PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA

Načrt čistilne naprave

PODATKI O GRADNJI		
naziv gradnje		**Rekonstrukcija ČN Brusnice**
kratek opis gradnje		**Projekt zajema rekonstrukcijo obstoječe MKČN Brusnice. Predvidena je izgradnja novega aeracijskega bazena, postavitev strojnice in preoblikovanje obstoječega biološkega rekatorja v nov naknadni usedalnik.**
VRSTE GRADNJE	☐	**NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT**
označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐	**NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA**
	☑	**REKONSTRUKCIJA**
	☐	**SPREMEMBA NAMEMBNOSTI**
	☐	**ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA**
	☐	**LEGALIZACIJA**
	☐	**MANJŠA REKONSTRUKCIJA**
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI		
vrsta dokumentacije		**PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)**
številka projekta		**2022208/055**
PODATKI O NAČRTU		
strokovno področje načrta		**3 - Načrt s področja elektrotehnike**
naziv načrta		**Načrt čistilne naprave**
številka načrta		**24-045-004-E**
datum izdelave		**december 2024**
datum spremembe		
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA		
projektant načrta (naziv družbe)		**Vodar d.o.o.**
naslov		**Pečovnik 24, 3000 Celje**
odgovorna oseba projektanta načrta		**Andrej Hercog**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta		
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA		
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		**Janez MATIJA, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka		**IZS E-2399**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		JANEZ MATIJA univ.dipl.inž.el. IZS PI E-2399

3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA, št. 24-045-004-E

3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA, št. 24-045-004-E 2
3.3 TEHNIČNO POROČILO 3
3.3.1 SPLOŠNI OPIS 3
3.3.1.1 Uvod 3
3.3.1.2 Splošno 3
3.3.2 TEHNIČNI OPIS 4
3.3.2.1 Nizkonapetostni kabelski razvod 4
3.3.2.3 Ozemljitve 5
3.3.2.4 Polaganje kablov 6
3.3.2.5 Križanja in približevanja ostalim komunalnim vodom 7
3.4 TEHNIČNI IZRAČUN 10
3.4.1 NIZKONAPETOSTNI IZVODI 10
3.4.1.1 Dimenzioniranje vodnikov in zaščitnih naprav 10
3.4.2 OZEMLJITVE 14
3.4.2.1 Izračuni ozemljitve 14
3.5 KONTROLA ZAŠČITNIH UKREPOV IN MERITVE 15
3.5.1 Preverjanje s pregledom 15
3.5.2 Preizkusi in meritve 15
3.5.3 Zapisnik o pregledu 16
3.6 GRAFIČNI IN TEHNIČNI PRIKAZI 17

3.3 TEHNIČNO POROČILO

3.3.1 SPLOŠNI OPIS

3.3.1.1 Uvod

Za naročnika Mestna občina Novo Mesto, Seidlova cesta 1, 8000 Novo mesto (v nadaljevanju investitor) se za namene upravljanja z elektro opremo , izdela projektna dokumentacija za izvedbo – PZI.

3.3.1.2 Splošno

V projektu je predvidena izdelava novega električnega razdelilnika , za namene napajanja in upravljanja s opremo na čistilni napravi Brusnice.

Pri projektiranju smo upoštevali naslednjo dokumentacijo:

- Projekt DGD št.202208/055 , ki ga je izdalo podjetje VODAR, d.o.o.;
- Projekt PZI št.202208/055 , ki ga je izdalo podjetje VODAR, d.o.o.;
- Mnenje k projektu št.1431871, ki ga je izdalo Elektro Ljubljana
- Poteke obstoječih komunalnih vodov.

Skladno z zakonodajo o graditvi objektov mora investitor pred pričetkom gradnje novega objekta, za katerega je bilo pridobljeno gradbeno dovoljenje, poskrbeti za zakoličenje objekta (tako linijske kot navadne objekte). V primeru, da bi se tekom same gradnje izkazalo, da bi bila potrebna sprememba oz. pride do odstopanja od projektiranega po projektu za izvedbo, morata to spremembo v gradbenem dnevniku dokumentirati vodja nadzora in vodja projekta.

Skladno z Uredbo o vzdrževalnih delih v javno korist na področju energetike je potrebno vsaj 10 dni pred začetkom vzdrževalnih del v javno korist o začetku izvedbe obvestiti javnost na krajevno običajen način.

Pred pričetkom del je potrebno urediti zakoličbo predvidenih in obstoječih električnih vodov ter obstoječih komunalnih vodov. Določiti je potrebno križanja s komunalnimi vodi, trase in nivelete elektroenergetskih vodov (naprav) pa je potrebno uskladiti s trasami in niveletami ostalih komunalnih vodov. Po položitvi kablov se mora izdelati izvršilni načrt (geodetski posnetek) trase kablov. Pred posegi na zemljiščih je potrebno upoštevati pogoje mnenje dajalcev in lastnikov zemljišč.

Materiali in naprave opisane v projektu se lahko nadomestijo z enakovrednimi materiali in napravami drugih proizvajalcev, pri čemer pa funkcionalnost, kvaliteta ali drugi parametri ne smejo biti slabši.

Po položitvi kablov in vgradnji razdelilne, ter priključno merilnih omaric je potrebno posneti dejanski geodetski posnetek trase kabla in v skladu z določili o katastru komunalnih naprav izdelati dokumentacijo o kablih s podzemnim katastrom.

