

E.1 TEHNIČNO POROČILO - MERILNA POSTAJA MP LETALIŠKA

E.1.1 SPLOŠNO O OBJEKTU MP LETALIŠKA

Na zemljišču 127/616 k. o. 1730 Moste se v okviru investicije podjetja Plinovodi d.d. umesti nova merilna postaja. Izvede se umestitev novega objekta dimenzij 3,6 x 6,2 x 2,65 metra (vrh strehe 3,48 metra), ki se ga postavi na predhodno izdelano betonsko temeljsko ploščo. Objekt se na primarni strani naveže s povezavo JE DN150 na obstoječe prenosno plinovodno omrežje JE DN 250, na sekundarni strani pa se pripravi odcep za napajanje nove regulacijske postaje RV-13 Letališka s povezavo JE DN 200 (postaja RV-13 Letališka bo v upravljanju podjetja Energetika Ljubljana d.o.o.).

Izvede se priključitev objekta na nizkonapetostno električno omrežje (z izvedbo razsvetljave notranjosti in zunanosti objekta), namesti se sistem telereadinga (za daljinski prenos podatkov v center vodenja podjetja Plinovodi d.d), ustrezna katodna zaščita jeklenih struktur (plinovodnih cevi), iz varnostnih razlogov pa se izvede tudi sistem ozemljevanja, galvanskega povezovanja in integracija sistema zaščite pred delovanjem strele.

E.1.2 TEHNIČNE REŠITVE ZA OBJEKT MP LETALIŠKA

E.1.2.1 DEFINIRANJE EKSPLOZIJSKO OGROŽENIH PROSTOROV

Za objekt MP Letališka je podjetje TEVEx d.o.o. izdelalo elaborat eksplozijske ogroženosti z oceno tveganja št. 265 19E-PGD/PZI, november 2019. Skladno z izdelanim elaboratom eksplozijske ogroženosti so na objektu definirane naslednje cone ogroženosti:

Ex cona 0.

- notranjost plinovodne cevi

Ex cona I.

- 1,0 metra radialno od izpustne cevi

Ex cona II.

- celotna notranjost objekta
- radialno 1,5 metra od prezračevalnih rešetk
- radialno 1,5 metra od odprtine vrat
- radialno 3,0 metra od izpustne cevi
- oblika valja radija 3,00 metra in višine 7,0 metra nad izpustno cevjo

Glede na zahteve elaborata eksplozijske ogroženosti je v eksplozijsko ogrožena območja dovoljena vgradnja naslednje električne opreme:

- skupine IIA, IIB ali IIC
- temperaturni razredi T1, T2, T3, T4, T5 ali T6
- 2G, 1G ali Ga, Gb za opremo v coni I.
- 3G, 2G, 1G ali Ga, Gb, Gc za opremo v coni II.

Upoštevana morajo biti tudi ostala določila EE (elektro statična prevodnost tal pod $1 \times 10^6 \Omega$, izklop napetosti na enem mestu (vključno z nevtralnim vodnikom), ustrezen sistem galvanskih povezav in izenačevanja potencialov, strelovodni sistem).

E.1.2.2 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA STROKOVNO USPOSOBLJENOST OSEBJA

Izvajalec elektro inštalacijskih del mora biti strokovno usposobljen za delo v eksplozijsko ogroženih območjih. Strokovno usposobljenost lahko izkaže z ustreznim potrdilom certifikacijskega organa. Izvajanje del se lahko izvaja le na podlagi izvedbenega projekta (projekta za izvedbo) in na podlagi izdelanih načrtov električnih inštalacij na nivoju projekta izvedenih del. Po končanih delih je potrebno preveriti skladnost vgrajenih materialov in opreme s pregledom električnih inštalacij in opreme, ki ga lahko izvede samo preglednik električnih inštalacij s pridobljeno nacionalno poklicno kvalifikacijo za preglednika električnih inštalacij za zahtevne objekte ter z ustrežno kalibriranim merilnikom. Po pozitivnem pregledu električnih inštalacij je potrebno pridobiti certifikat o skladnosti vgrajene Ex opreme, ki ga izda za to pooblaščen organ.

