projektiva gorica

**Projektiva Gorica d.o.o.**
podjetje za projektiranje in investitorski inženiring

Prvomajska ulica 37
5000 Nova Gorica, Slovenija
t.: +386 (0)5 330 52 00
f.: +386 (0)5 330 52 10
e.: info@projektiva-gorica.si
www.projektiva-gorica.si

## 4.1. NASLOVNA STRAN

# 4/1. NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

Investitor: MESTNA OBČINA NOVA GORICA
TRG EDVARDA KARDELJA 1
5000 NOVA GORICA

Objekt: PODRUŽNIČNA ŠOLA LEDINE (FAZA 1)

Vrsta projektne dokumentacije **PROJEKT ZA IZVEDBO**
Za gradnjo: **DOZIDAVA IN REKONSTRUKCIJA**
Projektant: **PROJEKTIVA GORICA D.O.O.,**
PRVOMAJSKA ULICA 37, 5000 NOVA GORICA
Direktor: Mitja Kristančič, u.d.i.a.
Žig in podpis:

Odg. projektant: PRIMOŽ POJE, univ.dipl.inž.el., IZS E-1384
Osebni žig in podpis:

Št. načrta **2740-E**

Št. izvoda 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Kraj in datum izdelave načrta: Nova Gorica, December 2010

Odg. vodja projekta: MOJCA MAGAJNE, univ.dipl.inž. arh.., ZAPS A-0913

projektiva gorica

**Projektiva Gorica d.o.o.**
podjetje za projektiranje in investitorski inženiring

Prvomajska ulica 37
5000 Nova Gorica, Slovenija
t.: +386 (0)5 330 52 00
f.: +386 (0)5 330 52 10
e.: info@projektiva-gorica.si
www.projektiva-gorica.si

Osebni žig in podpis:

projektiva gorica

**Projektiva Gorica d.o.o.**
podjetje za projektiranje in investitorski inženiring

Prvomajska ulica 37
5000 Nova Gorica, Slovenija
t.: +386 (0)5 330 52 00
f.: +386 (0)5 330 52 10
e.: info@projektiva-gorica.si
www.projektiva-gorica.si

## 4.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME ŠT. 2740-E


| | |
|---|---|
| 4.1. | Naslovna stran |
| 4.2. | Kazalo vsebine načrta |
| 4.3. | Tehnično poročilo |
| 4.4. | Risbe |
| | |
| 4.4.1 | Pritličje – moč |
| 4.4.2 | 1Nadstropje, streha – moč |
| 4.4.3 | Pritličje – splošna in zasilna razsvetljava |
| 4.4.4 | 1Nadstropje – splošna in zasilna razsvetljava |
| 4.4.5 | Pritličje – univerzalno ožičenje |
| 4.4.6 | 1Nadstropje – univerzalno ožičenje, ktv |
| 4.4.7 | Pritličje – splošno ozvočenje |
| 4.4.8 | 1Nadstropje – splošno ozvočenje |
| 4.4.9 | Pritličje – požarno javljanje |
| 4.4.10 | 1Nadstropje – požarno javljanje |
| 4.4.11 | Temeljno in tračno ozemljilo |
| 4.4.12 | Strelovod – streha |
| 4.4.13 | Shema požarnega javljanja – zanka 2 |
| 4.4.14 | Shema univerzalnega ožičenja |
| 4.4.15 | Shema NN razvoda |
| 4.4.16 | Enopolna shema R-DV |
| 4.4.17 | Enopolna shema R-TV |
| 4.4.18 | Shema TV inštalacije |
| 4.4.19 | Shema splošnega ozvočenja šole |
| 4.4.20 | Shema ozvočenja telovadnice |
| 4.4.21 | Shema ozvočenja večnamenske dvorane |
| 4.4.22 | Shema videoprojekcijske opreme športne dvorane |
| 4.4.23 | Shema izenačitve potencialov |
| 4.4.24 | Koordinirana SPD zaščita faza 1 |
| 4.4.25 | Električne povezave za talno gretje dvorane |
| 4.4.26 | Shema zasilne razsvetljave |

## 4.3 TEHNIČNO POROČILO

### 1. SPLOŠNO

Načrt za izvedbo (PZI) obravnava električno inštalacijo za podružnično osnovno šolo Ledine. Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na podlagi novih pravilnikov: Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur.l. RS, št. 41/1.6.2009) in Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.l. RS, št. 28/10.4.2009). Poleg navedenih pravilnikov so se upoštevali še spodaj našteti pravilniki:

- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah Ur.l.RS, št. 52/2010
- Tehnična smernica TSG-1-011:2007, Požarna varnost v stavbah, Ur.l.RS, št. 14/07
- Tehnična smernica TSG-N-002:2009, Nizkonapetostne električne inštalacije Ur.l.RS, št. 41/09
- Tehnična smernica TSG-N-003:2009, Zaščita pred delovanjem strele Ur.l.RS, št. 28/09

Gradnja objekta se bo izvajala v treh fazah in sicer:

- Faza 1: je predvidena izvedba športne dvorane z garderobami in večnamensko dvorano. V omenjeni fazi se izede vgradnja glavnega razdelilnika za dvorano R-DV ter omare R-TV za morebitno reportažno vozilo v primeru snemanja predstav,... V prostoru »shramba« pri večnamenski dvorani v nadstropju se izvede komunikacijsko vozlišče KV-2 za potrebe športne dvorane. Napajanje omare R-DV in R-TV se izvede iz glavne obstoječe razdelilne omare GR v katero se v fazi 1 dogradijo dodatni NN izvodi (varovalčni ločilniki). Napajalna kabla za R-DV in R-TV bosta potekala po kabelski kanalizaciji ki se bo delno izvedba va fazi 2 ter delno v fazi 1.

### 2. NAPAJANJE OBJEKTA

Je obstoječe in se preuredi v fazi 2.

### 3. IZVEDBA ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

Na hodniku dvorane se vgradi n/o omara R-DV ki bo skrita v oblogi hodnika (lesena vrata). Omara R-DV se bo napajala iz obstoječe GR v katero se je v fazi 2 dogradil varovalčni ločilnik za razdelilno omaro dvorane. Na JV fasadi dvorane se vgradi p/o inox omara R-TV ki se bo prav napajala iz obstoječe omare GR. Za napajanje omare R-DV in R-TV se izvede

kabelska kanalizacija s cevjo stigmaflex fi 110mm. Celotna električna inštalacija se izvede deloma podometno z inštalacijskimi cevmi RBT in RFS, položenimi v AB stene in strop, razen v delu hodnikov, kjer je predviden spuščeni strop, se morajo inštalacijske cevi pritrditi na strop s perforiranim trakom. Vsa inštalacija v spuščenem stropu se mora izvesti s cevmi zaradi morebitne kasnejše nadgradnje inštalacije. Vertikalni razvod po nadstropjih se izvede z ustreznim številom cevi in ustreznimi razvodnimi dozami (glej risbe). Inštalacija v jašku dvigala se v celoti izvede nadometno s PNT cevmi. Vsi prehodi inštalacij skozi požarne sektorje morajo biti požarno zatesnjeni s požarnim silikonom in požarnimi vrečkami. Tesnenje prebojev cevi skozi meje požarnih sektorjev mora biti izvedeno skladno s SIST EN 1366-3. Požarna odpornost prebojev mora biti enaka kot so mejni kostrukcijski elementi. V kabelskih kinetah ne sme biti poleg električnih inštalacij drugih napeljav (vodovod,..). Uporabljeni elektro material mora biti takšne kvalitete, da ustreza zahtevam po prepovedi sproščanja toksičnih plinov v primeru gorenja.
Število in dimenzije cevi ter ostali potrebni podatki so navedeni v risbah PZI načrta!