Izvajalec del je dolžan po zaključku del predložiti certifikate za vso vgrajeno opremo, predložiti mora tudi pisna poročila o rezultatih opravljenih meritev.

Po zaključku izvedbe vzdrževalnih del in pred začetkom rednega obratovanja mora izvajalec del opraviti strokovno-tehnični pregled, s katerim se ugotovi, ali so vzdrževalna dela na objektih, napravah in omrežjih izvedena in vzdrževana v skladu s predpisi ter tehničnimi pravili in standardi.

Izvajalci gradbenih del lahko na gradbišču le začasno skladiščijo odpadke, ki nastajajo pri gradbenih delih, ločeno po vrstah gradbenih odpadkov iz klasifikacijskega seznama odpadkov. Odpadke morajo hraniti tako, da ne onesnažujejo okolja in je zbiralcu gradbenih odpadkov omogočen dostop za njihov prevzem. Vse odpadke je potrebno odpeljati na zbirališče odpadkov, surovine namenjene reciklaži pa zbrati in odpeljati na deponijo za zbiranje le teh.

3.3.2 TEHNIČNI OPIS

3.3.2.1 Nizkonapetostni kabelski razvod

Opis nizkonapetostnih izvodov

Iz obstoječe prostostoječe razdelilne omare PS-RO, na parcelni številki 2943/2, 2943/1 katastrska občina 1479-BRUSNICE se izvede novi NN kabelski izvod za napajanje električnega razdelilca ČN Brusnice . Za predviden izvod se uporabi kabel, tip NA2XY-J 4 x 35 mm^2 , kateri je v PS-RO omarici priključen na odvodne sponke stikalnega ločilnika -F01, z varovalnimi vložki za nazivni tok 64 A (Inv max = 80 A).

Trase NN kablovodov in vključitev v omrežje je razvidno iz priloženih risb. Pred izvedbo nizkonapetostnih izvodov je potrebno uskladiti traso, ter zakoličiti vse obstoječe vode.

Priključno merilna/razdelilna omara

Merilni del se opremi v skladu z enočrtno vezalno shemo in sicer z naslednjo opremo:

- števec električne energije (priskrbi Elektro Ljubljana, d.d.);
- varovalčni ločilnik, velikost 00, 160 A, 3p, M8, z NV varovalnimi vložki;
- prenapetostni odvodnik za TN sistem, tripolni, T1, 3+0, 37,5 kA/300 V;
- PEN zbiralka tip ECu 30 x 10 mm;
- pri omarici se izvede 5 Ω ozemljitev.

Razdelilni del se opremi v skladu z enočrtno vezalno shemo in sicer z naslednjo opremo:

- varovalčni ločilnik, velikost 00, 160 A, 3p, M8, z NV varovalnimi vložki;
- tri (3) fazne zbiralke, tip ECu 30 x 10 mm in ena (1) PEN zbiralka tip ECu 30 x 10 mm.

Upornost ozemljitve zaradi vgradnje prenapetostnih odvodnikov naj ne presega 5 Ω, za kar je potrebno pri oceni specifične upornosti tal 150 Ωm cca. 72 m pocinkanega valjanca FeZn 25 x 4 mm. Valjanec se položi v jarek skupaj s predvidenimi kabli. Po izdelavi in zasutju ozemljila je potrebno izmeriti upornost ozemljila ter le-to po potrebi izboljšati.

Trase NN kablovodov in vključitev v omrežje je razvidno iz priloženih shem. Pred izvedbo nizkonapetostnih izvodov je potrebno uskladiti traso, ter zakoličiti vse obstoječe vode.

3.3.2.3 Ozemljitve

Splošno

Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem zaščite, zato se morajo, zaradi zaščite pred posrednim dotikom vsi izpostavljeni prevodni deli instalacije oziroma naprav, povezovati z zaščitnim vodnikom in z ozemljitveno točko sistema. Običajno je ozemljitvena točka sistema hkrati tudi nevtralni vodnik.

Zaščitni vodniki morajo biti ozemljeni v ali blizu pripadajočega transformatorja ali generatorja. Da se ohrani potencial zaščitnega vodnika v primeru okvare čim bližje zemeljskemu potencialu, je potrebno izvesti ozemljitev v dodatnih točkah, razporejenih čim bolj enakomerno. Zaradi navedenega se v nizkonapetostnem omrežju izvedejo ozemljitve PEN vodnika pri transformatorski postaji in na koncu vsake veje, daljše od 200 m. Upornost ozemljila transformatorske postaje ali generatorja ne sme presegati 5 Ω. Skupna upornost ozemljil v vsaki radialni veji nizkonapetostnega omrežja pa ne sme biti večja kot 10 Ω.

Za prehode na prostozračno omrežje se predvidijo odvodniki prenapetosti za zunanjo montažo, za vgradnjo v razdelilne in priključne omarice pa odvodniki prenapetosti za notranjo montažo.