E.1.2.3 NAPAJANJE OBJEKTA

Novi objekt bo potreboval enofazno napajanje napetosti 230 V AC in tokovne omejevalnike 1×25 A. V sklopu gradnje sosednjih objektov (nova transformatorska postaja na zemljišču 127/617 k. o. 1730 Moste in nova merilno regulacijska postaja RV-13 Letališka cesta na zemljišču 127/615 k. o. 1730 Moste) bo že zgrajen nizkonapetostni priključek do prostostoječe merilne omarice PSPMO MRP na zemljišču št. 127/615 k. o. 1730 Moste. Od omarice PSPMO MRP do nove prostostoječe merilne omarice PSPMO MP na zemljišču 127/616 k. o. 1730 Moste se izvede nova elektro kabelska kanalizacija z dvema cevema Stigma Stigmaflex EL Ø125mm ter uvekoma ter priklopom vodnika NA2XY-J $4 \times 70 + 2,5 \text{ mm}^2$.

Omarica =PSPMO MP, predvidenih dimenzij $2025 \times 590 \times 320 \text{ mm}$, se namesti na predhodno pripravljen betonski temelj, z vidno višino cca. 1515mm nad koto končnega nivoja. Vanjo se vgradi zahtevano številčno garnituro z varovalnimi elementi (skladno z zahtevami distributerja električne energije Elektro Ljubljana d.d.). Izvede se enofazni priklop z enofaznim števcem ter s 25A tokovnim omejevalnikom.

Za števcem se izvede kabelska kanalizacija z dvema cevema Stigma Stigmaflex EL Ø63mm do novega razdelilca z oznako =R-TR (sistem za razvod moči in telereading). Iz omenjenega razdelilca se izvede tudi kabelska kanalizacija z eno cevjo Stigma Stigmaflex EL Ø63mm do novega razdelilca =KZ-SMM1 (za napajanje vtičnice v razdelilcu katodne zaščite) ter s tremi cevmi Stigma Stigmaflex EL Ø63mm do uvoda v objekt merilne postaje (1 x močnostna, 2 x lastnovarna povezava). Za tesnenje prehoda v eksplozijsko ogrožen prostor se uporabi standardiziran sistem proizvajalca Roxtec s pripadajočim uvodniškim in tesnilnim materialom.

E.1.2.4 SISTEM TELEREADING

Objekt MP Letališka se vključi v sistem daljinskega nadzora. V bližini dovodnega razdelilca =PSPMO MP se na novi betonski nosilec namesti novi razdelilec $970 \times 800 \times 300 \text{ mm}$, v nerjaveči izvedbi. Dovodi v razdelilec se izvedejo iz leve strani. Napajanje razdelilca se izvede iz =PSPMO MP preko vodnika $5 \times 4 \text{ mm}^2$, ki bo varovan z

25A talilnim vložkom. V razdelilec =R-TR se vgradi predvidena tipizirana oprema za daljinski nadzor proizvajalca Solvera Lynx, ki mora biti skladna z obstoječim sistemom daljinskega nadzora naročnika.

Predvidoma se spremljajo stanja naslednjih signalov:

- prisotnost mrežne napetosti
- delovanje/napaka polnilne naprave
- delovanje/napaka prenapetostnega odvodnika
- temperatura, tlak in količina plina (zajemanje preko plinskega korektorja)
- tlak plina v sistemu (zajemanje preko merilnika tlaka).