## 4. SPLOŠNA IN ZASILNA RAZSVETLJAVA

SPLOŠNA RAZSVETLJAVA: Predvidena je razsvetljava s fluorescentnimi sijalkami in varčnimi žarnicami. Vse fluorescentne svetilke morajo biti opremljene z elektronsko predstikalno napravo. Sijalke naj bodo plinske, tople barve. Prižiganje razsvetljave v objektu se bo izvajalo lokalno s stikali modularne izvedbe, ki bodo nameščene na višini 1,2m od tal. Prižiganje razsvetljave hodnikov, stopnišča, garderob in sanitarij se izvede s senzorji 180° in 360° stopinjskim kotom pokritja in morajo imeti domet 12m. Razsvetljavo velike dvorane se izvede z reflektorji 250W HQI, ki se bodo prižigali iz stikalnega tabloja (STB) v shrambi dvorane (pritličje).
Najvišja dovoljena povprečna gostota moči svetilk na enoto uporabne površine je prikazana v spodnji tabeli:

| Prostor | Dovoljena vrednost (W/m$^2$) | Dejanska izračun. vrednost (W/m$^2$) |
|---|---|---|
| ŠPORTNA DOVRANA | 12 | 11,8 |
| VZGOJNO IZOBRAŽEVALNO DELO | 13 | 11,2 |

Pri projektiranju so bili upoštevani veljavni predpisi in priporočila SDR PR 4/1 in PR 4/2 za tovrstne prostore, priporočila za osnovne šole in pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 93/2008). Svetlobna telesa so izbrana na osnovi izračuna osvetljenosti na nivoju 0,85 m od tal. Svetilke so locirane in izbrane glede na svetlobnotehnični izračun. Tip oziroma izgled svetilk se je izbral na podlagi želja in zahtev investitorja in arhitekta. Vsi potrebni svetlobnotehnični izračuni so priloženi v poglavju »Priloge«.

ZASILNA RAZSVETLJAVA: Zasilna razsvetljava je razdeljena na pomožno in varnostno razsvetljavo. Pomožna razsvetljava je sestavni del splošne razsvetljave, varnostna je samostojna svetilka z lastnim AKU. Izvede se jo skladno s študijo požarne varnosti, ki jo je izdelalo podjetje Lozej d.o.o.To je razsvetljava za varno evakuacijo ljudi v primeru naravnih ali drugih nesreč. Zasilna razsvetljava bo omogočala orientacijo v prostorih, v katerih se giblje ali mudi večje število ljudi. Ob izpadu električnega omrežja se mora zasilna razsvetljava avtomatično preklopiti na akumulatorsko baterijo v času, ki ni daljši od 3-h sekund, tako da se prepreči panika in da se omogoči varna evakuacija ljudi. Osvetljenost evakuacijskih poti mora biti minimalno 1 lux, na evakuacijskih stopniščih mora biti minimalno 3 lux, pri gasilnih aparatih, hidrantih in tipkalih ročnih javljalnikov požara minimalno 5 luxov. Svetilke varnostne razsvetljave morajo biti posebej vidno označene in nameščene nad vrati, na poteh za umik, tako da omogočijo, da ljudje po najkrajši poti zapustijo ogroženo mesto in odidejo na prosto. Vrata, evakuacijske poti in izhodi se označijo s standardnimi varnostnimi znaki (označba bežečega človeka s smerjo evakuacije – označba mora biti bele barve na zeleni podlagi), vidnimi podnevi in ponoči (SIST 1013 – požarna zaščita, varnostni znaki, evakuacijska pot). Montažna višina varnostnih znakov naj bo 2,0-2,5 metra od tal, označba naj bo navpična in je lahko:

- prilepljena na svetilkah,
- pritrjena na zid,
- visi samostojno na stropu.

Za objekt so predvidene svetilke z vgrajenimi NiCd akumulatorji za enourno delovanje. Svetilke morajo biti označene z oznako stikalnega bloka in številko tokokroga iz katerega se napajajo ter zaporedno številko svetilke. Označba mora biti rdeče barve. Preizkus varnostne razsvetljave se bo vršil preko stikala za preizkus ki bo nameščeno samo v eni omari za vsako fazo ločeno. Vsi potrebni svetlobnotehnični izračuni so priloženi v poglavju »Priloge«.

## 5. SIGNALNO KOMUNIKACIJSKA INŠTALACIJA – TELEFON, RTV, POŽARNO JAVLJANJE, SPLOŠNO OZVOČENJE, PROTIVLOMNO VAROVANJE

**Telefonska in računalniška inštalacija:** V prostoru »shramba« pri večnamenski dvorani v nadstropju se izvede komunikacijsko vozlišče KV-2 za potrebe športne dvorane. Komunikacijsko vozlišče KV-2 se z GKV v obstoječem delu poveže s kablom 3x UTP Cat6. Za razvod telefonske instalacije se izvede cevna instalacija z ustrenim številom inštalacijskih cevi ustrezne dimenzije v katere se bodo položili kabli UTP Cat 6. Vse telefonske vtičnice naj bodo RJ45 Cat6 ter nameščene na isti višini kot močnostne vtičnice, montirane v p/o dozi ali parapetnem kanalu. Vse vertikale za razvod TK instalacije se izvedejo z ustreznim številom p/o inštalacijskih cevi in ustrezno podometno razvodno dozo.

**Za razvod TV instalacije:** se izvede cevna instalcija s p/o inštalacijskimi cevmi v katere se položi koaksialni kabel za TV vtičnico v prostoru »studio«. Koaksialni kabel se priključi na TV delilnik (2nadstropje), ki se ga montira v fazi 2.

**Inštalacija požarnega javljanja:** se izvede skladno z zasnovo požarne študije, ki jo je izdelalo podjetje Lozej d.o.o. Požarna centrala se v fazi 2 namesti na hodnik v 1nadstropju. Za izvedbo AJP športne dvorane se izveden požarna zanka z oznako »zanka-2«. Izvedba AJP naj bo skladna s SIST EN 54, za elemente, ki niso urejeni s tem standardom pa skladno z VdS 2095. Montira se adresibilna analogna požarna centrala s tremi analognimi adresnimi zankami (za vsako fazo ločena požarna zanka). V primeru požara in izpadu električnega napajanja se izvede obvezno rezervno napajanje za vsak požarni sistem. Rezervno napajanje se izvede z akumulatorji, ki zagotavljajo 48 ur v normalnem stanju, po preteku tega časa pa še 0,5 ure v alarmnem stanju. Centrala bo zaznavala:

- aktiviranje preko ročnih javljalnikov,
- aktiviranje preko avtomatskih javljalnikov,
- nepravilnost v delovanju požarne centrale,
- izpad napajanja na požarni centrali.

Centrala naj krmili:

- držalne magnete ki so v normalne stanju stalno odprta, v primeru požara pa se zaprejo (požarni sektor) ter držalne magnete ki v normalnem stanju držijo vrata zaprta in jih je mogoče odpreti z deblokirno tipko, v primeru požara pa se vrata sprostijo in so opremljena s panik kljuko,

- zapre požarne lopute v sistemu prezračevanja (požarne lopute bodo opremljene z motorskim pogonom, ki bo napajan iz elektro omare tiste etaže kjer se nahaja loputa – 230V, po izpadu električnega napajanja se loputa samodejno zapre, na centralo se bo prenaša tudi signal o položaju loput – zaprti položaj),
- izklopi prezračevanje – izklop klimata,
- signal o požaru prenese do pristojne gasilske enote ali družbe registrirane za požarno varovanje s stalno 24 urno prisotnostjo,
- sproži sistem za alarmiranje, ki prisotne preko naprav za alarmiranje (zvočne sirene) obvesti, da je v objektu prišlo do požara,
- krmiljenje motorskih pogonov za odpiranje oken in žaluzij za odvod dima in toplote ter napajanje in krmiljenje žaluzij ki bodo postavljena pred okni za ODT. Pred začetkom odpiranja oken se morajo najprej umakniti žaluzije ki se postavljene pred okni, šele nato se odprejo okna za ODT. Motorski pogoni žaluzij in avtomatika za žaluzije morajo biti 24V DC in bodo napajani preko napajalnika s prigrajenim AKU 38Ah, napajalni kabel med napajalnikom z AKU in motorskim pogonom in avtomatiko mora ustrezati požarni odpornosti EI30,
- krmiljenje dvigala – dvigalo ni izvedeno kot požarno in se v primeru požara ne sme uporabljati. Dvigalo se mora v primeru izpada električnega napajanja spustiti v etažni položaj in odpreti.

