## 3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA :


| | | |
|---|---|---|
| **3.1** | **NASLOVNA STRAN NAČRTA – PRILOGA 1C** | 1 |
| **3.2** | **KAZALO VSEBINE NAČRTA** | 2 |
| **3.3** | **TEHNIČNO POROČILO** | 3 |
| **3.4** | **PREOJEKTANTSKI POPIS S PREDIZMERAMI** | 21 |
| **3.5** | **RISBE** | 22 |

3.5.1 Situacija – NN 0,4kV, VN 20kV priključek in TP ČN Mirna Peč
3.5.2 Situacija – Elektroenergetski razvod izven in v območju ČN Mirna Peč
3.5.3 Tloris transformatorske postaje – ozemljitveni obroč
3.5.4 Tloris kabelskega jaška pred kompaktno transformatorsko postajo
3.5.5 Fasadi transformatorske postaje – pogled iz boka 1 in 2
3.5.6 Fasadi transformatorske postaje – pogled levo in desno
3.5.7 Tloris opreme – hermetični transformator
3.5.8 Vzdolžni prerez – gradbena jama
3.5.9 Prečni prerez – gradbena jama
3.5.10 Enopolna shema transformatorske postaje
3.5.11 Izgled NN 0,4kV razdelilne plošče
3.5.12 Blokovna sheme kabelske kanalizacije
3.5.13 Blokovna sheme razvoda SN 20kV voda
3.5.14 Detaj kabelskega jaška B.C. Ø1000mm
3.5.15 Detaj kabelskega jaška B.C. Ø1500mm
3.5.16 Detaj kabelskega jarka

# 3.3 TEHNIČNO POROČILO

Vsebina

3.3.1 Uvodni del……4
3.3.2 Splošni tehnični pogoji……....4
3.3.3 Predlog tehnične rešitve in obseg investicije……..5
3.3.4 Vzankanje nove transformatorske postaje……..6
3.3.5 Srednjenapetostna kabelska kanalizacija……7
3.3.6 Transformatorska postaja ČN Mirna Peč……8
3.3.7 Križanja SN infrastrukture……11
3.3.7.1 Komunalni vodi……12
3.3.7.2 Tangence s cestami……..13
3.3.7.3 Križanje s TK vodi……...13
3.3.7.4 Tangence z obstoječimi elektro vodi……...14
3.3.7.5 Transport in montaža……...14
3.3.7.6 Gradbeni del TP……...15
3.3.8 Izračuni……15
3.3.9 Končne določbe……..19

### 3.3.1 Uvodni del

Potrebno je izdelati PZI projektno dokumentacijo - načrt s področja elektrotehnike za izgradnjo transformatorske postaje TP ČN Mirna Peč, investitorja občina Mirna Peč, Trg 2, 8216 Mirna Peč. Trenutno NN 0,4kV električno omrežje ne dovoljuje priklop novih porabnikov. Za potrebe odjema nove čistilne naprave Mirna Peč je potrebno zgraditi novo transformatorsko postajo TP ČN Mirna Peč s priključkom 20kV vodom.

Obseg obdelave načrta električnih inštalacij in opreme:

- Transformatorska postaja
- Srednjenapetostna kabelska kanalizacija

Projekt je izdelan skladno z veljavno zakonodajo, tehničnimi predpisi, normativi in standardi. Vsa vgrajena oprema mora biti certificirana. Projektirane električne naprave ne povzročajo škodljivih vplivov na okolico.

Pri izgradnji je investitor dolžan zaprositi pristojni organ za tehnični pregled in urediti vso potrebno dokumentacijo za pridobitev uporabnega dovoljenja. Izvajalec je dolžan uporabiti material in opremo navedeno v projektu oziroma enakih karakteristik in kvalitete. Za vsa odstopanja od projekta v materialu ali tehnični izvedbi je potrebno soglasje nadzornega organa in projektanta. Spremembe je izvajalec dolžan vnesti v izvod načrta, ki bo služil za izdelavo projekta izvedenih del.

### 3.3.2 Splošni tehnični pogoji

Ti pogoji so sestavni del tehniške dokumentacije in jih je izvajalec pri gradnji dolžan upoštevati.

- Pri izvajanju elektromontažnih del morajo biti upoštevani veljavni predpisi, standardi, zakoni o varstvu in zdravju pri delu, kot tudi vse ostale zahteve in pogoji, ki so navedeni v tem projektu.

- Za vse spremembe v projektu, oziroma odstopanja od projektne dokumentacije mora izvajalec pridobiti pismeno soglasje projektne organizacije, ki je ta projekt izdelala oziroma nadzornega organa investitorja.

- Pred pričetkom mora izvajalec detajlno pregledati projekt in vse morebitne pripombe pravočasno posredovati nadzornemu organu preko gradbenega dnevnika.

- Vse spremembe in odstopanja od projektne dokumentacije, ki bodo nastale v času izvajanja, mora izvajalec vrisati v en izvod grafične dokumentacije in po zaključku del izdelati projekt izvedenih del.

- Med izvajanjem mora izvajalec voditi gradbeni dnevnik z vsemi z zakonom predpisanimi podatki.

- Vse zahteve in obrazložitve, tako s strani izvajalca kot s strani nadzornega organa se rešujejo preko gradbenega dnevnika.

- Električne napeljave in naprave morajo biti izdelane oziroma vgrajene tako, da zaradi vlage, mehanskih, kemičnih, toplotnih ali električnih vplivov ne bo ogrožena varnost ljudi, predmetov in obratovanja.

- Pri izvajanju je potrebno paziti, da se ne poškodujejo druge izvedene inštalacije. V kolikor je prišlo do poškodb jih mora izvajalec odpraviti na lastne stroške.

- Po končanih delih mora pooblaščeni merilni servis za izvajalca opraviti preizkus delovanja zaščite pred nevarno napetostjo dotika, oziroma kontrolo delovanja varovalk ter meritve izolacijske upornosti inštalacije. O vseh meritvah mora biti izdelan pismeni protokol, z vsemi potrebnimi podatki o merilcu, merilnih inštrumentih, merilnih metodah, merilnih pogojih in izmerjenih podatkih. Uporabniku objekta mora biti ob tehničnem pregledu predložen dokument z navodili o obratovanju in vzdrževanju elektroinštalacij v predmetnem objektu.

## Uporabljeni pravilniki

**Pravilnik o zahtevah za NN električne instalacije v stavbah (Ur. l. RS, št. 41/09, 2/12) v 13. členu** zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt.
Objekt se torej projektira po 7. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo tehnične smernice TSG-N-002:2021.

