrebno upoštevati veljavne varnostne in tehnične predpise.

Vsi stroški popravil poškodb, ki bi nastali na el. vodih kot posledica gradnje objekta, bremenijo investitorja predmetnih del.

Po položitvi kablov je potrebno izdelati natančen izvršilni načrt (geodetski posnetek) njihove položitve in ga predložiti na tehničnem pregledu.

5. IZRAČUNI

5.1 Dimenzioniranje dovodnih kablov

Obstoječ dovodni kabel iz TP Lajše bo dodatno obremenjen z max. 25A.

5.2 Kontrola padcev napetosti:

Odjem na obstoječem dovodnem kablu se poveča za

$$P = 16000W$$

$$U = 400 V$$

$$S = 70 \text{ mm}^2$$

$$r = 0,443 \Omega/\text{km}$$

$$\Delta u_1 = \frac{P[\text{kW}] \cdot l[\text{km}]}{10 \cdot U^2[\text{kV}]} r = \frac{16 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 0,4^2} 0,443 = 1,3\%$$

Za tolikšno vrednost se poveča skupen padec napetosti na obstoječem dovodnem kablu.

5.3 Kontrola učinkovitosti zaščitnega ukrepa za **dovodni kabel od KPMO do T.P.**

Obstoječ dovodni kabel iz TP se ne spreminja. Impedanca omrežja in izklopni tok v primeru enoponega kratkega stika v PS-PMO ostajata ista. Pogoji za izklop zablja v TP na 100A varovalkah za obravnavani izvod je bil izpolnjen pred posegom in se s posegom ne spreminja.

3.5 Izračun časa segrevanja kabla do izklopa

Isto kot pri izračunu kratkostičnega toka velja za čas segravnja so izklopa vgrajene varovalke v TP za varovanje obstoječega NN kabla.

Pogoj je bil izpolnjen pred posegom in bo ostal izpolnjen.

5.4 Kontrola učinkovitosti zaščite pred preobremenitvijo:

Za zaščito pred preobremenitvijo dovodnega kabla so izbrane talilne varovalke v TP. Te morajo biti sposobne izklopiti vsak preobremenitveni tok v kablu, preden to povzroči segretek, škodljiv za izolacijo, spoje, kontakte in okolje.

Delovna karakteristika varovalke mora izpolniti dva pogoja:

$$1.) IB < In < Iz$$

$$2.) I2 < 1,45 \times Iz$$

Oznake pomenijo:

IB - bremenski tok za katerega je tokokrog namenjen

Iz - trajni zdržni tok vodnika ali kablov

In - nazivni tok zaščitne naprave (varovalke)

I2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje varovalke

Bremenski tok je odvisen od števila porabnikov, priključenih na NN izvod (ki ga varujemo z NV 100A v TP) in njihove maksimalne moči in faktorja prekrivanja.

$$1.) IB < In < Iz$$

$$IB < 100 < 148 \text{ (A)}$$

$$2.) I_2 < 1,45 \times I_z$$

$$I_2 = k \times I_n = 1,6 \times 100A < 1,45 \times 148A$$

$$I_2 = 160A < 214A$$

Dovodni kabel bo zdržal bremenski in izklopilni tok.

4.8 Izračun ozemljitvene upornosti

Ozemljilo bo v položeno v obliki traku v zemljo nad sekundarnim kablom. Ozemljilo se pred objektom veže na ozemljilo objekta in v bližini PSO na ozemljitev okrog igrišča, na katerega se priključijo kandelabri in ograja. Nadomestno specifično upornost tal ocenimo na 150 Ω m.

Fe / Zn 25 x 4 mm²

$$\rho = 150 \Omega m$$

$$l = 18 m$$

$$a = 0.025 m$$

$$h = 0.8 m$$

Upornost razprostiranja :

$$R_r = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{a \cdot h} \quad (\Omega)$$

$$R_r = \frac{150}{2 \cdot \pi \cdot 180} \ln \frac{2 \cdot 180^2}{0.025 \cdot 0.8} = 2 \Omega < 5 \Omega$$

Na to ozemljitev se vežejo prenapetostni odvodniki v PS-PMO.

6. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Posebej je potrebno poudariti, da je obstoječe NN omrežje napajalne TP usposobljeno za TN sistem napajanja.

Zaščita pred prenapetostmi

Za zaščito projektiranega NN izvoda pred prenapetostmi je potrebno namestiti prenapetostne odvodnike 0,5kV/30kA v kabelsko priključno omarico.

Odvodi odvodnikov prenapetosti morajo biti povezani na ozemljila, katerih prehodna upornost ne sme presegati vrednosti $R_z < 5 \Omega$. Ob izvedbi skladno z opisom bo ta pogoj v vseh primerih zanesljivo izpolnjen.