Prehodna upornost ozemljitve zaradi vgradnje prenapetostnih odvodnikov mora biti po priporočilu SIST EN 50423-3-21:2009 manj kot 10 Ω, vendar predlagamo, da velikost ozemljitvene upornosti ne sme presegati vrednosti 5 Ω, za kar je potrebno pri oceni specifične upornosti tal 150 Ωm cca. 72 m pocinkanega valjanca FeZn 25 x 4 mm. Valjanec se položi v jarek skupaj s predvidenimi kabli ali v treh krakih pod kotom 60˚, pri polaganju je pomembno, da se valjanec položi vertikalno, zaradi boljšega stika z zemljo. Zahtevi za ozemljitev pa je zadoščeno, če je ozemljitev izvedena kot dvokrako žarkasto ozemljilo pod kotom najmanj 60˚, z dolžino krakov najmanj 10 m, ki sta zakopana v globino od 0,5 m do 0,8 m. Na ozemljitev mora biti priključen tudi nevtralni vodnik NN omrežja.

Pregled in meritve ozemljitev se izvajajo po 8. členu Pravilnika o zaščiti NN omrežij in pripadajočih TP. Ozemljitveno upornost obratovalne, zaščitne in združene ozemljitve je treba izmeriti, pregledati in izdelati oceno ustreznosti pred začetkom obratovanja, nato pa najmanj vsakih pet let. Ozemljitveno upornost

strelovodne zaščite NN omrežja je treba izmeriti, pregledati in izdelati oceno ustreznosti pred začetkom obratovanja, nato pa vsakih deset let, pregled pa je treba izvesti najmanj vsakih pet let.

3.3.2.4 Polaganje kablov

Splošno

Nizkonapetostni kabli se deloma položijo prosto v zemljo in deloma v obbetonirane kabelske zaščitne cevi. Pri križanju komunalnih vodov in pod voznimi površinami se zaščitijo s položitvijo v obbetonirane zaščitne cevi. Za polaganje prosto v zemljo se uporabljajo kabli s PVC izolacijo in trdim PE plaščem, za polaganje kablov v kabelske zaščitne cevi pa se uporabljajo kabli z XLPE izolacijo in PVC plaščem.

Dovoljeni polmer upogibanja pri polaganju (R_{Pmin}) ne sme biti manjši od 12 x D_{kabla} za večžilne kable. Polmer upogibanja se lahko zmanjša na 50% nazivnega pri upogibanju kabla s šablono. Maksimalna vlečna sila pri vlečenju kabla se določi po formuli ($F = \sigma \times S$, kjer je $\sigma_{Al} = 30$ N/mm^2, $\sigma_{Cu} = 50$ N/mm^2).

Spodnja preglednica prikazuje polmer upogibanja pri polaganju in vlečno silo pri vlečenju kabla:

Tip kabla	D_{kabla} (mm)	R_{Pmin} (mm)	S (mm²)	σ (N/mm²)	F (N)
NAY2Y-J 4x70 mm²	32,00	384,00	70	30	2100
NA2XY-J 4x70 mm²	30,50	366,00	70	30	2100
NA2XY-J 4x35 mm²	25,50	306,00	35	30	1050
NYY-J 4x25 mm²	25,50	306,00	25	30	750

Minimalna dovoljena temperatura pri polaganju za kable s PVC izolacijo je -20°C, za kable s XLPE izolacijo pa -5°C. Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati navodila in priporočila proizvajalcev kablov, smernice upravljalcev komunalnih vodov in navodila »Smernice in navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV« (Elektroinštitut “Milan Vidmar”, referat št. 2090).

Polaganje kabla prosto v zemljo

Nizkonapetostni kabli se položijo direktno v zemljo v kabelski jarek širine 0,4 m. Globina jarka je minimalno 0,8 m. Pri paralelnem polaganju več NN kablov znaša medsebojni razmik med kabli minimalno 7 cm, kar pomeni, da se za vsak nadaljnji kabel, kabelski jarek razširi za 12 cm. Pri paralelnem polaganju NN kablov s SN kabli znaša medsebojni razmik med sistemi minimalno 20 cm. Širino jarka pri več paralelnih kablih je potrebno prilagoditi številu kablov. Z dna jarka je potrebno odstraniti vse ostre predmete, ki bi lahko poškodovali kabel. Kabel se položi na 10 cm debelo plast drobnozrnate zemlje ali mivke, ter prekrije z enako plastjo iste. Kabel se zasuje z zemljo iz izkopa v slojih po 0,2 m. Za mehansko zaščito kablov se na plast drobnozrnate zemlje ali mivke položijo plastični ščitniki GAL. Pri kablih s PVC izolacijo in PE plaščem, mehanska zaščita ni potrebna.

Pri zasipavanju je potrebno položiti plastični opozorilni trak z vtisnjenim opozorilom »POZOR ENERGETSKI KABEL«. Opozorilni trak se položi 0,3 m pod nivojem površine kabelskega jarka.

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati minimalne dopustne polmere krivljenja kablov ter maksimalne dopustne sile vlečenja kablov. Po položitvi kablov je potrebno posneti traso ter izdelati dokumentacijo o kablih s podzemnim katastrom.

Prerez kabelskega jarka je prikazan na priloženih risbah.