Za zaščito proti neugodnim vremenskim razmeram se v razdelilec vgradi električni grelec moči 45W, ki se ga krmili preko termostata ogrevanja (predvidena nastavitve termostata na 10°C). V razdelilcu se izvede splošni razvod napajanja (servisna vtičnica, razsvetljava). Lastnovarni tokokrogi se spozicionirajo v levi spodnji del elektro razdelilca z namenom ločitve inštalacij z minimalno razdaljo 50mm od močnostnih inštalacij. Po izvedenih delih je potrebno kableske uvode v razdelilec ustrezno plinsko in požarno zatesniti.

E.1.2.5 SPLOŠNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE (notranja in zunanja razsvetljava)

Zunanja razsvetljava se izvede s stensko montažo štirih 17W LED svetilk tipa Cortem Group EVEIX-5060L1 v zaščiti II 2GD Ex de IIC T6 Gb ter z uporabo ustreznih senčnikov (z namenom preprečevanja svetlobnega onesnaževanja). Svetilke se med seboj poveže z vodnikom NYY-J 3x1,5mm². Pri prehodu iz notranjega prostora do svetilke se izvedejo izvrtine Ø16mm, ki jih je potrebno po uvleku vodnikov ustrezno zatesniti. Prižiganje svetilk se izvede preko preklopke v razdelilcu telereadinga =R-TR ali avtomatsko preko svetlobnega senzorja. Način delovanja se izbira preko preklopke (ročni režim / izklop / avtomatski režim preko svetlobnega senzorja).

Notranja razsvetljava se izvede z montažo štirih 28W LED svetilk tipa Schuch nD866 12L42 v zaščiti Ex II 3 G Ex ec IIC T4 Gc z metodo stropne montaže. Svetilke se med seboj poveže z vodnikom NYY-J 3x1,5mm² preko razdelilne doze =RD-NR. Prižiganje svetilk se izvede ročno preko nadometnega stikala, ki bo nameščeno na zunanji strani ob vratih na višini cca. 1,5 metra.

E.1.2.6 OZEMLJITVENI SISTEM IN SISTEM IZENAČEVANJA POTENCIALOV

Skladno s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije (Ur. l. RS 41/09, 2/12, 61/17-GZ) in tehničnima smernicama TSG-N-002:2013 in TSG-N-003:2013 se izvede novi ozemljitveni sistem na zemljišču št. 127/616 k. o. 1730 Moste. Ozemljitveni sistem bo sestavljen iz dveh medsebojno povezanih sistemov.

Prvi se bo izvedel v obliki temeljskega ozemljila v betonskem temelju objekta s polaganjem ozemljitvenega traku INOX 30x3,5mm s posameznimi horizontalnimi odvodi za spajanje z zunanjim obročnim ozemljilom in posameznimi vertikalnimi odvodi za izdelavo povezav za posamezne točke ozemljevanja (za priključitev strelovodnega sistema, internega obroča za ozemljevanje inštalacij, ozemljevanja zunanjih rešetk). Ob izvajanju

betonskih del temeljenja objekta je potrebno armaturo medsebojno zvariti (dobro galvansko medsebojno povezati) ter v večih delih spojit na ozemljitveni trak.

Drugi del ozemljitvenega sistema bo predstavljalo zunanje krožno ozemljilo, ki se ga bo prav tako izvedlo z ozemljitvenim vodnikom INOX 30x3,5mm. Iz njega se izvedejo posamezni horizontalni odvodi za povezave z ozemljilom sosednjega objekta ter vertikalni odvodi za izvedbo priključitev posameznih kovinskih mas (stebrov ograje, izvodov za razdelilce...).

V notranjosti objekta se izvede namestitvev notranjega ozemljitvenega obroča z ozemljitvenim trakom INOX 30x3,5mm na višini cca. 20 cm od tal, ki se ga v dveh točkah poveže z odvodom v temeljsko ozemljilo. Interni ozemljitveni obroč tako predstavlja zbiralko za izenačevanje potencialov, na katero je potrebno povezati vse kovinske mase v objektu (nosilne konstrukcije, cevovode, kabelske police, sistem kabelskega uvoda, svetilke). Povezave se izvedejo z ozemljitvenim vodnikom H07Z-K, rumeno/zelene barve, presekov 6mm² in 16mm². Uporaba vodnika s presekom 6mm² je dovoljena na območjih, kjer ni možno pričakovati direktnih vplivov atmosferskih vplivov, povsod drugod pa se uporabi vodnik preseka 16mm².