Glede prezračevalnih sistemov in njihovih pripadajočih naprav je potrebno upoštevati predpise in standarde ki so bili uporabljeni pri projektiranju in kateri morajo biti upoštevani pri primopredaji prezračevalnih sistemov. Vsa požarna krmiljenja so zajeta v načrtu elektro inštalacij. Končna verzija programskega krmiljenja mora biti navedena v požarnem redu. Vsaka sprememba krmiljenja mora biti ustrezno dokumentirana po postopku, kot ga predvidi požarni red.

Za javljanje požara se vgradijo optično/dimni javljalniki požara, kombinirani optični in termodiferencialni javljalniki. Sistem AJP bo dopolnjen tudi z ročnimi javljalniki požara. Ročni javljalniki so razporejeni skladno s študijo požarne varnosti. V vsakem nadstropju je predvidena sirena za signalizacijo požara.

Ročni javljalniki se montirajo ob vseh evakuacijskih izhodih, nameščeni na višino 1,5 m. Na hodnikih kjer je predviden spuščeni strop se vgraijo senzorji v strop in montirajo svetlobni indikatorji ki morajo biti vidni. V telovadnici se vgradita dva optično linijska javljalnika, ki sta sestavljena iz oddajnika in sprejemnika.

Preko vhodov vmesnikov bo požarna centrala zaznavala aktiviranje končnih stikal požarnih loput. Preko izhodnih vmesnikov pa bo požarna centrala krmilila odpiranje loput za odvod dima v telovadnici, izklop avtomatike klimatov, avtomatiko dvigala ter ostalih naprav, ki kakorkoli vplivajo na potek požara. Pri določenih evakuacijskih vratah so predvideni dodatni držalni magneti, ki imajo funkcijo varnosti pred vlomom iz telovadnice v ostali del OŠ. Omenjeni držalni magneti so sposobni zadržati sunek sile cca. 150kg. Držalni magneti držijo »zaklenjena« vrata od 16 ure popoldne do 6 ure zjutraj. Krmiljenje se izvaja preko požarne centrale. V primeru požara se magneti avtomatsko sprostijo in ne ovirajo evakuacije iz objekta.

Tipi kablov, oznake elementov in krmilna shema je prikazano v shemah AJP – požarno javljanje.

**Splošno ozvočenje:** Zvočniki so predvideni v vseh novih kabinetih ter hodnikih celotne dvorane s pripadajočimi regulatorji glasnosti. Njihovo napajanje se izvede iz centralne ojačevalne naprave osnovne šole, ki se jo postavi v prostor »razgovori« v 1.nadstropju obstoječega dela objekta v fazi 2. Splošno ozvočenje hodnikov in kabinetov se naveže na linijo ki se deloma izvede v fazi 2 (nadaljevanje zvočniške linije).

Za ozvočenje telovadnice se vgradi ojačevalna naprava v rack izvedbi, ki se jo namesti v studio dvorane. Ojačevalno omaro se priključi na priključno omarico RO-1 ki se jo montira v bližini rack omarice (studio). Za dodatne priklope mikrofonov in zvočnikov se v telovadnici vgradi p/o omarica RO-2. Omarica bo skrita pod lesenimi vrati iz obloge dvorane. Zvočne omarice v dvorani se namestijo pod strop telovadnice na jeklenih nosilcih. Možen je brezžični mikrofonski priključek za komentatorja v telovadnici. Ozvočenje športne dvorane mora biti povezano z napravo šolskega ozvočenja s kablom FTP Cat6.

Za ozvočenje večnamenske dvorane je predvidena priključna omarica PO p/o izvedbe ki se jo namesti v shrambo ob dvorani. Na omenjeno omarico se priključi ojačevalno krmilna omara s vso pripadajočo opremo.

## 6. STRELOVOD

Sistem zaščite bo izdelan na podlagi SIST EN 62350: 2006. Izvedbo strelovoda mora izvajalec uskladiti z omenjenim standardom. Strelovod se izveden tako, da lahko odvede atmosfersko razelektrenje v zemljo brez škodljivih posledic. Sestavljen mora biti iz lovilnega sistema, odvodniškega sistema, ozemljitvenega sistema in ozemljila.

## UGOTAVLJANJE RIZIKA IN IZBIRA ZAŠČITNEGA NIVOJA STAVBE

Odločitev o izbiri zaščitnega nivoja stavb v smislu zaščite pred strelo poteka skladno z standardoma SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. Postopek določitve rizika je izdelan s pomočjo programa pridobeljenega z omenjenim standardom in poteka v naslednjem zaporedju:

- zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je treba zaščititi,
- ugotovitev vseh vrst možnih škod na stavbi in na oskrbovalnih povezavah,
- ocenjevanje rizika za vse vrste škod ($R_1 - R_4$),
- ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih rizikov s tolerančnim rizikom $R_T$,
- ovrednotenje stroškov učinkovitosti zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščitnih ukrepov (glej standard SIST EN 62305-2).

VARNOSTNE IN LOČILNE RAZDALJE KOVINSKIH MAS

Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja s in sicer:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$

kjer je:

$k_i$ odvisen od izbrane vrste LPS,

$k_c$ odvisen od toka strele, ki teče po odvodu,

$k_m$ odvisen od električnega izolacijskega materiala,

l dolžina vodnika LPS na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke izenačitev potenciala.

Vrednosti $k_i$, $k_c$ in $k_m$ so izbrane iz tabel v standardu SIST EN 62305. Varnostna razdalja znaša:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l = 6{,}7cm$$

V primeru vključevanja vodov ali zunanjih prevodnih delov v objektu je treba zagotoviti direktno izenačitev potencialov ali povezavo preko SPD.

## ZUNANJI SISTEM ZAŠČITE PRED STRELO (ZUNANJI LPS)

Zunanji LPS je namenjen prestrezanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem pa se ne smejo na ščitenem objektu pojaviti škodne posledice. Zunanji LPS je sestavljen iz lovilne mreže, odvodov in sistema ozemljil, ki skupno tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo.

Za vzpostavitev lovilne mreže se uporabljajo:

- metoda zaščitnega kota (protection angle method),
- metoda kotaleče krogle (rolling sphere method),
- metoda mreže (mesh method).

Vse tri metode se v medsebojni kombinaciji prilagajajo geometrijskim danostim objektov, ki jih ščitijo.