Elektro kabelska kanalizacija

Elektro kabelska kanalizacija se izdela iz zaščitnih cevi GDC 110 mm, za predvidene optične kable pa se dodatno položi cev PE-HD 2 x 50 mm (v kolikor se investitor in mnenjedajale dogovorita za sopolaganje). Zaščitne cevi se zasujejo s peskom frakcije 8-16 mm, razen pri križanjih z ostalimi komunalnimi vodi, kjer se obbetonirajo s 5 cm debelo plastjo betona C8/10. Pri zasipanju cevi s peskom, se cevi položijo na posteljico debeline 10 cm in zasujejo nad temenom cevi v debelini 30 cm. Ostanek kabelskega jarka se zasuje z utrjenim zasipom oz. tamponom frakcije 0-32 mm. Pod voznimi površinami pa je potrebno zaščitne cevi obbetonirati z betonom C15/20 do višine 10 cm nad temenom cevi. Ostanek kabelskega jarka se zasuje z utrjenim zasipom oz. tamponom frakcije 0-32 mm.

Zaradi ohranjanja potrebnega razmika med cevmi, postavimo posebne distančnike, na medsebojni razdalji 3 m. Pri večplastnem polaganju v jarek se cevi polagajo tako, da je vsaka plast cevi posebej zasuta in utrjena, preden se nanjo polaga naslednja plast.

Pri zasipavanju je potrebno položiti plastični opozorilni trak z vtisnjenim opozorilom »POZOR ENERGETSKI KABEL«. Opozorilni trak se položi 0,3 m pod nivojem površine kabelskega jarka.

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati minimalne dopustne polmere krivljenja kablov ter maksimalne dopustne sile vlečenja kablov. Po položitvi kablov je potrebno posneti traso ter izdelati dokumentacijo o kablih s podzemnim katastrom.

3.3.2.5 Križanja in približevanja ostalim komunalnim vodom

Križanja se izvedejo skladno s pogoji upravljalcev komunalnih vodov ter »Smernice in navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV« (Elektroinštitut “Milan Vidmar”, referat št. 2090).

Najmanj 30 dni pred pričetkom del, je zaradi točnega dogovora glede zakoličbe, zaščite in prestavitve komunalnih vodov, terminske uskladitve in nadzora nad izvajanjem del, investitor oziroma izvajalec o tem dolžan obvestiti skrbniške službe. Gradbena dela v bližini komunalnih vodov je potrebno obvezno izvajati z ročnim izkopom, pod nadzorom strokovnih služb, ki bodo za vsak konkreten primer določile še dodatne potrebne ukrepe za zaščito vodov. Nasip ali odvzem materiala nad traso vodov ni dovoljen.

Po končanih delih morajo biti vsa križanja in približevanja vnesena v projekt izvedenih del.

Križanje in približevanje cest in objektov

Objekte, ki so predvideni pod oz. nad elektroenergetskimi vodi je potrebno prestaviti na novo lokacijo.

Pri gradnji predvidenih objektov pod SN vodi mora znašati varnostna višina 5,0 m in varnostna oddaljenost 3,0 m. SN vodom nad predvidenimi objekti je potrebno električno in mehansko ojačati izolacijo. Najmanjša varnostna višina najnižjega vodnika nad tlemi, mora biti za srednjo napetost večja kot 5,6 m, za nizko napetost pa 6,0 m.

Za nedostopne dele stavbe (streha, dimnik ipd.) znaša za nizko napetost varnostna oddaljenost 0,4 m, varnostna višina pa 3,0 m. Za stalno dostopne dele stavb (terasa, balkon, gradbeni odri ipd.) pa znaša za nizko napetost varnostna višina 2,5 m in varnostna oddaljenost 1,25 m.

Pri lesenih oporiščih, ki so vpeta v drogovnike ali betonske klešče, mora ostati vznožje lesenega droga po ureditvi okolja oddaljeno najmanj 20 cm od tal, zaradi posnetja materiala pod nadzemnimi vodi ne sme biti zmanjšana statika oporišč.

Pri križanjih kablov z razširjenim voziščem in novima bankinama je potrebno ustrezno podaljšati mehansko zaščito kablov. Za prestavitev in mehansko zaščito kablovodov bo potrebno pridobiti upravno in projektno dokumentacijo.

Med gradnjo predvidenih objektov mora investitor oziroma izvajalec gradbenih del preprečiti dostop kamionov in gradbenih strojev nad mehansko nezaščitene dele kablov ter preprečiti trajno odlaganje materiala ali posnetje materiala nad njimi, po končanih gradbenih delih mora ostati globina vkopa ista kot je sedaj. Kable bo potrebno na odsekih, kjer bodo po končanih delih ostali pod povoznimi ali asfaltiranimi (betoniranimi) površinami, mehansko zaščititi, za kar bo potrebno pridobiti ustrezno upravno in projektno dokumentacijo.

Križanje in približevanje TK vodom

Na območju gradnje je umeščeno omrežje TK v prostor, kot je prikazano v prilogi tega dokumenta, niso pa prikazani priključni kabli za objekte, ki se določijo ob zakoličbi omrežja.

Pri paralelnem vodenju ali približevanju elektroenergetskih kablov in TK kablov so dovoljene naslednje minimalne vodoravne oddaljenosti: 0,5 m za kable napetosti do 10 kV in 1,0 m za kable napetosti do 20 kV. Če navedenih oddaljenosti ni mogoče zagotoviti je na kritičnih mestih potrebno energetske kable položiti v železne cevi, TK pa v betonske bloke ali termoplastične cevi.