**Tudi Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS, št. 28/09, 2/12) v 11. členu** zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt.
Objekt se torej projektira po 5. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo tehnične smernice TSG-N-003:2021.

Tehnična smernica TSG-1-001:2019, Požarna varnost v stavbah.

### Izpolnjevanje zahtev Študije požarne varnosti

Za obravnavani objekt je bila izdelana Študija požarne varnosti, Feniks 2 d.o.o., PV 300-12/22, januar 2023.

## 3.3.3 Predlog tehnične rešitve in obseg investicije

S postavitvijo nove transformatorske postaje, bo možno zagotoviti kakovostno oskrbo z električno energijo novega objekta ČN Mirna Peč katera vključuje električne priključke splošnih porabnikov, tehnoloških porabnikov in fotovoltaične elektrarne. Lokacija kompaktne transformatorske postaje (tip TEN 2SF/24), je primerna in omogoča nemoten dostop s tovornim vozilom v času gradnje in za potrebe vzdrževanja postaje. Priključni 20 kV vod bo izveden podzemno. NN razvode se priključi na izvode nove transformatorske postaje.

## 3.3.4 Vzankanje nove transformatorske postaje

Obstoječi srednjenapetostni kabelski vod 20kV poteka ob cestišču ceste iz naselja Mirna Peč - Trg do betonskega droga postavljenega na parceli št. 836/2, k.o. 1451-Mirna Peč. Od droga naprej poteka v nadzemni izvedbi v smeri naselja Gorenji Podboršt občine Mirna Peč.

Obstoječi podzemni VN 20kV kabel NA2XS(F)2Y 3x1x70mm$^2$ se na betonskem drogu na parceli št. 836/2 k.o. 1451-Mirna Peč odklopi, ga delno odkoplje do predvidenaga novega jaška EKJ1 kjer se ga prereže ter z novim kablom NA2XS(FL)2Y 3x1x70mm$^2$ in kabelsko spojko podaljša preko kabelske kanalizacije do nove predvidene transformatorske postaje TP ČN Mirna Peč. Od nove transformatorske postaje se do betonskega droga postavljenega na parceli št. 836/2 k.o. 1451-Mirna Peč položi nov kabel NA2XS(F)2Y 3x1x70mm$^2$ tako, da bo nova transformatorska postaja vzankana v 20kV omrežje.

Nova trasa poteka kabla bo opremljena za novo kabelsko kanalizacijo, ki bo zgrajena iz treh energetskih cevi Ø160mm (Stigmaflex) ter tremi kabelskimi jaški iz betonske cevi Ø1500mm opremljenim z litoželeznim pokrovom 600x600mm, nosilnoti 400kN.

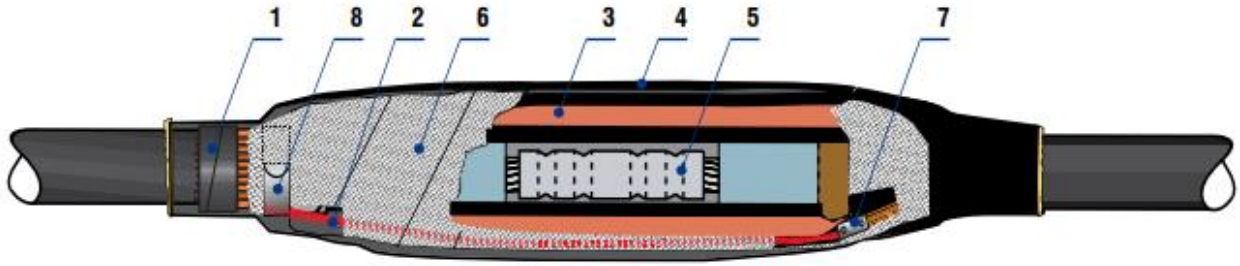
**Izvedba spajanja vodnika**

Kabelska spojka mora zagotoviti popolno tesnenje in dobro električno povezavo med obema koncema kablov. Zagotoviti mora poleg električne povezave tudi mehansko zaščito in zaščito pred vplivi okolja. Električni spoj se izvede z ustreznim veznim elementom. Celovit sistem spojk mora izpolnjevati naslednje splošne zahteve:

- mora biti uporaben za vse običajne zasnove kablov,
- zagotavljati mora možnost preproste in varne vgradnje brez posebnega proizvajalčevega uvajanja,
- omogočati vgradnjo brez posebnega orodja,
- zagotavljati kratko in kompaktno zasnovo, ki zagotavlja, da je mogoče kable z vgrajenimi spojkami vkopati ali vgraditi v kabelske jaške,
- zagotavljati mehansko trdnost, ki mora biti enaka kot jo ima plašč HDPE, da bi tako po potrebi omogočila vgradnjo brez polaganja v peščeno podlago,
- mora biti primeren za obratovanje v izjemnih okoliščinah pri temperaturi vodnika do 130°C,

- območje uporabe mora ustrezati številnim prerezom kablov kabelski pribor mora biti dobavljen v kompletu vključno z ustreznimi spojnimi tulci (vijačni ali kompresijski) za spajanje vodnika in kovinskega zaslona kabla.

Telo spojke je lahko iz silikonske ali EPDM gume in mora imeti integriran sistem električne zaščite. Zunanja cev je lahko v hladni (hladnokrčna in navlečni način) ali topli (toplokrčni) izvedbi, možna uporaba različnih vrst tulcev za 20kV napetost. Sestavo spojke podaja spodnja slika.




Okvirne dimenzije ter sestavi kabelske spojke (slika je simbolična):
1) tesnilni trak
2) Cu pleteni trak
3) telo spojke
4) skrčna cev – plašč
5) spojni tulec (vijačni ali na stiskanje)
6) mrežica zaslona
7) spojni tulec zaslona
8) vzmetni obroč

Kabelska spojka se v kabelskem jašku EKJ1 izdela po polaganju novega 20kV voda za vzankanje nove transformatorske postaje TP ČN Mirna Peč in po končanju postavitve transformatorske postaje z vso pripadajočo opremo. Potrebno bo zagotoviti breznapetostno stanje obstoječiv vodnikov za čas izdelave kabelske spojke. Pred prerezanjem kabla je potrebno ozemljiti oba konca kablovoda in preprečiti ponovni vklop v času del na kablovodu. Po končanih delih je potrebno izvesti visokonapetostne meritve na obeh kablovodih iz napajalne točke do nove transformatorske postaje TP ČN Mirna Peč in do končnega priključka na kablovodu. Po končanih uspešnih meritvah je potrebno izpeljati postopek ponovne vključitve skupnega kablovoda in obeh vodnih celic v novi transformatorski postaji TP ČN Mirna Peč.