Plinska konstrukcija mora biti med seboj ustrezno galvansko povezana. V primeru izolacijskih materialov se uporabijo kratkostične povezave z ozemljitvenim vodnikom, na prirobničnih spojih pa se priporoča uporaba zobčastih podložk na obeh straneh vijaka. Galvanske povezave se izvedejo na enem izmed vijakov prirobničnega spoja, le tega je potrebno ustrezno označiti z barvanjem z rdečo barvo (glava vijaka in matica).

Skladno z zahtevami Elaborata eksplozijske ogroženosti je potrebno izdelati antistatični premaz z ustrezno prevodnostjo (praviloma $< 1 \times 10^6 \Omega$). Premaz se predvidoma v štirih točkah poveže na ozemljitveni obroč z bakrenim trakom.

E.1.2.7 SISTEM ZAŠČITE PRED DELOVANJEM STRELE

S pomočjo spletnega orodja SKAT, ki je bilo izdelano s strani podjetja Elektroinštitut Milan Vidmar v Ljubljani, je bilo na podlagi visoko resolucijske karte in vnesenih podatkov izdelano poročilo o gostoti strel št. SKAT-20190124-84104-46 z dne 27.1.2020. Na obravnavanem območju Letališke ceste (koordinate 46.062753°, 14.566867°) znaša gostota strel 1,37 strele na kvadratni kilometer letno. Skladno z izdelano analizo in oceno tveganja št. SKAT-20200305-120425-46 z dne 5.3.2020 se glede na sprejemljivost tveganja in glede na pogoje (eksplozijsko ogrožen prostor, coni I. in II.) omenjeni objekt uvrsti v zaščitni razred LPS II. Prikaz varovanega območja je izveden z metodo kotaleče krogle z radijem 30 metrov.

Iz obstoječega temeljnega ozemljila se izvede vertikalni odcep s trakom INOX 30x3,5mm. Na steno objekta se namesti dva nosilca z namestitvijo INOX cevi dolžine 2 metra. Vanjo se namesti izoliran lovilni sistem višine 4.700 mm z 1 metersko lovilno palico in HVI vodnikom dolžine 10 metrov. Izvod ozemljitvenega vodnika se preko stenskih nosilcev namesti do zgornje podpode. Nanj se namesti nosilce HVI vodnika. Prehod med HVI vodnikom in merilnim mestom se izvede preko certificirane priključne glave.

E.1.2.8 SISTEM KATODNEGA ŠČITENJA PLINOVODNEGA OMREŽJA

Objekt MP Letališka bo na primarni strani povezan na obstoječi sistem prenosnega plinovodnega omrežja JE DN 250, brez izolacijskega kosa. Do objekta MP bo izvedena nova vstopna povezava s plinovodno cevjo DN150, na izstopni strani pa bo od objekta MP do objekta MRP (v lasti podjetja Energetika Ljubljana) povezava s cevjo JE DN 200.

Ob razdelilec telereadinga =R-TR se na betonski nosilec postavi novi kovinski razdelilec =KZ-SMM1 v nerjaveči izvedbi, dimenzij 600x450x160mm. Izvede se nova kabelska kanalizacija z eno zaščitno cevjo Stigma Stigmaflex Ø63. Za napajanje splošni porabnikov se predvidi dovod enofaznega napajanja, ki se zaključi na enofazni vtičnici (vgradnja na montažno letev).