Lovilni sistem: Kot lovilni del strelovodne instalacije na objektu se izvede mreža z lovilnim vodnikom Al legura ϕ8mm. Lovilni vodnik se bo položil na ustrezne tipske nosilne elemente (betonske kocke) po predvideni strešni kritini. Lovilna strelovodna instalacija se spoji na odvodne vodnike. Odvodni sistem: Odvodni vodniki povezujejo lovilni del strelovodne instalacije z ozemljilom. Odvodni vodniki se izvedejo z vodnikom Al leguro ϕ8mm. Odvodni vodniki se položijo na ustrezne zidne nosilce SON03 Direkt (pod izolacijo objekta). Zidni nosilci se montirajo na medsebojni oddaljenost največ 1,5m. Odvodi se položijo do talne pohodne doze, kjer se izvede merilni spoj (spoj med Al legura fi 8mm in Fe/Zn 25x4mm). Odvod Al legura fi 8mm se do pohodne doze dodatno zaščiti s cevjo RBC fi 23mm, ter cev obbetonira. Merilni spoji služijo za ločitev ozemljila od nadzemne instalacije in izvedbo meritev. Žlebni odtoki se spojijo z glavnimi odvodi s standardnimi spojkami. Kot pomožni odvodi se uporabijo odtočne cevi kovinskih žlebov. Z odvodnimi vodniki spojimo na tračno ozemljilo tudi vse večje kovinske mase.

Priključni vodi: bodo izdelani s pocinkanim trakom Fe/Zn 25x4mm. Pri prehodu v zemljo se valjanec zaščiti s protikorozijskim premazom do višine 30 cm od tal in vse do ozemljila. Spoj ozemljila in priključnega voda mora biti izdelan s križno sponko, zalito z bitumensko maso.

Spoji: morajo biti vijačeni ali varjeni. Trakasti vodniki morajo biti spojeni tako, da segajo 10 cm drug čez drugega in so pritrjeni vsaj z dvema vijakoma. Okrogle vodnike se spaja s tipskimi veznimi sponkami. Ozemljitev vrat se izvedena s pomočjo pletenice med vrati in nosilnim ogrodjem. Spoji med kovinsko konstrukcijo se izvedejo p/o z vodnikom P/F-Y 16 $mm^2$.

Ozemljilo: Kot ozemljilo se izvede temeljsko ozemljilo. V temelj objekta se položi valjanec Fe/Zn 25x4mm. Na več mestih se izvede povezava na tračno ozemljilo z valjancem Fe/Zn 25x4mm.

Na ozemljilo se priključi tudi glavna zbiralka za izenačitev potencialov ki bo za vsako fazo: GIP1, GIP2, GIP3.

Ponikalno upornost temeljnega ozemljila izračunamo po enačbi:

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot d}, \qquad d = 1{,}57 \cdot \sqrt[3]{V} = 1{,}57\sqrt[3]{l \cdot a^2} = 10{,}39m$$

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot d} = \frac{150\Omega m}{3{,}14 \cdot 10{,}39m} = 4{,}6\Omega$$

kjer je:

ρ.....specifična upornost tal (beton obdan z zemljo ρ=150Ωm)

d.....premer polkrogle v m, ki ima enako prostornino kot betonski temelj, v katerem je položen kovinski vodnik

V.....prostornina temelja v $m^3$

## 7. IZENAČENJE POTENCIALA

Glavna ozemljitvena zbiralka GIP1 se vgradi v steno pri garderobi (v bližini prostora za čistila), kjer se izvede glavno izenačenje potenciala. Nanjo povežemo: ozemljilo objekta, izvedeno z nerjavečim valjancem Fe/Zn 25x4mm, glavni PE vodnik, povezave do vseh naprav šibkega toka (komunikacijsko vozlišče, požarno javlajanje, …) glavne vodnike za izenačevanje potencialov, ki povezujejo cevi vodovoda, ogrevanja in drugih kovinskih delov kot so okna, okvirji vrat, ipd.

Izenačevanje potenciala se izvede s posebnimi vodniki, ki niso sestavni del kablov in so položeni v tleh in v ceveh po zidovih.

Strelovodno instalacijo (zunanja zaščita pred delovanjem strele) postavimo ločeno od instalacije notranje zaščite pred prenapetostmi, instalacija ozemljevanja ter izenačitve potencialov. Oba sistema združimo šele v GIP-u!! Shematska risba izenačitve potencialov s predvidenimi preseki vodnikov ter ostali podatki strelovoda, temeljnega ozemljila je prikazano v posameznih risbah.

V celotnem objektu je predvidena koordinirana zaščita pred prenapetostmi z odvodniki prenapetosti in sicer:

- v merilno priključni omarici odvodnik razreda 1+2
- v ostalih stikalnih blokih pa so odvodniki razreda 2

## 8. DIMENZIONIRANJE VODNIKOV

### Kontrola padca napetosti

Padec napetosti računamo po naslednjih enačbah:

a) enofazni tokokrogi

$$u\% = \frac{200 \cdot P_k \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

b) trifazni tokokrogi

$$u\% = \frac{100 \cdot P_k \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

Za napajalne vodnike s prerezi S > 16 mm$^2$ računamo po naslednji enačbi:

$$u\% = \frac{P_k \cdot l}{10 \cdot U^2} (r + x \cdot tg\, \varphi)$$

Oznake v enačbah pomenijo:

$u\%$ - padec napetosti v %,
$P_k$ - konična moč (W),
$l$ - enojna dolžina vodnika (m),
$S$ - prerez vodnika (mm$^2$),
$\lambda$ - specifična prevodnost kabla (m/Ωmm$^2$),
$U$ - nazivna napetost, pri trifaznem toku medfazna napetost (V),
$r$ - ohmska upornost vodnika na km (Ω/km),
$x$ - induktivna upornost vodnika na km (Ω/km).

Padec napetosti med napajalno točko električne instalacije in točko v kateri padec napetosti računamo, ne sme biti večji od naslednjih vrednosti:

- 3% za tokokrog razsvetljave, 5% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja,
- 5% za tokokrog razsvetljave, 8% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

Za električne instalacije, ki so daljše od 100 m, se dovoljen padec napetosti poveča za 0,005% na vsaki dolžinski meter nad 100 m, vendar ne več kot 0,5 %.

## Tokovna obremenitev vodnikov

Varovalni element, ki varuje vodnike pred preobremenitvijo je določen glede na konični tok in selektivnost varovanja. Prerez vodnikov je določen na podlagi dopustnih tokovnih obremenitev z upoštevanjem načina polaganja in temperature okolice.

Konični tok:

a) enofazni tokokrogi

$$I_k = \frac{P_k}{U \cdot \cos\ \varphi}$$

b) trifazni tokokrogi

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\ \varphi}$$

Oznake v enačbah pomenijo:

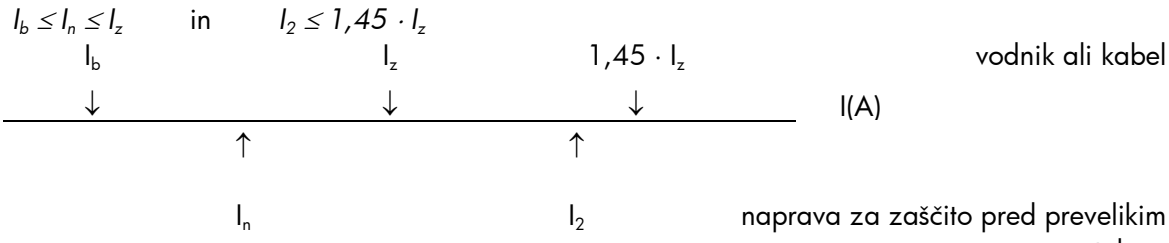
$I_k$ - konični tok (A),
$P_k$ - konična moč (W),
$U$ - nazivna napetost, pri trifaznem toku medfazna napetost (V),
$\cos\varphi$ - faktor delavnosti toka.