Križanje energetskih in TK kablov izvajamo na navpični oddaljenosti: 0,5 m za kable napetosti do 20 kV, kot križanja mora biti praviloma 90 stopinj, ne sme pa biti manjši od 45 stopinj, če navpične oddaljenosti ni mogoče zagotoviti, je potrebno kable na mestu križanj položiti v 2 do 3 m dolge zaščitne cevi, ampak tudi v tem primeru ne sme biti navpična oddaljenost manjša od 0,3 m.

Oddaljenost od roba izkopanega jarka (za polaganje telekomunikacijskih kablov) do oporišč mora biti izven naselja večja od 5 m v naseljenem kraju večja od 1,5 m, če ni ogrožena statika oporišča, za preveritev statike takega oporišča mora investitor pridobiti ustrezen elaborat. Pri lesenih oporiščih, ki so vpeta v drogovnike ali betonske klešče, mora ostati vznožje lesenega droga po ureditvi okolja oddaljeno najmanj 20 cm od tal. Zaradi posnetja materiala pod nadzemnimi vodi ne sme biti zmanjšana statika oporišč.

Križanje in približevanje vodovodu, ter kanalizaciji

Na območju gradnje je umeščeno vodovodno in kanalizacijsko omrežje, v prostor, kot je prikazano v prilogi tega dokumenta, niso pa prikazani priključki za objekte, ki se določijo ob zakoličbi omrežja.

Minimalni vodoravni razmak, pri paralelnem polaganju cevi poleg elektroenergetskega kabla oziroma ozemljila, mora biti najmanj 0,5 m, v primeru, da minimalnih razmakov pri paralelnem polaganju cevi poleg elektroenergetskega kabla ne bo mogoče doseči, bo potrebno kable zaščititi s polaganjem v kabelsko kanalizacijo. Pri izkopu jarka za polaganje cevi, globljega od paralelno položenega energetskega kabla, je potrebno na predpisan način zavarovati posedanje zemlje pod energetskim kabli.

Navpični svetli razmak med kablom in cevjo pri križanju, mora biti najmanj 0,5 m oziroma 0,3 m v primeru priključnega cevovoda, v primeru, da minimalnih razmakov pri križanju cevi s kablom ne bo mogoče doseči, bo potrebno kable mehansko zaščititi s cevjo, ki mora segati vsaj za 3 m na vsako stran križanja.

Energetski kabel mora biti od hidranta ali ventilske komore oddaljen najmanj 1,5 m. Postavitev hidrantov in revizijskih jaškov nad kable in ozemljila ter poleg njih, na manjšo oddaljenost kot je predpisano, ni dovoljena.

Oddaljenost od roba izkopanega jarka (za polaganje vodovodni in kanalizacijskih cevi) do oporišč mora biti izven naselja večja od 5 m v naseljenem kraju večja od 1,5 m, če ni ogrožena statika oporišča, za preveritev statike takega oporišča mora investitor pridobiti ustrezen elaborat. V kolikor je razdalja manjša od predpisane mora za preveritev statike takega oporišča investitor pridobiti ustrezen elaborat. Pri lesenih oporiščih, ki so vpeta v drogovnike ali betonske klešče, mora ostati vznožje lesenega droga po ureditvi okolja oddaljeno najmanj 20 cm od tal, zaradi posnetja materiala pod nadzemnimi vodi ne sme biti zmanjšana statika oporišč.

Izpolnjevanje pogojev pri križanju energetskih naprav

Zaradi zmanjšanja medsebojnih vplivov, morajo znašati razmiki med energetskimi kablovodi pri približevanju najmanj:

- 0,07 m - medsebojno približevanje med kablovodi za napetosti do 1 kV istega napetostnega nivoja, oziroma med enožilnimi kabli iste napetosti in istega sistema;
- 0,20 m - pri polaganju kablovodov napetosti 20 kV oziroma različnih napetostnih nivojev.

Ostali pogoji

3.4 TEHNIČNI IZRAČUN

3.4.1 NIZKONAPETOSTNI IZVODI

3.4.1.1 Dimenzioniranje vodnikov in zaščitnih naprav

Dimenzioniranje vodnikov ter ukrepi nad tokovne zaščite so predvideni skladno s Tehnično smernico TSG-N002:2021 (nizkonapetostne električne inštalacije). Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom, je določena glede na konični tok in selektivnost varovanja. Presek kabla je določen v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice. Pri dimenzioniranju vodnikov so upoštevane sledeče zahteve:

- padci napetosti;
- zaščita pred prevelikimi tokovi;
- zaščita pred električnim udarom.

Konična moč

Največja obremenitvena moč električnega voda skupine porabnikov.

$P_{ins} = P_1 + P_2 + ...P_n \quad [kW]$

$P_k = P_{ins} \cdot f_i \quad [kW]$

P_{ins} *[kW] - inštalirana moč porabnikov*
P_n *[kW] - moč posamičnega porabnika*
P_k *[kW] - konična moč porabnikov*
f_i *- konična moč porabnikov*

Konični tok

Največji obremenitveni tok električnega voda posamičnega porabnika, oziroma skupine porabnikov.

$P_k = U_n \cdot I_b \cdot cos\varphi \rightarrow I_k = \frac{\sum P_k}{U_n \cdot cos\varphi}$ *[A] - enofazni sistem*

$P_k = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_b \cdot cos\varphi \rightarrow I_k = \frac{\sum P_k}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot cos\varphi}$ *[A] - trifazni sistem*

P_k [kW] - konična moč
U_n [V] - nazivna napetost
cosφ - faktor delavnosti
I_k [A] - konični tok

Trajno zdržni tok

Zaradi skupnega polaganja večjega števila električnih vodov, je potrebno upoštevati korekcijski faktor večjega števila vodnikov. Z dimenzioniranjem se zagotavlja zadovoljiva trajnost električnih vodnikov, glede na izpostavljenost izolacije termičnim učinkom trajno dovoljenega toka in zunanjim vplivom v obratovalnem ciklu.