Novi podzemni 20kV kabelski vod, bo potekal preko novih jaškov z oznako EKJ1, EKJ2 in EKJ3 dimenzije fi 1500mm, do nove transformatorske postaje TP ČN Mirna Peč, ki bo na parceli št. 698 k.o. 1451-Mirna Peč. Jašek z EKJ2 se postavi na dostopni poti do objekta parcele št. 678/2 k.o. 1451-Mirna Peč ter jašek EKJ3 pred transformatorsko postajo na parcelo št. 698 k.o. 1451-Mirna Peč.

Od nove transformatorske postaje ČN Mirna Peč, pa do obstoječega daljnovoda se položi novi VN 20kV kabel.

### 3.3.5 Srednjenapetostna kabelska kanalizacija

Nova kabelska kanalizacija za potrebe vzankanja nove transformatorske postaje TP ČN Mirna Peč v obstoječ SN vod bo potekala od novega kabelskega jaška EKJ1 na parceli št. 836/2 k.o. 1451-Mirna Peč do mesta nove transformatorske postaje, ki bo postavljena na parceli št. 698, k.o. 1451-Mirna Peč.

SN kabelska kanalizacija bo od obstoječega droga pa do novega kabelskega jaška EKJ1 sestavljena iz dveh energetskih cevi Ø160mm kamor bodo naknadno uvlečeni vodniki 3x NA2XS(FL)2Y 18/36kV 1x70mm2, ki bodo razporejeni v formacijo trikot.

SN kabelska kanalizacija od kabelskega jaška EKJ1, pa do kabelskega jaška EKJ3 postavljenega na parceli št. 698 k.o. 1451-Mirna Peč bo preko kabelskega jaška EKJ2 sestavljena iz energetskih cevi.

Kabelski jaški EKJ4 bo uporabljeni za razvod NN 0,4kV kablov. Na celotni kabelski trasi je potrebno cevi pod povoznimi površinami obbetonirati, cevi pa med seboj na razdalji 2m uporabiti distančnike.

Kabelski jarek, ki bo potekal od novega kabelskega jaška EKJ1 pa do transformatorske postaje bo globine 116mm in minimalne širine 80mm z ustreznim naklonom proti vrhu jarka, cevi pa bodo na minimalni globini 0,8m od temena cevi pa do nivelete terena. Pod in nad cevmi je potrebno dodati suhi beton v višini 10cm.

Nad celotno kabelsko kanalizacijo se položi ozemljitveni trak FeZn 25x4mm, ki se poveže z obstoječim ozemljitvenim trakom v kabelskem jašku EKJ1 preko križne sponke na eni strani in na drugi s krožnim ozemljilom nove transformatorske postaje. Nad ozemljitveni trak se nad SN in delih NN kabelske kanalizacije položi opozorilni trak z napisom »POZOR ENERGETSKI KABEL« ter nad TK kabelsko kanalizacijo »PAZI TK KABEL«.

SN kabelsko kanalizacijo sestavljajo tudi kabelski jaški. Kabelski jaški srednjenapetostne in nizkonapetostne kabelske kanalizacije bodo postavljeni na talno ploščo z drenažno odprtino dimenzij min. 20x20cm, ki se položi na podložni beton višine 10cm. Zgornji del kabelskega jaška bo sestavljala tipska armirano betonska plošča z grlom za litoželezni pokrov dimenzije 600x600mm, nosilnosti 400kN po tipizaciji Elektro Ljubljana d.d.

Cevi se v kabelske jaške položi preko cevnih trobentastih uvodnic za kabelske jaške. Cevna uvodnica je namenjena prehodu cevi skozi steno jaška. Uvodnice so trobentaste oblike in enakega premera kot cevi, dolžine (L) 500mm. Konec cevi uvodnice je na dolžini (T) 30÷40 mm razprt pod kotom cca. 30° v obliko trobente s polmerom krivljenja ca. 50 mm. Del s trobento je do roba vbetoniran v steno jaška.

## 3.3.6 Transformatorska postaja ČN Mirna Peč

### Splošno

Nova transformatorska postaja TP ČN Mirna Peč je tipske izvede IMP Ten - telekom 2SF/24 se bo postavila na parc. št. 698, k.o. 1451-Mirna Peč. Priklop na 20kV omrežje se izvede z izoliranim podzemnim vodom na obstoječ 20kV vod. Objekt transformatorske postaje se postavi na betonski temelj in bo iz armiranobetonskega ohišja z notranjim posluževanjem z dvema stranskima jaškoma. Tipski objekt transformatorske postaje je primarno namenjen za transformatorje moči do 250kVA. Za napajanje predvidenih novozgrajenih objektov bo zadostoval oljni transformator moči 160kVA, vendar se predvidi večje ohišje za primer povečanja kapacitet v prihodnosti.

### Gradbeni del TP sestavljajo montažno betonski elementi:

- kletni del je izdelan kot betonsko korito; kabelske zanke so izvedene v koritu temelja,
- velikost ohišja mora biti zasnovana za vgradnjo sodobne opreme, ki se uporablja v EU in v SLO distribuciji (merska odstopanja AB montažnih ohišij so za primere brez podanega razpona gabaritov lahko max. + 3% od podanih),
- kabelski prostor mora omogočati uporabo kabla z radijem krivljenja do 125cm. Svetla višina kabelskega prostora mora biti najmanj 80cm,
- na mestu kabelskega uvoda so vgrajena ustrezna tesnila v steni temelja,
- lovilec olja je iz vodo neprepustnega materiala, je izveden v sklopu ohišja transformatorske postaje,
- streha je ravna betonska z vodo neprepustnim in UV odpornim premazom ali dvokapnica s kritino značilno za lokalno področje (npr. bobrovec…),
- kompaktna transformatorska postaja je izdelana iz prašnobarvane pločevine,
- vsi elementi so izdelani iz materialov, ki ne potrebujejo vzdrževanja (beton, aluminij),
- transformatorski prostor z možnostjo namestitve transformatorjev moči 250kVA,

### Električni del TP 21/0,4 kV sestavljajo:

- SN stikalni blok; 8DJH-RRT compact, konektorski SN priključki za srednje napetosti 20kV, kompaktni SN stikalni blok z enosistemskimi zbiralkami, sestavljenega iz dveh vodnih polj in transformatorskega polja
- distribucijski transformator; TR 21/0,42kV hermetično zaprt, konektorski SN priključki, izolirani NN priključki.
- NN stikalni blok; 0,4kV, do 4 NN izvodov 400A .