## Kontrola učinkovitosti zaščite

Zaščitne naprave morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje ali okolje.

a) koordinacija med vodniki in zaščitnimi napravami

$I_b \le I_n \le I_z$ in $I_2 \le 1{,}45 \cdot I_z$




kjer so:

$I_b$ - tok, za katerega je tokokrog predviden,
$I_z$ - trajni zdržni tok vodnika ali kabla,
$I_n$ - nazivni tok zaščitne naprave,
$I_2$ - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave.

b) zaščita pred kratkostičnimi tokovi

Za vodnike S > 6 mm$^2$ preverimo minimalni prerez vodnika, glede na segrevanje pri kratkem stiku. Minimalni prerez določimo po enačbi:

$$S_{min} = \frac{1}{K} \cdot I_s \cdot \sqrt{t}$$

kjer je:

$S_{min}$ - minimalni prerez ($mm^2$),
$t$ - čas trajanja kratkega stika (s),
$I_s$ - efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka (A),
$K$ - 115 - Cu vodniki s PVC izolacijo, 74 - Al vodniki s PVC izolacijo.

**Zaščita pred električnim udarom in pri njem**

Predvidi se TN-S sistem napajanja.

Zaščita pred neposrednim dotikom bo izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo vseh elementov električne instalacije v ohišja. Kot dodatna zaščita pred neposrednim dotikom je na tokokrogu vtičnic v kopalnici uporabljeno zaščitno stikalo na diferenčni tok 30 mA z nadtokovno zaščito. Zaščita pred posrednim dotikom, pa bo izvedena s samodejnim izklopom napajanja okvarjenega dela instalacije, ki prepreči, da bi se ob okvari vzdrževala napetost dotika tako dolgo, da bi obstojala nevarnost. Zaščita je izvedena z uporabo zaščitnih naprav pred prevelikim tokom: tokovno zaščitno stikalo in instalacijski odklopniki.

Uspešno delovanje zaščite je zagotovljeno s tem, da predvidimo v vsakem tokokrogu zaščitno zanko tako majhne impedance, da lahko steče skozi zanko odklopilni tok zaščitne naprave, kratkostično zanko tvorijo fazni in zaščitni vodniki (PE zelenorumene barve), ki so predvideni v vsakem tokokrogu in vseh napajalnih kablih do izvora el.energije. S kratkostično zanko so z zaščitnimi vodniki vezani tudi vsi izpostavljeni prevodni deli (ohišja el. naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd.).

Kontrola delovanja zaščite: zaščita s samodejnim izklopom napajanja deluje uspešno, če pri stiku faznega vodnika z zaščitnim vodnikom steče večji tok kratkega stika od toka delovanja zaščite.

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

$I_a$ - tok, ki zagotavlja delovanja zaščitne naprave,
$I_k$ - tok kratkega stika,
$U_o$ - nazivna napetost proti zemlji,
$Z_s$ - impedanca okvarne zanke.

Dovoljeni čas izklopa napajanja znaša največ 0,4 s pod pogojem, da se pri tem na tokokrogih ne pojavi višja napetost dotika od dopustne, to je 50 V.

Vse prevodne dele, ki jih ščiti stikalo na deferenčni tok je potrebno ozemljiti preko zaščitnih vodnikov, ki so vezani vzporedno na zbiralni ozemljitveni vod. Zaščitni oz. ozemljitveni vodnik mora imeti najmanj prerez 1,5 mm2, če je mehansko zaščiten in najmanj 4 mm2, če je mehansko nezaščiten. Ozemljitvena upornost zaščitne naprave sme znašati največ:

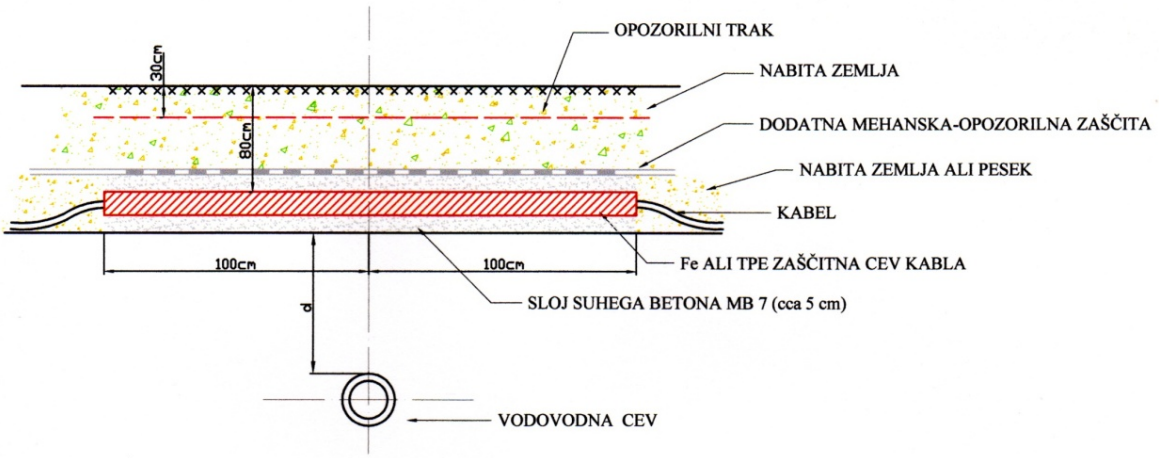
$$R = \frac{50\ V}{300\ mA} = 167\ \Omega$$

## 9. POLAGANJE KABLOV, MEHANSKA ZAŠČITA IN IZVEDBA KRIŽANJ

Kable polagamo v izkopan kanal globine 80 - 120 cm. Po potrebi se kable polaga v večje globine (pri križanjih in prečkanju ceste). Širina kanala je odvisna od števila položenih kablov oz. PE cevi. Na obravnavanem kompleksu se kable polaga v kabelsko kanalizacijo. Povsod tam, kjer je izvedljivo, se kable polaga vzporedno na predpisane odmike, kar nam poceni izgradnjo in omogoča racionalnejšo izrabo prostora. Pri polaganju kabelske kanalizacije je potrebno v cevi položiti prevlečeno žico Fe profila 3 mm. Kraje cevi, ki se ne zaključijo v kabelskih jaških, je potrebno ustrezno zatesniti, da se ne zablatijo. Pri polaganju kablov v kabelske kanalizacije z jaški je potrebno upoštevati dokončno višinsko regulacijo in zunanjo ureditev terena. Po končanih delih je potrebno izdelati PID in trase kablovodov označiti z markirnimi stebrički z napisom EK ter poskrbeti za vris kabelskih tras v podzemni kataster. Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati minimalni polmer krivljenja kablov in minimalno temperaturo zraka ter upoštevati naslednje zahteve in priporočila glede križanj in približevanj kablov z drugimi objekti in instalacijami:

*VODOVOD IN KANALIZACIJA*

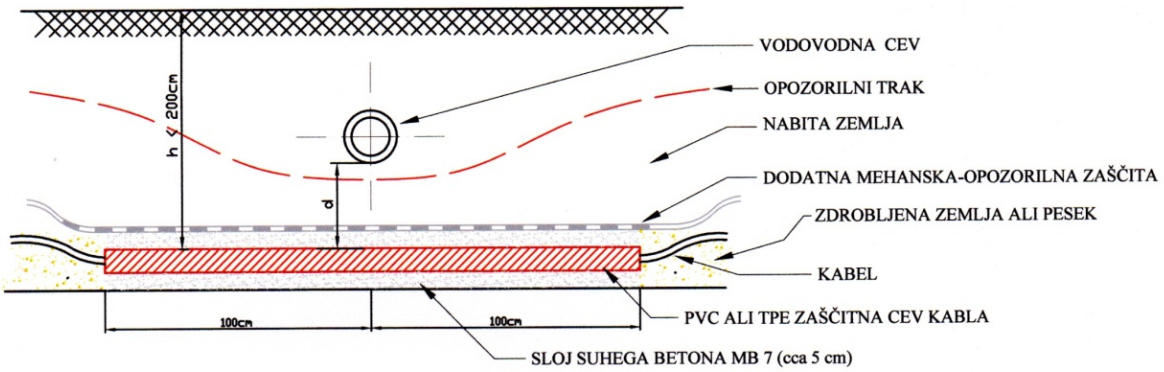
Polaganje energetskih kablov pod ter iznad vodovodnih oziroma kanalizacijskih cevi ni dovoljeno, razen pri križanjih. Minimalni vodoravni razmak pri paralelnem polaganju kabla in vode je 0,5 m oziroma 1,5 m, če gre za magistralni cevovod za preskrbo vode (razmak se meri med najbljižnjimi zunanjimi robovi inštalacije). Na mestih križanja je lahko kabel položen nad vodovodom ali pod njim, odvisno od položaja cevi. Navpični svetli razmak med kablom in glavnim cevovodom mora biti najmanj 0,5 m, pri križanju kabla in priključnega cevovoda pa 0,3 m.