$I_z = I_z'' \cdot f_i \cdot f_i$ *[A]*

I_z [A] - trajni vzdržni tok električnega voda
I_z'' [A] - trajni vzdržni tok električnega voda, po SIST HD 384.5.5.523 S1:2000 (trajni tok za katerega je tokokrog predviden)
f_p - korekcijski faktor zaradi skupinskega polaganja
f_T - korekcijski faktor glede na temperaturo okolice

Padec napetosti

Predpisi določajo naslednje mejne vrednosti padcev napetosti od napajalne točke, do katerekoli točke električne inštalacije, če se le ta napaja iz javnega distribucijskega omrežja:

- 3% za električne tokokroge razsvetljave;
- 5% za tokokroge drugih porabnikov.

Če se inštalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, priključene na srednje ali visokonapetostno omrežje, je dovoljeni padec napetosti od napajalne točke do katere koli točke električne inštalacije:

- 5 % za električne razsvetljave;
- 8 % za tokokroge drugih porabnikov.

Za vode v inštalacijah, ki so daljši od 100m, se dopustni padec poveča za 0.005% za vsak meter nad 100m dolžine, vendar za največ 0.5%.

$\Delta U = 2 \cdot I_k \cdot (r \cdot cos\varphi + x \cdot sin\varphi) \cdot l \rightarrow u_{[\%]} = \frac{200 \cdot l \cdot I_k \cdot cos\varphi}{\lambda \cdot S \cdot U}$ *[%] - enofazni sistem*

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_k \cdot (r \cdot cos\varphi + x \cdot sin\varphi) \cdot l \rightarrow u_{[\%]} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot I_k \cdot cos\varphi}{\lambda \cdot S \cdot U} \quad [\%] \quad \text{- trifazni sistem}$$

$$\Delta u = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{100 \cdot P_k \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U_n^2} \quad [\%]$$

P_k [kW] - konična moč
I_k [A] - konični tok
λ [S/m] - specifična prevodnost voda
l [m] - dolžina vodnika
S [mm^2] - presek vodnika
cosφ - faktor delavnosti
ΔU [V] - padec napetosti
Un [V] - nazivna napetost
Δu [%] - celotni padec napetosti izražen v procentih

Zaščita pred prevelikimi tokovi

Zaščitne naprave morajo biti sposobne prekiniti kratkostični tok, preden bi povzročil nevarnost zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in stikih. Odklopni čas, v katerem izbrana varovalka prekine tokokrog, pri izračunanem kratkostičnem toku, odčitamo iz I-t karakteristik proizvajalca varovalk.

Dimenzioniranje in izbira vodnikov ter ukrepi nadtokovne zaščite, morajo biti izvedeni skladno s Tehničnimi smernicami TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije) in standardom IEC 60364-4-43 (Zaščita pred nadtoki). Vodniki so zaščiteni z eno ali več napravami za samodejno prekinitev napajanja, v primeru:

- preobremenitve;
- kratkega stika.

Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred prevelikim in kratkostičnim tokom:

- odklopniki, ki imajo nadtokovni sprožilnik;
- odklopniki v kombinaciji z varovalkami;
- varovalke gl.

Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred prevelikim tokom, so zaščitne naprave z inverzno zakasnitvijo, pri katerih je lahko odklopna zmogljivost pod vrednostjo pričakovanega kratkostičnega toka v točki, kjer je naprava postavljena. Naprave, ki zagotavljajo samo zaščito pred kratkostičnim tokom, se smejo postaviti tam, kjer se zaščita pred preobremenitvijo doseže na drug način, ali kjer ni obvezna zaščita pred preobremenitvijo. Te naprave morajo prekiniti kratkostični tok do pričakovanega kratkostičnega toka.

Takšne naprave so lahko:

- odklopniki s kratkostičnim sprožilnikom;
- varovalke.

Zaščita v primeru preobremenitve

Zaščitne naprave morajo odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih preden ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje. Zaščitne naprave (odklopniki z nadtokovnim sprožilnikom, varovalke gI ali varovalke gII), morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden povzroči segretje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje.

Zaščita električnih naprav pred prevelikimi toki je zagotovljena s pravilno izbiro varovalk, kjer mora ta za primer preobremenitve, izpolniti dva pogoja:

$I_b < I_n < I_z$ - 1. pogoj

$I_2 < 1.45 \cdot I_z \rightarrow I_n < 1.45 \cdot \frac{I_z}{k}$ - 2. pogoj

I_b [A] - tok, za katerega je tokokrog predviden
I_n [A] - nazivni tok zaščitne naprave
I_z [A] - trajni vzdržni tok električnega voda
I_2 [A] - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave
k - 1.2 za zaščitna stikala, 1.45 za inštalacijske odklopnike

k - za talilne varovalke po tabeli:

Nizkonapetostne talilne varovalke	
In [A]	k
2 in 4	2.1
6, 10, 13	1.9
16< In < 400	1.6

Zaščita v primeru kratkega stika

Temeljni pogoj zaščite s samodejnim odklopom napajanja v TN sistemu je, da je okvarni tok, ki nastane pri popolnem kratkem stiku faznega vodnika z nevtralnim vodnikom, večji ali vsaj enak odklopnemu toku pripadajoče varovalke. Nazivni tok varovalke mora biti enak ali večji od (bremenskega) toka izvoda. Zaščitne naprave morajo biti sposobne prekiniti kratkostični tok, preden bi ta povzročil nevarnost, zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in spojih.