## Transformatorski in skupni prostor:

- objekt nove transformatorske postaje Mirna Peč, tipa IMP Ten – telekom 2SF/24 bo kompaktne tipske izvedbe,
- v transformatorskem prostoru bo vstavljen oljni transformator 20/0,4kV, moči 160kVA postavljen na mreži nad lovilcem olja; od transformatorskega dela SN stikalnega bloka se položi visokonapetostni vodniki 3x NA2XS(FL)2Y 13/24kV 1x70mm2; tako na delu SN stikalnega bloka, kot tudi na delu transformatorja se priklopi ekran visokonapetostnega kabla s posebnimi ekranskimi kotnimi konektorji; od transformatorja pa do NN stikalni blok se nadometno položijo vodniki RV-K 1x150mm2, po 1 za posamezno fazo in za PEN vodnik; priklop na strani transformatorja se izvede s kabelskimi končniki, na nizkonapetostnem stikalnem bloku pa preko kabelskih čevljev direktno na odklopnik oz. na PEN zbiralko,
- NN stikalni sestav je zgrajen iz tokovnikov, odklopnikov in vertikalnih varovalčnih ločilnikov za 4 odvode.

## Ozemljitve in izenačitve potenciala:

Okoli nove transformatorske postaje Mirna Peč se izvede krožno ozemljilo z ozemljitvenim trakom Fe-Zn 25x4mm. Pri tem ozemljitvenem sistemu se izvedejo trije ozemljitveni obroči, kjer je prvi v vrsti na minimalni oddaljenosti 0,3m od objekta transformatorske postaje na globini 0,3m. Vsi obroči morajo biti na več mestih medsebojno povezani in združeni v en sistem. Iz prvega ozemljitvenega obroča se izvede več izpustov za priklop strelovodnega vodnika in ozemljitev notranjega obroča v samem objektu nove transformatorske postaje. Potencialno ozemljitev povežemo tudi z zaščitno ozemljitvijo. Vse stike kjer se zahteva zanesljiva prevodnost je potrebno izvesti z vzmetnimi oziroma zobatimi podložkami. Vsi spoji ozemljitvenih trakov v zemlji se premažejo s katranom ali zalijejo s plastično maso. Prav tako je potrebno ustrezno zaščititi vse prehode ozemljitvenega traku iz zemlje na oziroma v objekt transformatorske postaje.

V transformatorski postaji se povežejo vse kovinske mase kot so:

- vsi gradbeni kovinski elementi objekta,
- nosilci transformatorja,
- ogrodje nizkonapetostnega postroja,
- ogrodje srednjenapetostnega postroja,
- vse jeklene pločevine za prekritje,
- vrata in druge kovinske mase zunaj objekta.

## Nizkonapetostni stikalni blok 0,4kV:

Ohišje NN stikalnega bloka je izdelano v sklopu kompaktnega iz kovinskih profilov in pločevine, ki mu dajejo ustrezno togost in stabilnost. Polje je opremljeno po priloženi enopolni shemi, ki naj vsebuje: bremensko stikalo ali odklopnik, tokovne transformatorje, multimeter, termično zaščito, varovalke pomožnih tokokrogov, vertikalne varovalčne ločilnike, odvodnike prenapetosti in

zbiralke ustreznih presekov. Nizkonapetostni razdelilnik sestavljata dovodno in razvodno NN polje. V dovodnem polju so ustrezni merilni transformatorji 200/5 A, bremensko stikalo ali odklopnik in ostala oprema. Razvodna polja so opremljena z vertikalnimi varovalčnimi ločilniki (VVL) z NV (NH) varovalkami za enopolni ali tripolni izklop. Vsa NN oprema v TP je dimenzionirana glede na zahteve za zbiralke 0,4kV.

## Povezava med transformatorsko celico in transformatorjem:

Povezava med SN transformatorskim poljem in transformatorjem je izvedena s tremi 20kV enožilnimi kabli tip NA2XS(F)2Y 1x70/16mm2 20kV. Kabel se v transformatorskem polju in na transformatorju zaključi s kabelskimi ekraniziranimi kotnimi konektorji po GIZ TS-4. Pribor za kable 12/20/24kV. Ekran kablov je na obeh straneh priključen na zaščitno ozemljitev TP. Varovanje povezovalnih kablov in transformatorja bo izvedeno s SN varovalkami nameščenimi v transformatorskem polju. Kabli bodo s pomočjo nemagnetnih nosilcev pritrjeni na steno.

## Povezava med transformatorjem in NN stikalnim blokom 0,4kV:

Povezavo med NN priključki transformatorja in bremenskim stikalom oziroma priključnicami NN stikalnega bloka 0,4kV izvedemo z enožilnimi kabli s plaščem. Uporabimo kable z bakrenimi vodniki razreda 2 ali 5 ter izolacijo katere najvišja dovoljena temperatura naj znaša 90°C (npr. N2XY, H07RN , FG7R, …). Preseki povezovalnih kablov zadoščajo tokovnim obremenitvam nameščenih transformatorjev in nadaljnji možni povečavi do največje projektirane moči ohišja TP. Glede na mesto vgradnje ocenjujemo da so kabli izpostavljeni temperaturi okolice 45°C.
Kabli bodo na transformatorju in na dovodu dovodnega NN polja priklopljeni preko tunelskih izoliranih tokovnih sponk ali ustreznih standardiziranih priključnic.

## Varovanje transformatorja:

Transformatorsko zaščito se izvaja v skladu s pravilnikom o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj ter sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SODO). Osnovna zaščita distribucijskih transformatorjev je v vsakem tipu TP izvedena na maksimalno moč transformatorja, ki se vgradi v TP. Transformatorji nazivnih moči nad 160kVA morajo imeti tudi integrirano zaščito pred notranjo okvaro, ki deluje na izklopno tuljavo SN Tr celice. V kolikor ni drugače izvedeno se v TP, kjer imamo na NN izvodih priključene proizvodne vire energije, NN bremenskem stikalu ali NN odklopniku prigradi izklopno tuljavo tako, da v primeru delovanja zaščite izklopi proizvodni vir energije od sekundarja izklopljenega transformatorja.

### Zaščita pred prevelikim obremenilnim tokom:

Osnovni nivo zaščite pred prevelikim obremenilnim tokom za transformatorje velikosti od 250kVA do vključno 630kVA predstavlja Čebuljeva zaščita, ki deluje na izklop transformatorja na SN strani. Zaščita varuje transformator na sekundarni strani s posebno umerjenim bimetalnim relejem, ki vezan na sekundarno navitje nizkonapetostnih tokovnih transformatorjev (NTT) deluje na izklop SN bremenskega stikala preko izklopne tuljave s širokim območjem delovanja (30 do 115% Un). Pri tem SN varovalke ne smejo pregoreti.