d > 50cm za magistralne cevovode
d > 30cm za priključne cevovode } brez zaščitne cevi za kabel

d < 50cm za magistralne cevovode
d < 30cm za priključne cevovode } z zaščitno cevjo za kabel

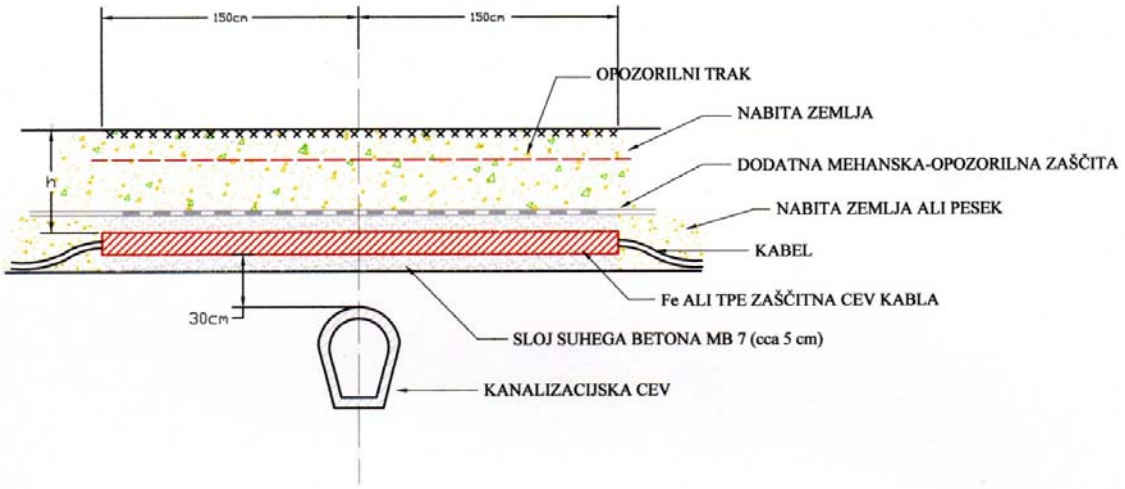
*Slika: Križanje energetskih kablov in vodovoda – kabel nad vodovodom*




d > 50cm za magistralne cevovode
d > 30cm za priključne cevovode } brez zaščitne cevi za kabel

d < 50cm za magistralne cevovode
d < 30cm za priključne cevovode } z zaščitno cevjo za kabel

*Slika: Križanje energetskih kablov in vodovoda – kabel pod vodovodom*



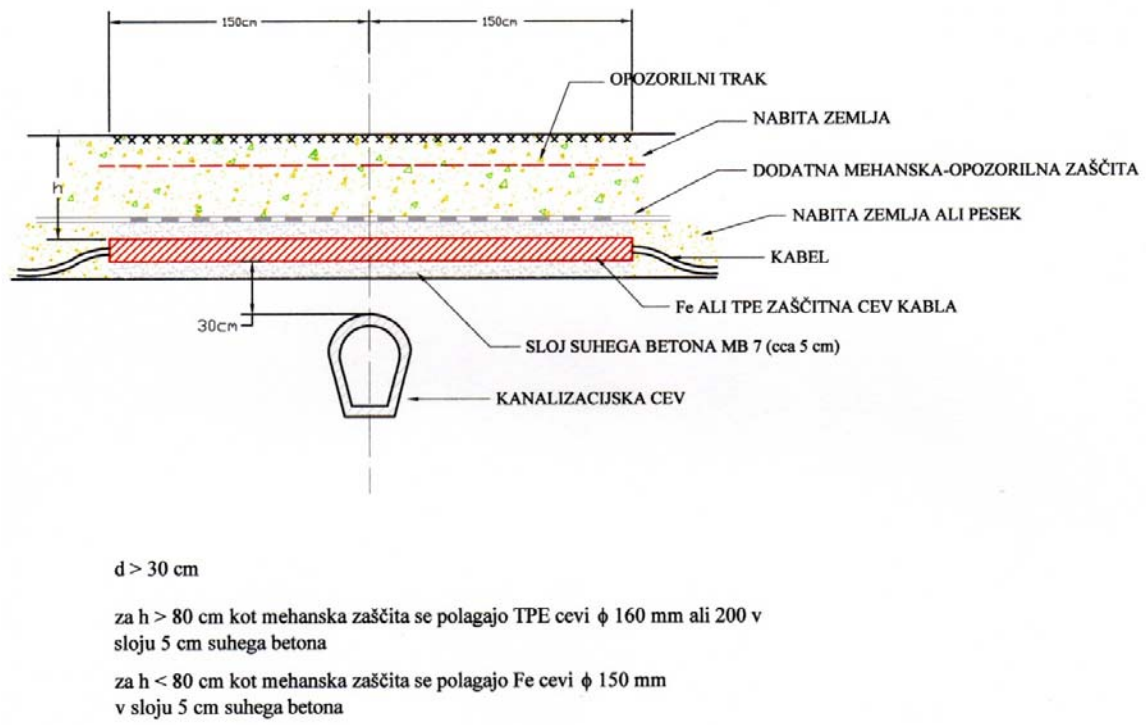

d > 30 cm

za h > 80 cm kot mehanska zaščita se polagajo TPE cevi ϕ 160 mm ali 200 v sloju 5 cm suhega betona

za h < 80 cm kot mehanska zaščita se polagajo Fe cevi ϕ 150 mm v sloju 5 cm suhega betona