1. $I_k \geq I_i$, kjer je $I_k = \frac{U_f}{Z}$, $I_i = k \times I_{nv}$
2. $I_{nv} \geq I_b$, $I_b = \frac{U}{\sqrt{3} \times U_n \times cos\varphi}$

Z [Ω] – impedanca zanke
I_k [A] – kratkostični tok
U_f [V] – napetost prosti zemlji
I_{nv} [A] – nazivni tok varovalke
I_i [A] – izklopni tok varovalke
k – faktor 2,5 za varovalke
U_n [kV] – nazivna napetost
P [kW] – prenosna moč
cosφ – faktor moči
I_Z [A] – trajni zdržni tok vodnika ali kabla po SIST IEC 60364-4-43:2009
t_v [s] – čas izklopa (pregoretja) varovalke po "gL" karakteristiki varovalnih elementov iz proizvodnega programa ELEKTROELEMENT IZLAKE

Odklopni čas in minimalni presek vodnika

V skladu s Tehničnimi smernicami TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije) in standardom IEC 60364-4-43, je potrebno vsak kratkostični tok, ki se pojavi v katerikoli točki tokokroga, prekiniti v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature. Za kratke stike, ki trajajo do 5 s, za čas t v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike od najnižje dovoljene temperature v normalnem obratovanju, do mejne temperature. Odklopna zmogljivost zaščitne naprave ne sme biti manjša od pričakovanega kratkostičnega toka na mestu postavitve.

Kontrola minimalnega preseka voda se izračuna po enačbi:

$$\sqrt{t_{odk}} = k \cdot \frac{S_{min}}{I_{KSNN}} \rightarrow S_{min} = \frac{\sqrt{t_{odk}} \cdot I_{KSNN}}{k} \quad [mm^2]$$

k - faktor določen v standardu (za Al vodnike s PVC izolacijo (74), za Cu vodnike s PVC izolacijo (115))
t_{odk} [s] - max. odklopni čas zaščitne naprave
S_{min} [mm^2] - minimalni dopustni presek vodnika, pri katerem se vodnik v času t_{odk} segreje na dopustno temp. (PVC 70°C)
I_{KSNN} [A] - tok kratkega stika na NN zbiralkah

Pri zelo visokih kratkostičnih tokih, kjer so odklopni časi krajši od 5ms, je odločilna energija tista, ki steče skozi taljivi vložek (Joulov integral). Joulov integral je vrednost kvadrata toka za določen časovni interval ($I^2 \cdot t$) in merilo za energijo, katera steče skozi taljivi vložek ali zaščitno napravo. Za kratke stike, ki trajajo v času do 0,1sekund mora biti izpolnjen pogoj:

$$k^2 \cdot S^2 \geq I_{KSNN}^2 \cdot t_{odk}$$

Vrednosti niso definirane za:

- male vodnike (prereza manj kot 10mm2);
- trajanje kratkega stika čez 5s;
- druge vrste spoje vodnikov;
- gole vodnike;
- vodnike z mineralnim izolantom.

3.4.2 OZEMLJITVE

3.4.2.1 Izračuni ozemljitve

<u>Upornost ozemljila</u>

V omrežjih s kompenziranim tokom zemeljskega stika ozemljitvena upornost na obdelovalnih površinah, poleg prometnih cest in v naseljenih krajih ne sme presegati vrednosti:

$$R_u \leq \frac{U_{D2}}{I_Z} = \frac{180}{20} = 9\ \Omega$$

U_{D2} [V] – največja dopustna napetost ozemljitve v smislu točke 6.2.4.3, SIST EN 50341 – 1, krivulja U_{D2} , $t_f > 10s$.
U_{D1} [V] – največja dopustna napetost ozemljitve v smislu točke 6.2.4.3, SIST EN 50341 – 1, krivulja U_{D1} , $t_f > 10s$.
I_Z [A] – dejanski tok zemeljskega stika (ostali tok), ki teče na mestu zemeljskega stika

Potrebno dolžino valjanca izračunamo na osnovi ocenjene specifične upornosti tal 150 Ωm (orna zemlja 100, vlažen pesek 200, vlažen prod 500 Ωm):

$$I = 2{,}4 \times \frac{\rho}{R_u} = 2{,}4 \times \frac{150}{9} = 40\ m$$

Izračunani vrednosti dolžine valjanca FeZn 25 × 4 mm ustreza predpostavljena izvedba ozemljitve.

Dimenzioniranje ozemljitve zaradi vgradnje prenapetostnih odvodnikov

Prehodna upornost zaščitne (Rz) ozemljitve zaradi vgradnje prenapetostnih odvodnikov ne sme presegati 5 Ω. Potrebna dolžina valjanca za izvedbo 5 ohmske ozemljitve pri podani specifični upornosti tal 150 Ωm znaša:

$$I = kt \times \frac{\rho}{R_z} = 2{,}4 \times \frac{150}{5} = 72\ m$$

Izračunana vrednost dolžine valjanca FeZn 25 x 4 mm ustreza predpostavljeni izvedbi.