Obratovalna ozemljitev:

Ozemljitev nevtralnega vodnika (N) napajalnega kabla mora biti izvedena v KPMO. Vrednost prehodne upornosti posameznega ozemljila ne sme presegati vrednosti $R_o < 2,26 \Omega$ pri TP in $R_o < 5 \Omega$ v KPMO.

Ozemljitev mora biti povezana na eventualno izvedena strelvodna ozemljila in na vse kovinske mase v zemlji. Izvedena mora biti s pocinkanim jeklenim valjancem 25 x 4 mm. Vse kovinske mase morajo med seboj tvoriti zanesljivo galvansko zvezo.

6.1 INSTALACIJE OBJEKTA

Napajanje objekta

Od PS-PMO, kjer se dogradi nov števec za obravnavani objekt, se priključi sekundarni kabel NYY-J 5x10mm², ki se položi do obstoječe prostostoječe omarice do razdelilca v objektu. Kabel se polaga v stigmaflex 50mm v zemljo na peščeno posteljico in pod povozinimi površinami se obbetonira.

Glavni razdelilec v objektu ima predvideno glavno stikalo za izklop objekta. Iz tega razdelilca se za varovalkami 3x20A priključi vtično gnezdo, ki se postavi kot prostostoječa omarica s ključavnico ob najbližjem kandelabru razsvetljave igrišča. Vtično gnezdo se iz razdelilca objekta napaja s NYY-J 5x6mm² v stigmaflex 50mm.

Oba razdelilca imata vgrajen FID ter avtomatske varovalke.

Vtičnice in moč

Na označenih lokacijah se montirajo enofazne vtičnice na 0,5m na čimveč ločenih tokokrogov zaradi kasnejšega priklopa el. radiatorjev. Za štedilnik se izvede fiksni priključek. Pri kuhinjskem pultu ter zunaj se vtičnice montirajo na 1,2m in naj imajo pokrov. Enako naj imajo pokrov vtičnice, ki se montirajo v kargerobah na 0,5m.

Razsvetljava

Za razsvetljavo v objektu se za sanitarije in garderobe na strop montirajo plafoniere na označenih lokacijah. V skupnem prostoru in v zunanjem prostoru za druženje se montirajo fluo ali LED primerljive svetilke.

Na fasadi se montirajo svetilke na fasadi. Svetilka na fasadi bočno se prižiga s senzorjem gibanja, svetilke na daljši fasadi se prižgejo ročno ali preko zatemnilnega stikala. >Svetilke v objektu se prižigajo lokalno s stikali na 1,2m.

Varnostne razsvetljave NI potrebno urediti v skladu s tabelo 16 TSG 2010, je pa predvideno nekaj svetilk za varen izhod objekta.

Instalacija šibkega toka

V zid skladišča se vgradi komunikacijska omarica kot npr. Monel Pro STK-12. V njo se vgradita dve šuko vtičnici in 4-portni 1G switch. Od omarice se do izven utrjenega terena izvede satigmaflex cev 40mm.

Iz KOM omarice se povežejo žarkasto UTP cat. 6 kabli do vseh RJ 45 vtičnic v objektu.

Protivlomna centrala h se priključi v KOM omarici na pach panelu in montira ob omarici v skladišču.

Ob vhodih se na 1,5m montirata šifradorja za aktivacijo protivlomne centrale. Ta dobi napajanje iz KOM omarice, prav tako UTP kabel za signalizacijo.

Iz centrale se žarkasto v i.c. 16mm uvleče alarmni kabel 2x0,75mm+4x0,22mm do posameznega sensorja gibanja in do šifradorjev. Kabel Liycy 3x0,75mm se položi za napajanje hupe.

Pred uvlačenjem kablov naj investitor določi tip alarmne naprave in s tem ustrezne kable.

Strelovod in ozemljilo:

Na objektu se izvede strelovodna naprava. Za lovilno mrežo se na streho montira Al žica fi 8mm na strešne in slemenske podpore. Odvodi so Al žica fi 8mm do merilnega stika od tam pa do zemlje pa valjanec Fe/Zn 20x3 mm. Odvodi se izvedejo nadometno, pritrjeni z zidnimi podporami na vsak 1m. Merilni stiki se izvedejo v višini 1,8 m od tal, nadometno. Odvodov in merilnih stikov mora biti 4.

Ozemljilo je vod, Fe/Zn 25x4 mm položen v zemljo okoli objekta.

Z ozemljilom je potrebno povezati Pe zbiralko v razdelilcu preko GIP doze, v katero se povežejo s P/F 6mm² žico vse kovinske mase v objektu, na ozemljilo pa se z žico H07V-K 6mm² vežejo vsi kovinski okvirji vrat. Prav tako je potrebno na ozemljitev vezati odtočne cevi ki potekajo ob fasadi, vse prezračevalne rešetke, vse vstopajoče kovinske instalacije ter vse ostale večje kovinske mase s pomočjo varjenja ali vijačenja.