### Zaščita vodov:

NN izhodni kabli bodo varovani z varovalkami pred kratkimi stiki in preobremenitvijo. NN odcepe je možno varovati z maksimalno 400 A varovalkami. Varovalke so vstavljene v varovalčnih letvah, ki omogočajo 3-polni izklop posameznega izvoda in preprečujejo neposredni zunanji dotik od delov pod napetostjo.

### Zaščita pred prenapetostmi:

20 kV kablovod in transformatorsko postajo ščitimo pred prenapetostmi s prenapetostnimi odvodniki, montiranimi na začetku podzemnega voda in v transformatorski postaji.

Montirani bodo kovinsko – oksidni odvodniki v polimernem ohišju za montažo na prostem z naslednjimi podatki:

- ustrezajo standardu IEC 99-4-
- nazivni odvodni tok 10 kA
- velik tokovni impulz 100 kA
- sposobnost absorpcije energije pri velikem tokovnem impulzu 5,3 kJ/kV
- enosmerna delovna napetost U=18 kV
- nazivna napetost U=24 kV

Ozemljitev prenapetostnih odvodnikov bo izvedena z združenimi ozemljitvami pri TP ČN Mirna Peč.

## 3.3.7 Križanja SN infrastrukture

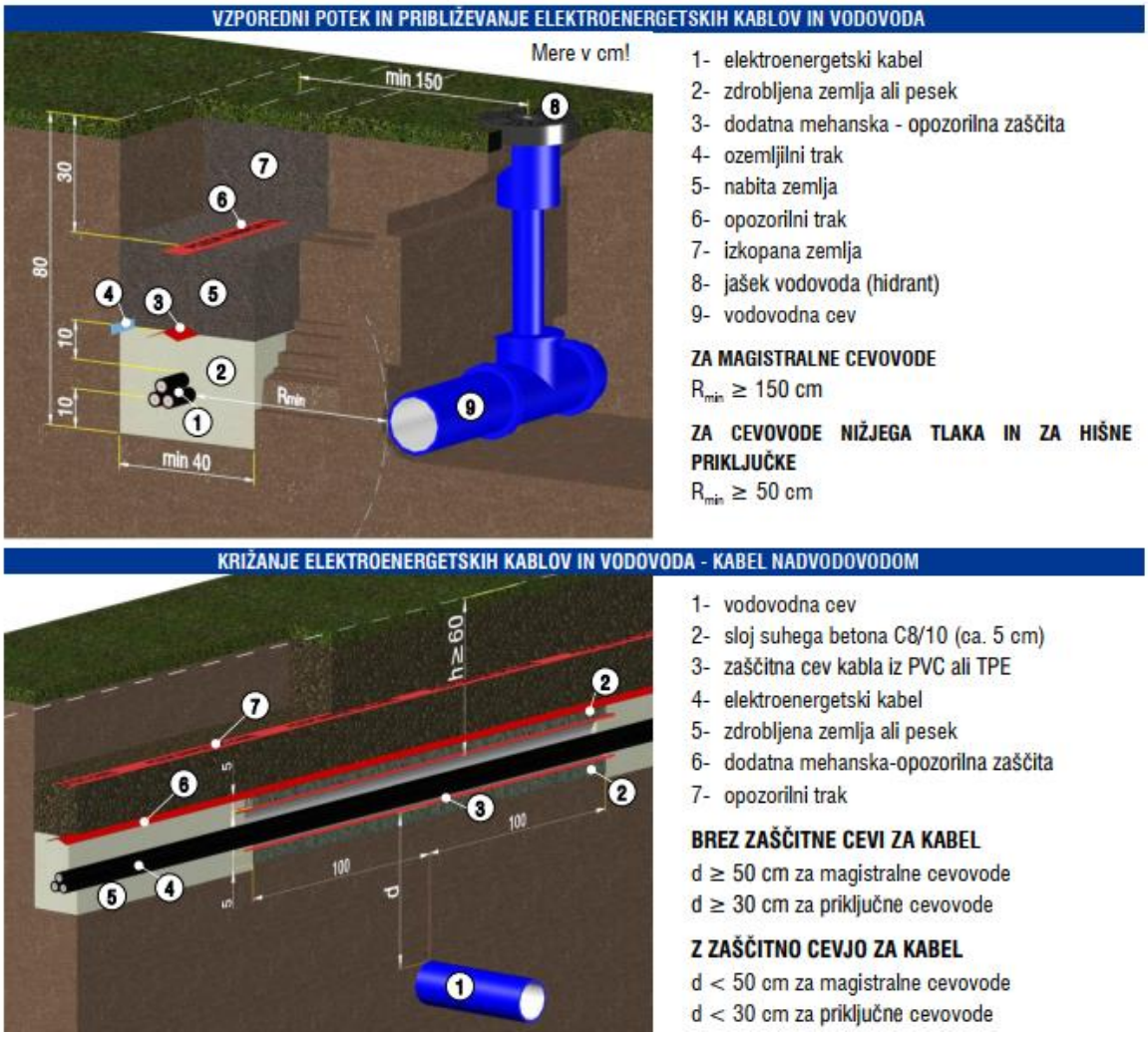
Tangence in križanja z obstoječimi in predvidenimi komunalnimi vodi morajo biti projektirana in izvedena skladno s projektnimi pogoji, ki jih zahtevajo upravljavci komunalnih naprav. Splošno morajo biti komunalni vodi, ki potekajo vzporedno s predvideno traso EKK, praviloma odmaknjeni 1 m od trase. Kadar navedenih pogojev ni mogoče zagotoviti, se odmik za vsak primer posebej dogovori z izvajalcem javne službe. Minimalne vertikalne razdalje komunalnih naprav, ki so tudi izhodišče za izvajanje križanj so podane v naslednji tabeli:

| VRSTA VODA | TK KABLI | ELEK. KABLI | VODOVOD | KANALIZACIJA | PLINOVOD |
|---|---|---|---|---|---|
| TK KABLI | - | 03-05 m | 0,5 m | 0,5 m | 0,5 m |
| ELEK. KABLI | 0,3-0,5 m | - | 0,5m | 0,5 m | 0,5 m |
| VODOVOD | 0,5 m | 0,5 m | - | 0,5 m | 0,3 m |
| KANALIZACIJA | 0,5 m | 0,5 m | 0,5 m | - | 0,3 m |
| PLINOVOD | 0,5 m | 0,5 m | 0,3 m | 0,3 m | - |