Do vstopnega dela plinovoda se izvede nova kabelska kanalizacija z zaščitno cevjo Stigma Stigmaflex Ø63. Na plinovodno cev se izvedeta dva termitska vara, na cev se privari vodnika NYY 1x16mm² in NYY 4x2,5mm², ki se ju poveže do razdelilca katodne zaščite. Ob plinovodno cev se namesti referenčno elektrodo CuCuSO₄ in dva korozijska kupona (100µm in 500µm). Vse tri elemente se ustrezno poveže do razdelilca katodne zaščite.

Do izstopnega dela plinovoda se izvede nova kabelska kanalizacija z zaščitno cevjo Stigma Stigmaflex Ø63. Na plinovodno cev se izvedeta dva termitska vara, na cev se privari vodnika NYY 1x16mm² in NYY 4x2,5mm², ki se ju poveže do razdelilca katodne zaščite.

V razdelilec katodne zaščite =KZ-SMM1 se namesti filter Leutron PLPro-40A ter prenapetostne odvodnike Leutron Data Pro 2x1-RLC/50V-Tr ter izvede medsebojne povezave (razvidno iz priloženih načrtov električnih inštalacij).

Z omenjenimi posegi se zagotovi, da bodo nove jeklene povezave ustrezno katodno ščitene iz obstoječega sistema. Zaradi povezave na izstopni del plinovodnega dela (povezava proti objekt MRP Letališka) mora podjetje Energetika Ljubljana d.o.o. na svojem delu plinovodne povezave namestiti ustrezen izolacijski kos in iskrišče (z namenom ščitjenjem uporabnika pred previsoko napetostjo dotika).

E.1.2.9 SISTEM ZAŠČITE PRED PRENAPETOSTJO

Prenapetostni odvodniki razreda I. bodo vgrajeni v razdelilec =PSPMO MP z minimalno zmogljivostjo 12,5kA pri 10/350µs po priključnem polu (skladno z zahtevami elektro distribucijskega podjetja). V razdelilec =R-TR se predvidi zaščita razreda II. z zmogljivostjo 40kA pri pulzu 8/20µs po polu.

E.1.2.10 ZAŠČITNI UKREPI ZA POSLUŽEVANJE IN OBRATOVANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN NAPRAV

Pri posluževanju in obratovanju električnih inštalacij in naprav se lahko pojavljajo naslednje nevarnosti, ki lahko ogrozijo ljudi in premoženje:

1. nevarnost pred tokom kratkega stika
2. nevarnost pred preobremenitvijo

3. nevarnost pred posrednim dotikom delov pod napetostjo
4. nevarnost pred neposrednim dotikom delov pod napetostjo
5. nedovoljen oziroma prekoračen padec napetosti
6. nevarnost pred vlago, vodo, prahom, eksplozivnimi in vnetljivimi materiali ter kemičnimi vplivi
7. nevarnost nastanka požara

V izogim omenjenim nevarnosti bodo upoštevana določila standarda SIST HD 60364-1:2008 (Zaščita pred električnim udarom).

E.1.2.10.1 Predvideni ukrepi za odpravo nevarnosti

V projektu električnih inštalacij (PZI) bodo za odpravo oziroma zmanjšanje škodljivih vplivov in nevarnosti izvedeni naslednji ukrepi:

Ukrep k točki 1: Nevarnost pred tokom kratkega stika

Zaščita pred tokom kratkega stika je najprej predvidena v transformatorski postaji in sicer na primarni strani preko odklopnega ločilnika. Na sekundarni strani so odводи zaščiteni z ustreznimi nizko napetostnimi talilnimi varovalkami. V inštalaciji bo predmetna nevarnost odpravljena s pravilnim dimenzioniranjem inštalacijskih vodov in pripadajočih varovalnih elementov glede na izbiro zaščitnega sistema.

Ukrep k točki 2: Nevarnost pred preobremenitvijo

Zaščita pred preobremenitvijo inštalacije bo izvedena z varovalnimi elementi.

Ukrep k točki 3: Nevarnost pred posrednim dotikom delov pod napetostjo

Nevarnost pred posrednim dotikom delov pod napetostjo bo izvedena z ustrezno potencialno izenačitvijo vseh prevodnih mas v območju dotika.