7. IZRAČUNI

7.1 Izračun osvetljenosti

Potrebna osvetljenost je določena po priporočilih JKO glede na to, kakšna dela se bodo opravljala določenem prostoru.

Za osvetlitev igrišča je izveden izračun (v prilogi)

7.2 Dimenzioniranje dovodnih kablov

Maksimalna moč objekta znaša $P_{max} = 16kW$

Maksimalni linijski tok znaša, ob upoštevanju predvidenega in ocenjenega $\cos \varphi = 0,95$:

$$I_m = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} U \cdot \cos \varphi} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 23,4A$$

Za dovod od obstoječe KPMO bo uporabljen kabel NYY-J 5x10mm², ki položen v zemljo trajno prenese tok:

$$I_{dop} = 79 \cdot 0,8A = 63A > I_m = 23,4A$$

Na vtično gnezdo bodo vezani reflektorji igrišča (1700W) ter vtičnice v omarici. Predvidena priključna moč bo znašala 6kW.

$$I_m = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} U \cdot \cos \varphi} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 8,8A$$

Na napajanje vtič. gnezda je iz R-objekta predviden NYY-J 5x6mm², ki zdrži $58 \cdot 0,8 = 46A$

7.3 Kontrola padcev napetosti:

Do priključne omarice do razdelilca objekta investitorja bo položen kabel NYY-J 5x10 mm².

$$P = 16000W$$

$$U = 400 V$$

$$S = 10 mm^2$$

$$l = 75 m$$

$$r = 1,83 \Omega/km$$

$$\Delta u_1 = \frac{P[kW] \cdot l[km]}{10 \cdot U^2[kV]} r = \frac{16 \cdot 75 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 0,4^2} 1,83 = 1,3\%$$

Do glavnega razdelilca je nato predvide kabel NYY-J 5x6mm² do vtičnega gnezda 55m

$$P = 6000W$$

$$U = 400 V$$

$$S = 6 mm^2$$

$$l = 55 m$$

$$r = 1,83 \Omega/km$$

$$\Delta u_2 = \frac{P[kW] \cdot l[km]}{10 \cdot U^2[kV]} r = \frac{6 \cdot 55 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 0,4^2} 1,83 = 0,63\%$$

Od tam do zadnje svetilke poteka kabel NYM-J 3x2,5mm², 10m

$$P = 1000W$$

$$U = 400 V$$

$$S = 1,5 mm^2$$

$$l = 80 m$$

$$r = 12,1km$$

$$\Delta u_4 = \frac{P[kW] \cdot l[km]}{10 \cdot U^2[kV]} r = \frac{1 \cdot 80 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 0,4^2} 12 = 0,6\%$$

Skupen padec napetosti od številne omare do zadnje svetilke na kandelabru znaša $1,3+0,63+0,6 = 2,53\% < 3\%$

7.4 Kontrola učinkovitosti zaščitnega ukrepa za dovodni kabel

Preveriti je treba izklop varovalk v KPMO. Za odklop napajanja (pregoreenje varovalke) je merodajen tok enopolnega kratkega stika z dotikom zemlje.

Impedanca distribucijskega omrežja na priključnem mestu znaša $Z_{nno} = 0,41\Omega$.

V kratkostično zanko se od priključnega mesta v KPO doda še dovodni kabel do razdelilca objekta E-AY2Y-J-4x35mm². V izračunih se predpostavi enopolni kratek stik na sponkah v R. Skupna impedanca kratkostične proge se bo določila po izrazu.

$$Z_{SK} = Z_{NNO} + Z_v,$$

kjer pomenijo:

Z_{SK} - skupna impedanca okvarne zanke (Ω),

Z_{NNO} - impedanca NN omrežja (Ω),

Z_v - impedanca kabla (Ω).

NYY-J - 5 x 10 mm² ; $l = 75$ m; $z = 1,83 \Omega/\text{km}$

$$Z_K = 2 \times r \cdot l = 2 \times 1,83 \Omega/\text{km} \times 0,075 \text{ km} = 0,27 \Omega$$

NYY-J - 5 x 6 mm² ; $l = 55$ m; $z = 3,08 \Omega/\text{km}$

$$Z_K = 2 \times r \cdot l = 2 \times 3,08 \Omega/\text{km} \times 0,055 \text{ km} = 0,33 \Omega$$

$$I_{k1}'' = \frac{0,95 \cdot 230}{0,41 + 0,27 + 0,33} = 216 \text{ A}$$

V Robjekta so predvidene varovalke 20A za napajanje vtičnega gnezda. Varovalke morajo imeti izklopilni tok manjši od toka kratkega stika. To pomeni, da bodo varovalke izklopile v predpisanem izklopilnem času $T_{izk} = 5$ s:

$$I_{a \text{ var.}} < I_{k1}'' \quad (I_{a \text{ var.}} - \text{izklopilni tok varovalke})$$

$$I_{IZ} = 79 \text{ A} > I_K = 216 \text{ A}$$

Varovalka v Robjekta ZADOSTI POGOJU.