*Slika: Križanje energetskih kablov in kanalizacije – kabel nad kanalizacijo*

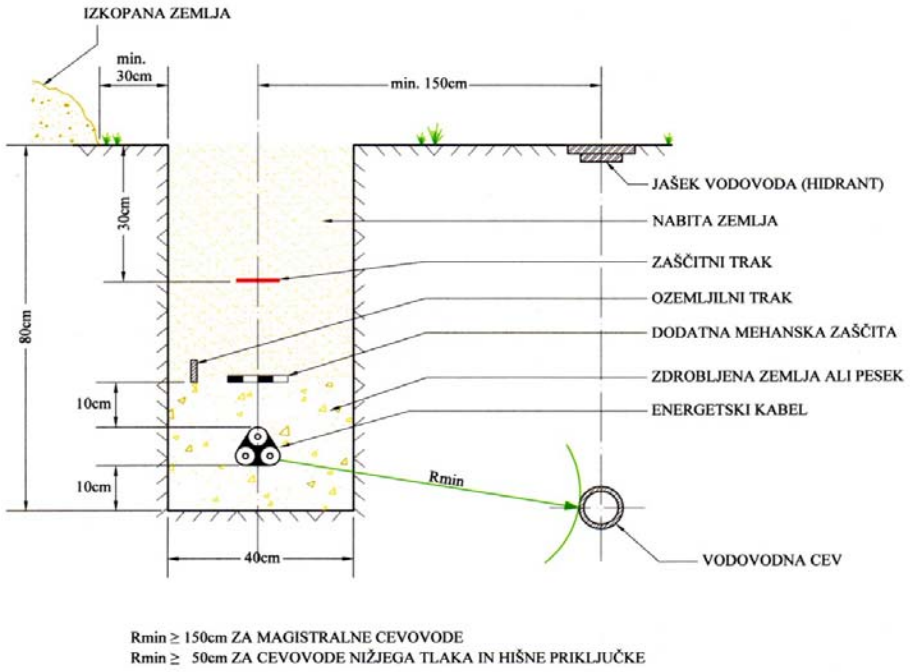
Minimalni vodoravni razmak pri paralelnem polaganju energetskega kabla je za manjše kanalizacijske cevi ali hišne priključke 0,5 m, za magistralne kanalizacijske cevovode enakega ali večjega profila od ϕ0,6/0,9 m pa 1,5 m. Na mestih križanja se kabel lahko položi samo nad kanalizacijskim cevovodom. Oddaljenost od temena kanalizacijskega profila je minimalno 0,3 m. Kadar je teme kanalizacijskega profila na globini manjši od 0,8 m, se izvede dodatna mehanska zaščita kabla z jeklenimi cevmi ustreznega premera v plasti suhega betona. V primeru, da minimalnih razmakov pri paralelnem polaganju kabla z vodovodom ali kanalizacijo ni mogoče doseči, se kable zaščiti s polaganjem v kabelsko kanalizacijo. Polaganje kablov skozi vodovodne komore, hidrante, kanalizacijska okna in skozi odtoke, kakor tudi iznad njih in poleg njih ni dovoljeno.



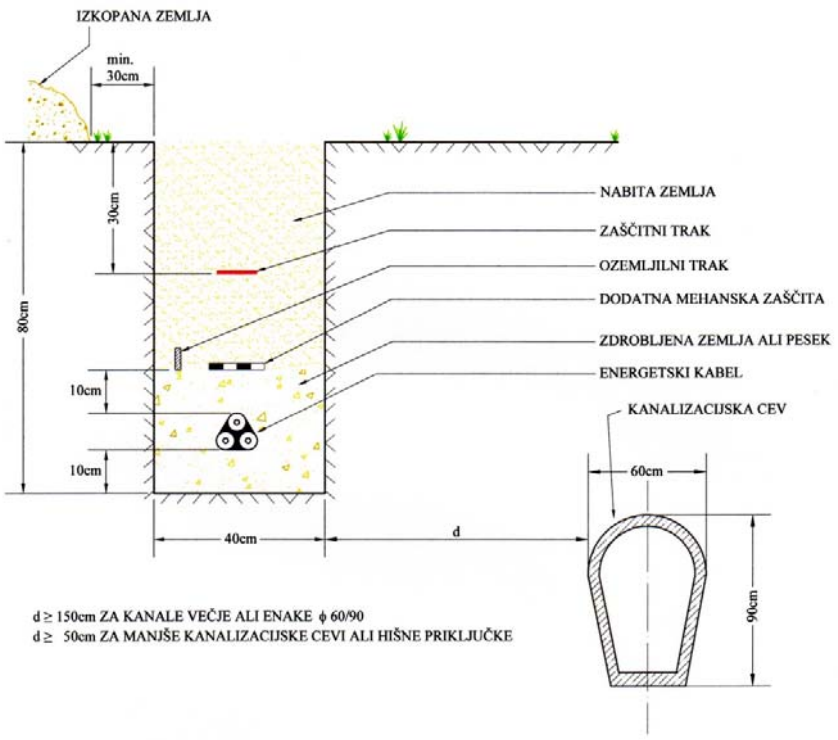

*Slika: Križanje energetskih kablov in kanalizacije – kabel nad kanalizacijo*

Minimalni vodoravni razmak pri paralelnem polaganju energetskega kabla je za manjše kanalizacijske cevi ali hišne priključke 0,5 m, za magistralne kanalizacijske cevovode enakega ali večjega profila od ϕ0,6/0,9 m pa 1,5 m. Na mestih križanja se kabel lahko položi samo nad kanalizacijskim cevovodom. Oddaljenost od temena kanalizacijskega profila je minimalno 0,3 m. Kadar je teme kanalizacijskega profila na globini manjši od 0,8 m, se izvede dodatna mehanska zaščita kabla z jeklenimi cevmi ustreznega premera v plasti suhega

betona. V primeru, da minimalnih razmakov pri paralelnem polaganju kabla z vodovodom ali kanalizacijo ni mogoče doseči, se kable zaščiti s polaganjem v kabelsko kanalizacijo. Polaganje kablov skozi vodovodne komore, hidrante, kanalizacijska okna in skozi odtoke, kakor tudi iznad njih in poleg njih ni dovoljeno.




*Slika: Paralelni potek in približevanje energetskih kablov in vodovoda*



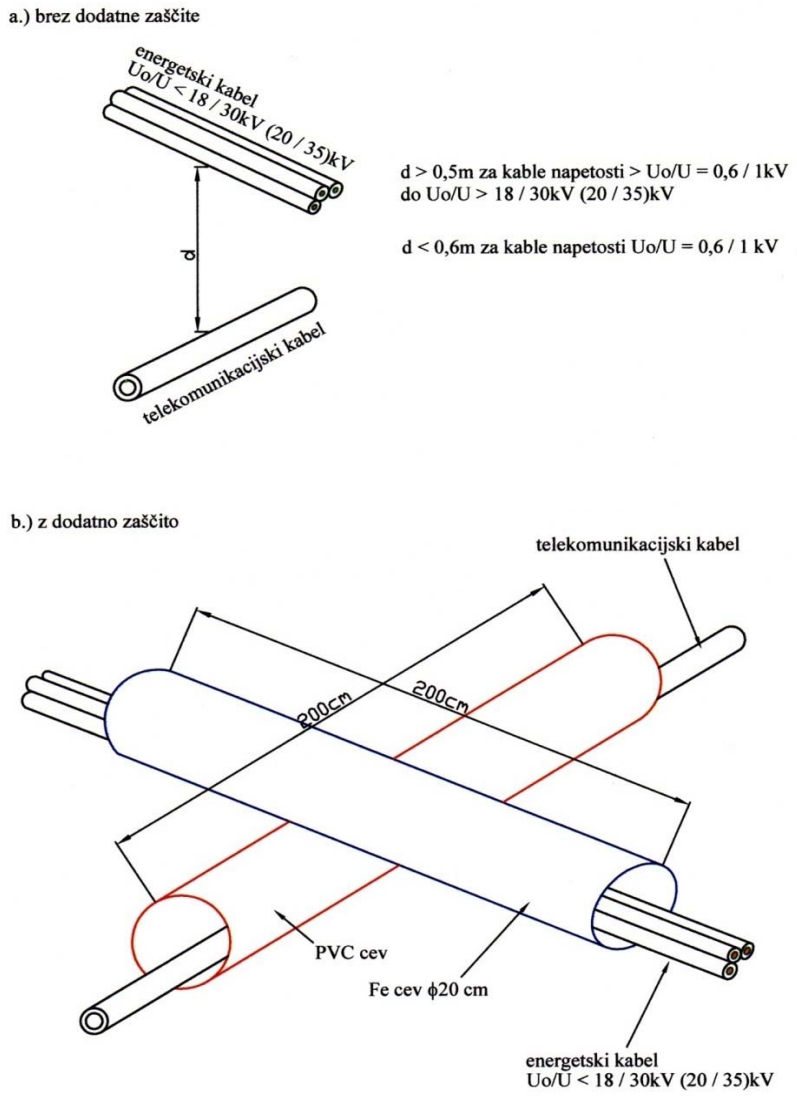

*Slika: Paralelni potek in približevanje energetskih kablov in kanalizacije*

*PLINOVOD*

Polaganje energetskega kabla nad plinovodom ali pod njim ni dovoljeno razen na mestu križanja. Pri paralelnem polaganju energetskega kabla in plinovoda s stlakom enakim ali manjšim od 4 bara ter hišnih plinskih priključkov je najmanjši vodoravni svetli razmak 0,5m. Minimalni svetli razmak pri paralelnem poteku kabla in magistralnega plinovoda s pritiskom večjim od 4 bara je 1,5m. V izjemnih primerih, ko se omenjenega razmaka ne more doseči, se dovoljuje za krajše trase razmak manjši od 0,5m z obvezno specialno mehansko zaščito instalacije. Križanje plinovoda in kabla se izvaja na razmaku 0,5m, pri križanjih s priključki pa je najmanjši razmak 0,3m. V kolikor je v obeh primerih križanja manjši razmak, je treba energetski kabel zaščititi pred mehansko poškodbo tako, da je zaščitna cev daljša na vsaki strani mesta križanja za 1m. Detajli križanja in paralelnega polaganja so enaki kot pri vodovodu, samo razmake je potrebno upoštevati za plinovod.