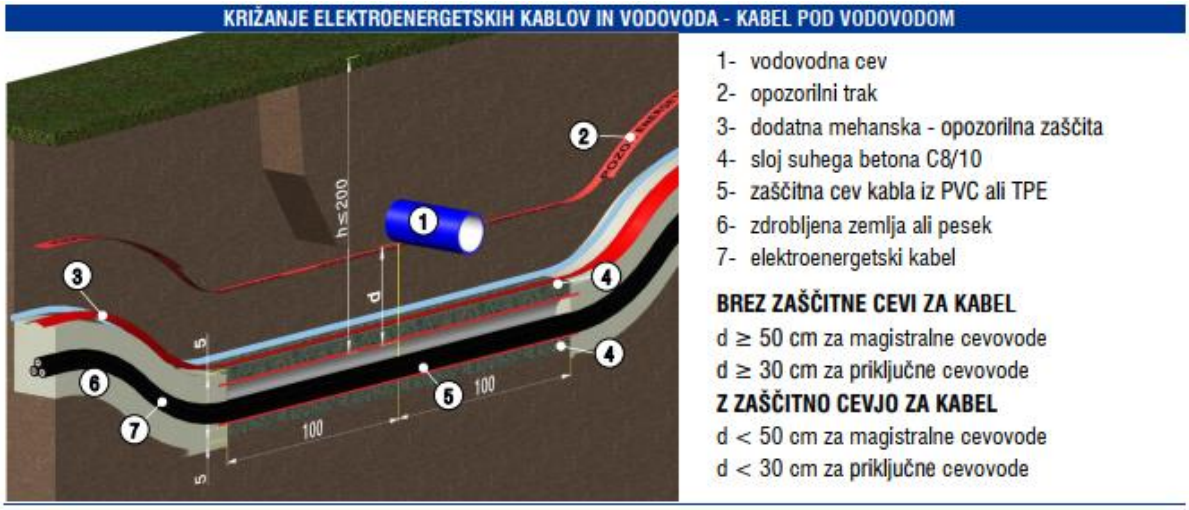
Vsa križanja in detajli so razvidni iz trasnega načrta 20 kV voda. Opisi posameznih križanj:

### 3.3.7.1 Komunalni vodi

Trasa kablovoda bo prečkala vodovod ali pa se mu približala. Parcela, na kateri se bo kablovod približal vodovodu oziroma ga križal poteka preko ceste (del katastrske občine 1451-Mirna Peč). Detajl križanja je razviden iz grafične priloge. Digitalne podatke o komunalnih vodih smo pridobili od Komunale Novo mesto. Dela ob, nad ali pod komunalnimi inštalacijami se morajo izvajati strojno/ročno. Pred pričetkom del je obvezen opredelitev (»odkaz«) komunalne inštalacije na območju novo projektiranih elektro vodov. Pri projektiranju in izgradnji 20 kV kablovoda bodo upoštevani veljavni tehnični predpisi, ki predpisujejo medsebojne odmike:




Slika 1: Pravila križanja ele. kablov in vodovoda




Slika 2: Pravila križanja ele. kablov in vodovoda

Vse eventualne poškodbe na komunalnih vodih, katere bodo nastale pri gradnji tega objekta, bremenijo investitorja.

### 3.3.7.2 Tangence s cestami

Nov 20 kV kablovod se bo tekom trase velikokrat približal cesti, jo prečkal ali celo potekal po njej. Trasa bo potekala od parcele št. 698 k.o. 1451-Mirna Peč, kjer bo postavljena nova TP ČN Mirna Peč. Novi kabelski vod bo nato potekal po cesti, kjer bo prečkal naslednje parcele:
par. št. 690/3 (k.o. 1451-Mirna Peč),
par. št. 680 (k.o. 1451-Mirna Peč),
par. št. 678/2 (k.o. 1451-Mirna Peč),
par. št. 675/3 (k.o. 1451-Mirna Peč),
par. št. 2895 (k.o. 1451-Mirna Peč),
do elektroenergetskega kabelskega jaška za VN 20kV vode, ki bo postavljen na parceli št. 836/2 (k.o. 1451-Mirna Peč).

V cesto bodo vkopane tri cevi Ø160mm. Vzdolž poteka cevi bodo nameščeni tudi kabelski jaški fi 1500mm pokrov LTŽ 600x600mm, nosilnosti 400kN.

V času gradnje bo promet na navedenih cestah (predvsem pri prekopih) oviran.

V primeru uničenja mejnikov, je le te investitor dolžan na svoje stroške po pooblaščeni organizaciji za geodetske meritve postaviti v prvotno stanje. Investitor odgovarja za vso škodo, povzročeno na materialu, objektih in ljudeh v času gradnje.

Po zaključku vseh del bo potrebno opraviti kvalitetni pregled vseh izvedenih del na zgoraj navedeni občinski cesti s pristojnimi organi občine Mirna Peč (in predstavnikom krajevne skupnosti).

### 3.3.7.3 Križanje s TK vodi

Na obravnavanem območju gradnje se nahaja obstoječa telekomunikacijsko (TK) omrežje - kabelska kanalizacija iz večih mikrocevi 18/14 mm, v kateri se nahajajo optični kabli oskrbnika Telekom Slovenije, d.d.
Pod asfaltno cesto, ki gre proti TP ČN Mirna Peč, se bo na parceli št. 678/2 in 675/3 k.o. 1451-Mirna Peč SN kablovod križal z obstoječim TK vodom.
Pri tem bodo upoštevani vsi veljavni tehnični predpisi, ki predpisujejo medsebojne odmike in križanja.
Pri približevanju in križanju z obstoječim TK omrežjem bodo upoštevani veljavni tehnični predpisi, standardi in tipizacije, ki predpisujejo medsebojne odmike:

- kot križanja mora biti pod kotom 90°, oz. ne manj kot 45°,
- minimalna razdalja med načrtovanim kablovodom in obstoječim TK omrežjem, pri vzporednem poteku 0,5 m, vertikalni odmik pri križanju pa vsaj 0,3 m.

Najmanj 20 dni pred pričetkom del mora investitor oziroma izvajalec obvestiti skrbniško službo TELEKOM Slovenije d.d. glede zakoličbe, terminske uskladitve ter nadzora nad izvajanjem del.
Gradbena dela v bližini TK omrežja je potrebno izvajati z ročnim izkopom, pred zasutjem gradbene jame na mestu tangence je potrebno obvestiti skrbniško službo.
Morebitne poškodbe TK omrežja in naprav je potrebno javiti lastniku, stroški poškodb in prestavitev bremenijo investitorja predmetnih del.




Slika 3: Pravila križanja ele. in TK vodov

### 3.3.7.4 Tangence z obstoječimi elektro vodi

Na območju, kjer bo potekal nov 20 kV kablovod se večkrat približa nizkonapetostnem omrežju ali pa ga križa. Pod asfaltno cesto na parcelah 675/3 (k.o. 1451-Mirna Peč) bo novi SN kablovod križal nizkonapetostni elektro vod, ki poteka preko ceste do PMO omarice odjemalca. Naslednje križanje z nizkonapetostnim vodom bo ob cestišču na parceli št. 836/2 (k.o. 1451-Mirna Peč).