3.5 KONTROLA ZAŠČITNIH UKREPOV IN MERITVE

Po izvedbi elektroinštalacij so potrebni naslednji pregledi in meritve elektroinštalacij:

3.5.1 Preverjanje s pregledom

Električne inštalacije pregledujemo, ko so izklopljene, pregled pa obsega preverjanje:

1. zaščite pred električnim udarom,
2. ukrepov za zaščito vodnikov pred razširjenjem ognja,
3. izbire in nastavitve zaščitnih naprav,
4. brezhibnosti postavitve ustreznih stikal,
5. pravilne izbire opreme in zaščitnih ukrepov ,
6. prepoznavanje nevtralnega in zaščitnega vodnika,
7. obstoja shem in napisov,
8. prepoznavanje tokokrogov, varovalk, stikal, sponk in druge opreme,
9. povezave vodnikov,
10. izvedba izenačitve potenciala (glavne in dodatne),
11. vrste ozemljitvenega sistema glede na elektroenergetsko soglasje,
12. dostopnosti prostora za obratovanje in vzdrževanje,

3.5.2 Preizkusi in meritve

Splošne preizkuse je potrebno opraviti po naslednjem vrstnem redu:
1. neprekinjenost zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačitev potencialov,
2. preveriti delovanje zaščite z električno ločitvijo tokokrogov,
3. preveriti neprekinjenost ozemljitve prenapetostnih odvodnikov,
4. delovanje zaščite s samodejnim odklopom napajanja,
5. funkcionalnost,
6. pravilnost izvedbe zaščite pred električnim udarom,
7. odvod statične elektrine,

8. delovanje naprav za nadzorovanje preostalih/diferenčnih tokov,
9. delovanje naprav za nadzorovanje izolacijske upornosti (IT sistem).
Meritve je potrebno izvesti v skladu z SIST HD 60364-6. Morajo pa zajemati sledeče:
1. izolacijske upornosti med vodniki pod napetostjo (tudi N vodnikom), kjer je to mogoče,
2. izolacijske upornosti vodnikov pod napetostjo proti ozemljenemu PE (PEN) vodniku pri prvem preskusu
in pri periodičnih pregledih,
3. izolacije inštalacij s pregledom uhajavih tokov pri nazivni napetosti,
4. impedance okvarne zanke in kratkostične zanke ter ugotavljanje pravilnosti odklopnega časa zaščitnih naprav,
5. padca napetosti na vodnikih med razdelilnikom in najbolj oddaljeno točko tokokroga,
6. upornosti zaščitnega vodnika med razdelilnikom in glavnim izenačenjem potenciala,
7. pravilnosti delovanja zaščitnih naprav na preostali/ diferenčni tok,
8. najmanjše upornosti dotika z zemljo tujih prevodnih delov, ki niso povezani z zaščitnim vodnikom, vendar pri napajanju z nadzemnim vodom lahko preko njih pride do okvare med linijskim vodnikom in zemljo,
9. pravilnosti zaščitnih ali obratovalnih ozemljitev,
10. pravilnosti ozemljitev prenapetostnih odvodnikov,
11. napetosti koraka in dotika na robovih obsežnejših ozemljitvenih sistemov in na področju ozemljitev energetskih naprav,
12. zaščite pred električnim udarom v vseh priključnih točkah električne inštalacije,
13. od vodljivosti podov in druge zaščite pred statično elektrino,
14. upornosti tal in sten, kadar je kot zaščita pred električnim udarom uporabljena postavitev v neprevodne prostore,
15. izolacije ločilnih transformatorjev, kadar je kot ukrep za zaščito pred električnim udarom uporabljeno električno ločevanje,

3.5.3 Zapisnik o pregledu

Zapisnik o pregledu mora vsebovati podatke, iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preskusi in meritve glede na zgoraj navedeno. Vsaka meritev mora biti opremljena s podatki o preglednikih, inštrumentih in merilnih metodah. Merilni instrumenti morajo imeti potrdilo o umerjanju.
Pozitivna ocena je le, če rezultati vseh predvidenih pregledov in preskusov ustrezajo. Pri negativni oceni mora zapisnik vsebovati prilogo s seznamom odkritih neustreznosti in predvidenih ukrepov.

V primeru negativne ocene oziroma neustrezne inštalacije je treba po odkritih neustreznostih te odpraviti in s pregledom oziroma preizkusi in meritvami preveriti rezultate. To je treba ponavljati, dokler končni zapisnik ne da pozitivne ocene ustreznosti.
O vsem tem mora biti vedno obveščen lastnik ali upravljalec.
Kakršno koli poseganje v elektro omare in z njimi povezana postrojenja je prepovedano osebam, ki niso za to izobražene in pooblaščene!

3.6 GRAFIČNI IN TEHNIČNI PRIKAZI

3.6/1	Večpolna shema 24-045-004 ČN Brusnice
MN.1431871	Mnenje k projektu št. 1431871 (Elektro Ljubljana, d.d.)
3.6/2	Popis materiala in del
3.6/3	Popis materiala in del s projektantskim predračunom