Ukrep k točki 4: Nevarnost pred neposrednim dotikom delov pod napetostjo

Zaščita pred slučajnim dotikom električnih inštalacij pod napetostjo bo izvedena s pravilnim izborom opreme, naprav in kablov, kot tudi z vgrajevanjem elementov v ustrezna ohišja, uvlačenjem kablov v inštalacijske cevi in pravilnim nameščanjem opozorilnih napisov na nevarna mesta. Pomembno je tudi, da bo oprema nameščena na mestih, ki niso izpostavljeni možnostim mehanskih poškodb.

Ukrep k točki 5: Nedovoljen oziroma prekoračen padec napetosti

Zaščita pred nedovoljenim padcem napetosti bo predvidena s pravilnim dimenzioniranjem napajalnih vodov, kakor tudi izvodov za posamezne potrošnike. Izračuni presekov kablov z ustrezno kontrolo padcev napetosti najneugodnejših porabnikov bodo sestavni del projektne dokumentacije.

Ukrep k točki 6: Nevarnost pred vlago, vodo, prahom, eksplozivnimi in vnetljivimi materiali ter kemičnimi vplivi

Vsa oprema bo izbrana glede na namen in mesto montaže, ozirajoč se na delovne pogoje, ki jih nudijo posamezni deli objekta.

Ukrep k točki 7: Nevarnost nastanka požara

Nevarnost nastanka požara bo odpravljena s pravilnim izborom in postavitvijo opreme, ki ob pravilni uporabi in predpisanim vzdrževanju ne more biti vzrok požara.

E.1.2.10.2 Ukrepi za zagotavljanje elektro magnetne kompatibilnosti

Načrtovanje električnih inštalacij mora izpolnjevati zahteve Pravilnika o elektromagnetni združljivosti (Ur. list RS 39/16). Vsa predvidena oprema mora imeti CE znak in mora biti vgrajena skladno z zahtevami projekta in po navodilih proizvajalca.

E.1.2.11 DIMENZIONIRANJE VODNIKOV IN TEHNIČNI IZRAČUNI

Na podlagi pridobljenih vhodnih podatkov je potrebno pravilno dimenzionirati električne povezave. V ta namen so v nadaljevanju predstavljeni načini izračuna in preverjanja pravilne izbire električnih vodnikov.

E.1.2.11.1 Izračun inštalirane in konične moči ter koničnega toka

Izračun inštalirane moči je seštevek vseh inštaliranih moči

$$P_i = \sum P_{i_n} [W]$$

$$P_k = f_i \times P_i [W] \qquad P_k = f_p \times \sum P_k [W]$$

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi \times \eta} [A]$$

kjer pomenijo:

$P_i [W]$	<i>instalirana moč razdelilnika</i>
$\sum P_{i_n} [W]$	<i>vsota posameznih instaliranih moči porabnikov</i>
f_i	<i>faktor istočasnosti</i>
f_p	<i>faktor prekrivanja</i>
$P_k [W]$	<i>konična moč porabnika</i>
$U [V]$	<i>medfazna napetost</i>
$\cos \varphi$	<i>podatek pri elektromotorjih ali skupna vsota razmerij med jalovo in delovno močjo</i>
η	<i>izkoristek porabnika</i>

E.1.2.11.2 Dimenzioniranje NN vodnikov

Upoštevane so zahteve naslednjih standardov:

SIST HD 60364-4-41:2007	Zaščita pred električnim udarom
SIST IEC 60364-4-43:2009	Zaščita pred nadtoki
SIST IEC 60364-5-52:2006	Električne inštalacije zgradb

Izbrani preseki vodnikov morajo ustrezati pogojem:

prvi pogoj: $I_B \leq I_N \leq I_z$

drugi pogoj: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

kjer pomenijo:

$I_B [A]$	<i>nazivni bremenski tok porabnika</i>
$I_N [A]$	<i>nazivni tok zaščitne naprave (varovalke oz. zaščitnega releja)</i>
$I_z [A]$	<i>trajni zdržni tok v vodniku</i>
$I_2 [A]$	<i>tok, pri katerem zaščitna naprava zanesljivo izklopi $I_2 = k * I_z$</i>

Faktor »k« je odvisen od tipa zaščitne naprave in je razviden iz spodnje tabele:

Vrsta zaščitne naprave	faktor »k«
<i>Inštalacijski odklopniki z izklopno karakteristiko A</i>	<i>1,2</i>
<i>Inštalacijski odklopniki z izklopno karakteristiko B, C</i>	<i>1,45</i>
<i>Talilni vložki D gl Gg - do 4 A</i>	<i>2,1</i>
<i>Talilni vložki D gl Gg – od 4 A do 10 A</i>	<i>1,9</i>
<i>Talilni vložki D gl Gg – od 10 A do 400 A</i>	<i>1,6</i>
<i>NH talilni vložki gl Gg - do 4 A</i>	<i>2,1</i>
<i>NH talilni vložki gl Gg – od 4 A do 10 A</i>	<i>1,9</i>
<i>NH talilni vložki gl Gg – od 10 A do 25 A</i>	<i>1,75</i>
<i>NH talilni vložki gl Gg – od 25 A do 400 A</i>	<i>1,6</i>

Trajni zdržni tok posamezne vrste vodnika določajo naslednji obratovalni pogoji:

- uporabljen tip inštalacije,
- vpliv paralelno položenih vodnikov in
- vpliv temperature okolice.

Zaščita pred kratkostičnim tokom

Upoštevane so zahteve:

SIST IEC 60364-4-43:2009 Zaščita pred nadtoki

Izbrani preseki vodnikov morajo ustrezati pogoju:

$$S \geq \sqrt{\frac{I^2 \times t}{k^2}} [mm^2] \quad \text{če je} \quad I = \frac{U_0}{\sqrt{\sum R^2 + \sum X^2}} [A]$$

kjer pomenijo:

$S [mm^2]$	<i>presek vodnika</i>
$I [A]$	<i>efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka</i>
$U_0 [V]$	<i>fazna napetost</i>
$\sum R [\Omega]$	<i>celotna ohmska upornost kratkostične zanke</i>
$\sum X [\Omega]$	<i>celotna induktivna upornost kratkostične zanke</i>
$t [s]$	<i>trajanje kratkega stika do prekinitve</i>
k	<i>konstanta, odvisna od materiala vodnika in izolacije kabla</i>

$k = 115$	<i>Cu + PVC</i>
$k = 135$	<i>Cu + guma, polietilen</i>

E.1.2.11.3 Kontrola padcev napetosti

Porabniki se lahko napajajo direktno iz transformatorske postaje ali iz posameznega podrazdelilnika. V prvem primeru so dovoljeni padci napetosti do končnega porabnika (razsvetljave) 3% ter splošnih porabnikov 5%, v drugem primeru pa 5% za razsvetljavo in 8% za splošne porabnike.

Kontrola padcev napetosti je narejena po enačbi:

$$u = \frac{(100 \times P \times l)}{U^2 \times S \times 56} [\%] \quad \text{za trifazne tokokroge}$$

$$u = \frac{(200 \times P \times l)}{U_f^2 \times S \times 56} [\%] \quad \text{za enofazne tokokroge}$$

kjer pomenijo:

$u[\%]$	<i>padec napetosti</i>
$P[W]$	<i>priključna moč tokokroga</i>
$l[m]$	<i>dolžina vodnika ali kabla</i>
$S[mm^2]$	<i>preseka vodnika ali kabla</i>
$U[V]$	<i>medfazna napetost</i>
$U_f[V]$	<i>fazna napetost</i>

E.1.2.11.4 Zaščita pred električnim udarom*Zaščita pred neposrednim dotikom:*

Deli, ki so pod napetostjo, morajo biti izolirani z materiali, ki trajno zdržijo vse predvidene obremenitve. Kabli morajo biti do višine dveh metrov zaščiteni proti mehanskim poškodbam. Električne naprave v razdelilnikih morajo imeti minimalno stopnjo zaščite IP20. Vsi kovinski deli morajo biti spojeni v sistem izenačitve potenciala.