### 3.3.7.5 Transport in montaža

Nakladanje, transport in razkladanje je možno z vsemi transportnimi sredstvi, nosilnosti več kot 7 ton. Ker so vsi elementi elektro postroja opremljeni z dvižnimi kljukami, je za nakladanje najprimernejše avto dvigalo.

### 3.3.7.6 Gradbeni del TP

Temelj za transformatorsko postajo je utrjena podlaga s peščeno posteljico ali betonirano podlago. Do gradbene jame se izkoplje jarke za kable (PVC cevi) in ozemljitev, za dovode SN kablov se ob TP namesti kineta ali betonski jašek.
Po končani postavitvi postaje in elektromontažnih delih se gradbena jama zasuje z izkopanim materialom in okolico transformatorske postaje uredi. Okoli TP se postavi prane betonske (kulir) plošče. Uredi se tudi oporni zid – škarpa.

## 3.3.8 Izračuni

### Izračun transformatorja:

Potrebno moč transformatorja izračunamo na podlagi naslednje formule:

Psk – instalirana moč (kW)
cosφ – je določen glede na strukturo odjemalcev in znaša:

- 0,95 – 1,0 za čista stanovanjska naselja
- 0,9 – 0,95 za podeželska naselja in mešani odjem
- < 0,9 posebni primeri

Potrebna moč transformatorja:
TP ČN Mirna Peč:

$$S_{tr1} = \frac{P_{sk1}}{cos\,\phi}(kVA) = \frac{72\ kW}{0{,}95} = 70{,}7\ kVA + 30\%\ rezerva$$

$$\mathbf{S_{tr1} = 98{,}52\ kW}$$

Glede na izračunano potrebno moč je potrebno vgraditi transformator 21/0,42 kV moči **160 kVA**.

## Tok kratkega stika na 21kV strani:

Efektivno vrednost izmenične komponente udarnega toka kratkega stika izračunamo na osnovi podatka, da je kratkostična moč v 20 kV omrežju enaka ali manjša od 250 MVA.
Ta vrednost v bližnji bodočnosti na področju EGS ne bo presežena.

Pri izračunih smo koristili sledečo literaturo:

- Kaiser, Elektrotehnični priročnik
- R. Končar, Tehnični priročnik
- Siemens, Tehnični priročnik (Hanbuch)
- BBC, Tehnični priročnik (Handbuch)

Vrednost izmeničnega udarnega toka kratkega stika:

$$I_{k20''} = \frac{P_{k20''}}{\sqrt{3} * U} = \frac{630}{\sqrt{3} * 20} = 18{,}2kA$$

Amplituda udarnega toka kratkega stika:

$$I_{ku20} = \sqrt{2} * k * I_{k20''} = \sqrt{2} * 1{,}8 * 18{,}2 = 46{,}3kA$$

$I_{ku20} = 46{,}3kA < I_{ku20''}$; celice 50 kA

Faktor k je odvisen od odnosa R/x kratkostične zanke. Izračun je izveden za najneugodnejši primer (k = 1,8). V praksi se računa z manjšo vrednostjo in sicer cca 1,65.
Trajni izklopni tok kratkega stika:

$$I_{k20} = u * I_{k20''} = 0{,}8 * 18{,}2 = 14{,}6kA$$

V primeru, da je kratek stik zelo daleč, tedaj je Ik'' = Ik. Faktor u je odvisen od razdalje vira napajanja kratkega stika, odnosno je funkcija Ik20'' / In20 nazivni tok generatorja, ki napaja kratek stik. Izračun je izveden za primer, ko je ta odnos 3.5 pri totalnem času odklopa kratkega stika (čas reagiranja zaščite in čas izklopa močnostnega odklopnika, ki napaja kratek stik cca 300 ms). Isto velja tudi za 10 kV mrežo. V tem primeru je u = 0.8 .
Efektivna srednja vrednost toka kratkega stika je parameter, s katerim so dejansko obremenjeni aparati, zbiralnice in naprave v omrežju do izklopa kratkega stika. Ta vrednost upošteva še enosmerno prehodno komponento prehodnega pojava.

$$I_{ef20} = I_{k20} * \sqrt{(m+n)} = 18{,}2 * \sqrt{(0{,}18 + 0{,}95)} = 19{,}3kA$$

Za čas izklopa RTP 300 ms po Kaiserju stran 589

m = 0,18 in n = 0,95 za k = 1,8 in $\frac{I_{k20''}}{I_{k20}} = 1{,}25$

Termični tok (0,5 sek., max. čas delovanja zaščite) kratkega stika na 20 kV strani je tako:

$$I_{t20} = I_{ef20} * \sqrt{t} = 19{,}3 * 0{,}5 = 9{,}65 < 20kA$$

## Dimenzioniranje ostale SN opreme:

SN kabel, ki povezuje SN transformatorsko celico z SN priključkom transformatorja, dimenzioniramo z ozirom na omenjeni tok (Io) VV varovalke in čas izklapljanja iste.

$I_{o20} = f * I_{kIo}\ 0 = 1,1 * 136,5 = 150,15$ kA

IkIo je maksimalni efektivni tok, ki se pojavi tik preden varovalka prekine kratek stik, če je izmenična komponenta kratkega stika 19,3 kA.
Pri uporabljeni 20 kV varovalki 200 A je IkIo = 136,5
Za naš primer Ik20'' = 19,3 kA je f = 1,1

Na osnovi tega parametra izračunamo minimalni presek uporabljenega VN PVC Al kabla z ozirom na izklop varovalke v času to = 0,01 sek. Praktični čas izklopa je daleč manjši.

$$A_{min} = C_1 * I_{20} * \sqrt{0,01} = 13,3 * 19,3 * \sqrt{0,01} = 25,7 \text{mm}^2$$

C1 za Al kabel izoliran s polietilen izolacijo je 13,3.

Ker smo izbrali za 160kVA transformator 20 kV $I_n$ = 231A pri 20 kV za povezavo stikalo - transformator kabel NA2XS(FL)2Y 18/36kV 1x150 $mm^2$ vidimo, da ta kabel odgovarja danim zahtevam.