3.5 Izračun časa segrevanja kabla do izklopa

Izračunajmo še najdaljši čas, v katerem se dani dovodni kabel segreje do najvišje dovoljene temperature 160° (za kable s PVC izolacijo), če prenaša največji efektivni tok

$$t_{MAX} = \left(k \frac{S}{I_{ef}} \right)^2$$

S – presek vodnika [mm²]

I_{ef} – tok kratkega stika [A]

k - faktor za PVC izolacijo (za Cu: $k = j \cdot 115$; Al: $k = 74$)

$$t_{MAX} = \left(115 \frac{6}{216} \right)^2 = 10 \text{ s} > 5 \text{ s}$$

Kabel bo prenesel tok kratkega stika do izklopa varovalke 20A v Robjekta.

7.5 Kontrola učinkovitosti zaščite pred preobremenitvijo:

Za zaščito pred preobremenitvijo dovodnega kabla so izbrane talilne varovalke v TP. Te morajo biti sposobne izklopiti vsak preobremenitveni tok v kablu, preden to povzroči segretek, škodljiv za izolacijo, spoje, kontakte in okolje.

Delovna karakteristika varovalke mora izpolniti dva pogoja:

1.) $I_B < I_n < I_z$

2.) $I_2 < 1,45 \times I_z$

Oznake pomenijo:

IB - bremenski tok za katerega je tokokrog namenjen

Iz - trajni zdržni tok vodnika ali kablov

In - nazivni tok zaščitne naprave (varovalke)

I2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje varovalke

1.) $IB < In < Iz$

$$23,4 < 25 < 63 \text{ (A)}$$

2.) $I2 < 1,45 \times Iz$

$$I2 = k \times In = 1,6 \times 25A < 1,45 \times 63A$$

$$I2 = 40 \text{ A} < 91A$$

Dovodni kabel do R objekta bo zdržal bremenski in izklopilni tok.

7.6 Izračun strelovodne ozemljitve

Ozemljilo bo v položeno v obliki traku v zemljo okrog objekta. Nadomestno specifično upornost tal ocenimo na $200 \Omega \text{ m}$.

Fe / Zn $25 \times 4 \text{ mm}^2$

$$\rho = 200 \Omega \text{ m}$$

$$l = 90 \text{ m}$$

$$a = 0.025 \text{ m}$$

$$h = 0.8 \text{ m}$$

Upornost razprostiranja :

$$R_r = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{a \cdot h} \quad (\Omega)$$

$$R_r = \frac{200}{2 \cdot \pi \cdot 90} \ln \frac{2 \cdot 90^2}{0.025 \cdot 0.8} = 4,8$$

Pri udaru strele je merodajna udarna upornost, ki pa jo izračunamo:

$$R_u = K \times R_r = 1,70 \times 4,8$$

$$R_u = 8 \Omega < R_{dop} = 20 \Omega$$

Ozemljitvena upornost bo predvidoma v dovoljenih mejah.

8. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Kot dodatni zaščitni ukrep pred električnim udarom je uporabljeno tokovno zaščitno stikalo na diferenčni tok $0,03A$.

Vsa kovinska ohišja električnih porabnikov se povežejo z zaščitnim vodnikom rumeno zelene barve, ki se v razdelilcih veže na zaščitno zbiralko. Zaščitno zbiralko povežemo na zaščitno ozemljilo v KPMO, preko dovodnega kabla. Ozemljitvena upornost zanke zaščitne naprave sme biti tolikšna, da se na zaščiteni napravi ne more pojaviti napetost, ki bi bila višja od najvišje dovoljene napetosti dotika 50 V . Izpolnjen mora biti pogoj:

$$R_z < \frac{U_{MAX}}{\Delta I} = \frac{50}{0.03} = 1666 \Omega$$

Kjer je:

Rz - ozemljitvena upornost zaščiteni naprave (ohm)

ΔI – diferenčni tok, pri katerem zaščitno stikalo izklopi (A)

Pri napravah, ki so ščitene s tokovnim zaščitnim stikalom ne sme biti uporabljeno ničenje. Nevtralni vodnik za zaščitnim stikalom mora biti izoliran in ne sme biti ozemljen niti v kakršnemkoli dotiku z ozemljenimi deli. Po končani izvedbi zaščite s tokovnim stikalom na diferenčni tok je treba zaščito preizkusiti v skladu s tehničnimi predpisi in navodili proizvajalca.