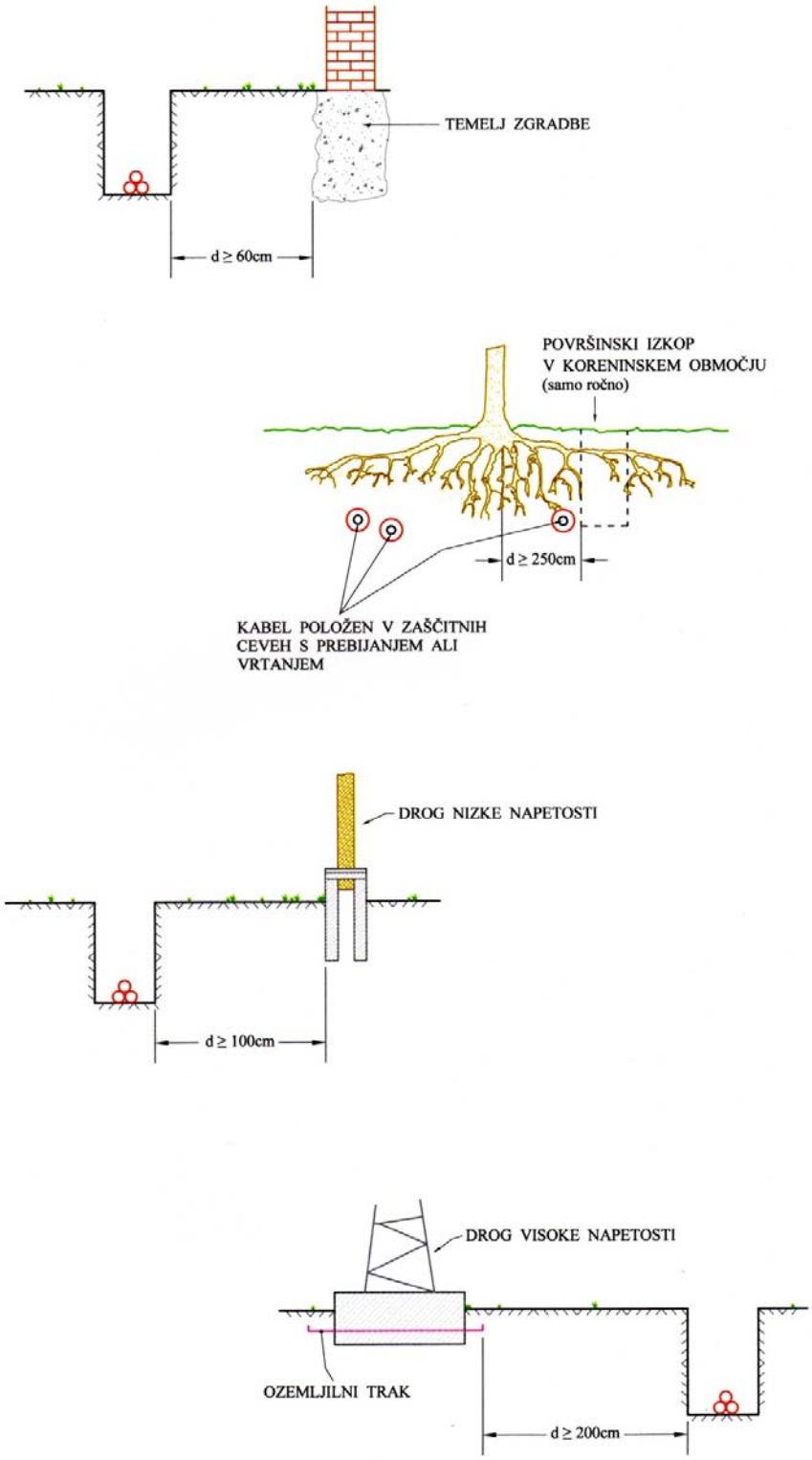
TELEKOMUNIKACIJSKI VODI

Križanje energetskih kablov s podzemnimi telekomunikacijskimi kabli se izvede pod kotom $90^0$, nikakor pa ne manjšim od $45^0$ z navpičnim razmakom 30 cm za energetske kable do 1 kV. Ni dovoljen prehod energetskih kablov skozi jaške telekomunikacijske kabelske kanalizacije, kakor tudi ne prehod pod jaškom ali nad njim. Oddaljenost najbližjega energetskega kabla napetosti do 20 kV do najbližjega telekomunikacijskega (TK) kabla pri paralelnem poteku je najmanj 50 cm oziroma 1 m za kable nad 20 kV. Če se ne da doseči omenjenih oddaljenosti, se na teh mestih med energetskimi kabli in TK kabli namesti pregrada iz termično odpornega materiala.




*Slika: Križanje energetskih kablov in telekomunikacijskih vodov*

DRUGI OBJEKTI




*Slika: Primeri poteka kablov v bližini drugih objektov*

## 10. PRILOGE

## 11. PROJEKTANTSKI POPIS

## 4.4 RISBE


| | |
|---|---|
| 4.4.1 | Pritličje – moč |
| 4.4.2 | 1Nadstropje, streha – moč |
| 4.4.3 | Pritličje – splošna in zasilna razsvetljava |
| 4.4.4 | 1Nadstropje – splošna in zasilna razsvetljava |
| 4.4.5 | Pritličje – univerzalno ožičenje |
| 4.4.6 | 1Nadstropje – univerzalno ožičenje, ktv |
| 4.4.7 | Pritličje – splošno ozvočenje |
| 4.4.8 | 1Nadstropje – splošno ozvočenje |
| 4.4.9 | Pritličje – požarno javljanje |
| 4.4.10 | 1Nadstropje – požarno javljanje |
| 4.4.11 | Temeljno in tračno ozemljilo |
| 4.4.12 | Strelovod – streha |
| 4.4.13 | Shema požarnega javljanja – zanka 2 |
| 4.4.14 | Shema univerzalnega ožičenja |
| 4.4.15 | Shema NN razvoda |
| 4.4.16 | Enopolna shema R-DV |
| 4.4.17 | Enopolna shema R-TV |
| 4.4.18 | Shema TV inštalacije |
| 4.4.19 | Shema splošnega ozvočenja šole |
| 4.4.20 | Shema ozvočenja telovadnice |
| 4.4.21 | Shema ozvočenja večnamenske dvorane |
| 4.4.22 | Shema videoprojekcijske opreme športne dvorane |
| 4.4.23 | Shema izenačitve potencialov |
| 4.4.24 | Koordinirana SPD zaščita faza 1 |
| 4.4.25 | Električne povezave za talno gretje dvorane |
| 4.4.26 | Shema zasilne razsvetljave |