## Izračun ozemljitev:

1.) Izračun ozemljitve:

Kot zaščita proti napetosti dotika predviden TN-C sistem ozemljitve (SIST EN 62305-4). Ker sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni, dopustna napetost dotika ne sme presegati:

I. 50 V pri izolirani ničelni točki transformatorja (tok zemeljskega stika znaša: Iz = 60 A)
II. 175 V in t = 0,6 sek. pri ozemljeni ničelni točki preko upora (tok zemeljskega stika znaša: Iz = 150 A)

Pri dopustni napetosti dotika:

I. Ud = 50 V

Iz = 60 A

$$Rz = \frac{Ud}{Iz} = \frac{50}{60} = 0,833\,\Omega$$

$$R_z = \frac{Ud}{Iz} = \frac{175}{150} = 1,16\Omega$$

II. Ud = 175 V, t = 0,6 s

Iz = 150 A

Sistem ozemljitve sestavljata:

- osnovna ozemljitev transformatorske postaje
- ozemljitev, ki jo predstavljajo ozemljitve kabelskega omrežja

2.) Osnovna ozemljitev:

Osnovna ozemljitev je predvidena s kombinacijo trakastih (Fe - Zn 25 x 4 mm) ozemljil. Ozemljila so vkopana v zemljo. Napetostni potencial okoli TP-ja oblikujemo s tremi obroči okoli TP in štiri kraki.

Kontrolni izračun za TP:

$$R_{ponTP} = \frac{\rho}{2 * \pi * l} ln \frac{l^2}{H * d} = 2{,}05\Omega$$

kjer je:
$\rho$ -specifična upornost zemlje 100 Ω m-ocenjeno
$l$ -skupna dolžina trakov v m (za izračun R: $l$ =65+23+12=100m; +500=600m)
$H$ -globina vkopa ozemljil 1m
$d$ -računski premer vodnika 0,025 m

3.) Ozemljitve NN mreže

Ponikalna upornost na obravnavanem mestu:

$$R_{odv} = \frac{\rho}{2 * \pi * l} ln \frac{l^2}{H * d} = 0{,}44\Omega$$

Ker je napetost v napetostnem lijaku ozemljila pri TP, je njena dejanska upornost za faktor 2,3 večja od nadomestne upornosti:

$$R_{NN} = R_{odv} * 2{,}3 = 1{,}012\Omega$$

3.) Kontrola združene ozemljitve:

Pravilnik o tehniških normativih za zaščito NN omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj, predpisuje, da napetost ozemljila pri izklopnem času 0,3s ne sme presegati 105 V. Iz tega sledi kot kaže izračun da $R_{zdr}$ ne sme presegati 0,7 Ω.

Kontrola združene ozemljitve TP:

$$R_{zdr} = \frac{1}{\frac{1}{R_{ponTP}} + \frac{1}{R_{NN}}} = 0{,}67\Omega$$

## 3.3.9 Končne določbe

1. Investitor je dolžan organizirati strokovni nadzor nad izvedbo elektroinštalacij že pred pričetkom del.

2. Izvajalec del mora pri izvedbi upoštevati veljavne tehnične predpise in normative za tovrstno instalacijo.

3. Izvajalec del je dolžan, da dela izvede strokovno in kvalitetno.

4. Ves uporabljeni instalacijski material mora ustrezati veljavnim standardom.

5. Na mestih, kjer so vodniki izpostavljeni mehanskim poškodbam, morajo vodniki imeti mehansko zaščito.

6. V zemljo je dovoljeno polagati samo vode, ki so po standardih namenjeni za polaganje v zemljo.

7. Polmer krivine kabla ne sme biti manjši od 15 kratnega premera kabla.

8. Instalacijo je potrebno preizkusiti na izolacijsko trdnost, ki mora biti najmanj 1000 Ω/V obratovalne napetosti.

9. Omaro je potrebno predpisano opremiti s puščico, navedbo napetosti in frekvence ter identifikacijo. Varovalke morajo biti opremljene z ustreznimi napisi vložkov, namembnosti tokokroga in prereza vodnika.

10. Pred pričetkom obratovanja je potrebno preizkusiti delovanje zaščite pred previsoko napetostjo dotika.

11. Posebno pozornost je potrebno posvetiti spajanju zaščitnega vodnika.

12. V omari mora biti ustrezna tripolna shema, ki se mora ujemati z dejanskim stanjem.

13. Ob dokončanju montažnih del, mora izvajalec opraviti kontrolo in verifikacijo lastnosti izvedenih elektro instalacij v skladu s Pravilnikom o tehničnim normativih za nizkonapetostne električne instalacije, ki se sestoji iz:

    a.) Preverjanje s pregledom
    - zaščita pred električnim udarom,
    - ukrepi za zaščito vodnikov pred razširjanjem ognja in termičnimi vplivi in trajno dovoljene obremenitve in dovoljeni padec napetosti,
    - izbira in nastavitev zaščitnih naprav,
    - postavitev ustreznih stikalnih naprav,
    - izbira opreme in zaščitnih ukrepov glede na zunanje vplive,
    - identifikacija nevtralnega in zaščitnega vodnika,
    - enopolne in krmilne sheme in napisne ploščice v razdelilcih,
    - povezave, stiki vodnikov,
    - dostopnost za potrebe obratovanja in vzdrževanja.

b.) Preizkušnja el. instalacije
- neprekinjenost zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega za izenačevanje potenciala,
- meritev izolacijske upornosti instalacije,
- preizkus zaščite z ločevanjem tokokrogov,
- meritev upornosti tal,
- preizkus funkcionalnosti elektro instalacij.

14. Potrebno je izdelati projekt izvedbenih del in ga predati uporabniku - investitorju.

## 3.4 PROJEKTANSKI POPIS S PREDIZMERAMI

## 3.5 RISBE


3.5.1 Situacija – NN 0,4kV, VN 20kV priključek in TP ČN Mirna Peč
3.5.2 Situacija – Elektroenergetski razvod izven in v območju ČN Mirna Peč
3.5.3 Tloris transformatorske postaje – ozemljitveni obroč
3.5.4 Tloris kabelskega jaška pred kompaktno transformatorsko postajo
3.5.5 Fasadi transformatorske postaje – pogled iz boka 1 in 2
3.5.6 Fasadi transformatorske postaje – pogled levo in desno
3.5.7 Tloris opreme – hermetični transformator
3.5.8 Vzdolžni prerez – gradbena jama
3.5.9 Prečni prerez – gradbena jama
3.5.10 Enopolna shema transformatorske postaje
3.5.11 Izgled NN 0,4kV razdelilne plošče
3.5.12 Blokovna sheme kabelske kanalizacije
3.5.13 Blokovna sheme razvoda SN 20kV voda
3.5.14 Detaj kabelskega jaška B.C. Ø1000mm
3.5.15 Detaj kabelskega jaška B.C. Ø1500mm
3.5.16 Detaj kabelskega jarka