Zaščita pred posrednim dotikom:

Poleg sistema za izenačitev potenciala je kot glavni zaščitni ukrep uporabljen sistem TN-S. Zaščita je računsko preverjena za vsak tokokrog in podana v tabelah. Zaščita je ustrezna kadar je izpolnjena neenačba:

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

kjer pomenijo:

Z_S	<i>impedanca okvarne zanke</i>
I_a	<i>tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave</i>
U_0	<i>nazivna napetost proti zemlji</i>

E.1.2.11.5 Tabele izračunov

Izračuni za vodnike so izdelani s programskim orodjem. Dimenzionirani kabli USTREZAJO zgoraj navedenim zakonskim predpisom.

Vodnik iz =PSPMO MP do =R-TR

PORABNIK	vodnik	S (mm ²)	P (kW)	Tip nap. 1= 400V 2= 230V	cos φ	η	tip ins	I _z (A)	f _t	f _p	I _b (A)	<I _n (A)<	I _z (A)	k	I ₂ (A) <	1,45 * I _z	
V rumena polja vpiši podatke!				Opombe k izbiri varovalke				L (m)	Z ₀ (Ω)	Z _{sk} < (Ω)	Z _{dop} (Ω)	Z _k (Ω)	I _k (A)	t _{odk} (ms)	S _{min} <S (mm ²)	ΔU (%)	
1	DOV. DO. R-TR	NYJ-J 4,0	5,0	2	230	0,95	0,95	D	31,0	1,05	1,00	24,1	25	32,6	1,60	40,0	47,2
Talilni vložek, 1x25A								10	0,089	0,141	1,200	0,141	1799,0	4,0	0,99	0,92	

Vodniki iz =R-TR

	PORABNIK	vodnik	S (mm ²)	P (kW)	Tip nap. 1= 400V 2= 230V	cos φ	η	tip ins	I _z (A)	f _t	f _p	I _b (A)	<I _n (A)<	I _z (A)	k	I ₂ (A)<	1,45 * I _z	
V rumena polja vpiši podatke !				Opombe k izbiri varovalke					L (m)	Z ₀ (Ω)	Z _{sk} < (Ω)	Z _{dop} (Ω)	Z _k (Ω)	I _k (A)	t _{odk} (ms)	S _{min} <S (mm ²)	ΔU (%)	
1	NOTR. RAZSV.	NY-Y-J	1,5	0,1	2	230	0,95	0,95	C	17,5	0,95	0,95	0,6	6	15,8	1,45	8,7	22,9
									30	0,714	0,855	7,300	0,855	296,0	4,0	0,16	1,09	
2	ZUN. RAZSV.	NY-Y-J	1,5	0,0	2	230	0,95	0,95	C	17,5	0,95	0,95	0,2	6	15,8	1,45	8,7	22,9
									30	0,714	0,855	7,300	0,855	296,0	4,0	0,16	0,99	
3	VTIČNICA	NY-Y-J	2,5	1,5	2	230	0,95	0,95	C	24,0	0,95	0,95	7,2	16	21,7	1,45	23,2	31,4
									10	0,143	0,283	1,300	0,283	892,8	4,0	0,49	1,33	

E.1.2.12 POPIS MATERIALA IN DEL S PREDRAČUNOM

OPOMBA: Rekapitulacija je izvedena kot projektantska ocena investicije in služi zgolj za informativni prikaz stroškov. Za dokončno oceno stroškov je potrebno zbrati ponudbe dobaviteljev opreme in izvajalcev del.