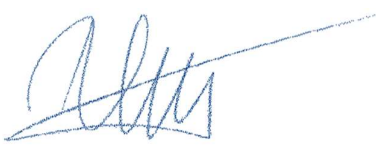





## 1. OPŠTA DOKUMENTACIJA

### 1.1. NASLOVNA STRANA

	<b>4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA</b>
Investitor:	„Elektrodistribucija Srbije“, d.o.o. Beograd Ogranak Elektrodistribucija Zaječar
Objekat:	Kablovski vod 10 kV od TS 35/10 kV Veliki Krivelj do novoprojektovanog AB stuba grad Bor, KO Krivelj, spisak parcela: 2507, 2504, 2494, 2496, 2497, 2498, 2503, 2355, 2365/2
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDP – Idejni projekat za izmeštanje postojećeg 10 kV DV, izvod za Bučje
Naziv i oznaka dela projekta:	4 – Elektroenergetske instalacije
Za građenje/izvođenje radova:	Nova gradnja
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 070 Beograd, Srbija
Odgovorno lice projektanta:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Odgovorni projektant:	Ana Petrović, mast.inž.el.
Broj licence:	351 R114 18
Potpis:	
Broj dela projekta:	021-ZIJ-IKVK-IDP-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



## 1.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

<b>1. OPŠTA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>1</b>
1.1. NASLOVNA STRANA .....	1
1.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA .....	2
1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA .....	4
1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA .....	5
<b>2. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>6</b>
2.1. OPŠTI OPIS .....	6
2.1.1. Svrha i opseg izgradnje .....	6
2.1.2. Lokacija objekta .....	7
2.1.3. Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije .....	7
2.2. KABLOVSKI VOD 10 kV .....	10
2.2.1. Opis trase 10 kV kablovskog voda .....	10
2.2.2. Uvođenje kablovskog voda u transformatorsku stanicu 35/10 kV Veliki Krivelj .....	10
2.2.3. Tehničke karakteristike kabla 10 kV i kablovskog pribora .....	10
2.2.4. Opšte karakteristike kabla XHE 49-A, 10 kV .....	13
2.2.5. Polaganje 10 kV kablovskog voda .....	15
2.2.6. Zaštita kablovskih vodova 10 kV .....	15
2.3. TEHNIČKI USLOVI ZA IZGRADNJU KABLOVSKIH VODOVA 10 kV .....	15
2.3.1. Zemljani radovi .....	15
2.3.2. Kablovska posteljica .....	17
2.3.3. Završavanje kablova .....	18
2.3.4. Snimanje trase kablovskog voda .....	18
2.3.5. Zatrpavanje kablovskog voda .....	18
2.3.6. Obeležavanje kablovskog voda .....	19
2.3.7. Uzemljenje .....	20
2.3.8. Ispitivanje .....	20
2.3.9. Montažni radovi .....	21
2.3.10. Dokumentacija kablovskog voda .....	22



2.4.	DEMONTAŽA POSTOJEĆEG STUBA.....	22
2.5.	NOVOPROJEKTOVANI ARMIRANO BETONSKI STUB .....	22
2.4.1.	Stub .....	22
2.4.2.	Temelj stuba .....	23
2.4.3.	Provodnici .....	23
2.4.4.	Uzemljenje stuba .....	23
2.4.5.	Spojna oprema.....	24
<b>3.</b>	<b>NUMERIČKA DOKUMENTACIJA.....</b>	<b>25</b>
3.1.	PRORAČUN KABLA XHE 49-A, 10 kV .....	25
3.1.1.	Trajno dozvoljeno strujno opterećenje.....	25
•	Polaganje kablova u zemlji.....	25
•	Polaganje kablova u cevima.....	29
3.1.2.	Izdrživost 10kV kabla na struju kratkog spoja.....	30
3.2.	PRORAČUN MEHANIČKIH SILA NA STUB .....	32
3.3.	SPECIFIKACIJA TROŠKOVA IZMEŠTANJA DELA DV 10 kV ZA BUČJE ....	35
<b>4.</b>	<b>GRAFIČKA DOKUMENTACIJA.....</b>	<b>42</b>
4.1.	SPISAK CRTEŽA .....	42




### 1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13—odluka US, 50/2013—odluka US, 98/2013—odluka US, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr.zakon i 9/2020 i 52/2021) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 73/2019) kao:

#### ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog projekta za izgradnju kablovskog voda 10 kV od TS 35/10 kV Veliki Krivelj do novoprojektovanog AB stuba u trasi postojećeg DV 10 kV, izvod za Bučje, u gradu Boru, KO Krivelj, spisak parcela: 2507, 2504, 2494, 2496, 2497, 2498, 2503, 2355, 2365/2 određuje se:

Ana Petrović, mast.inž.el.....br. licence 351 R114 18

Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 070 Beograd, Srbija
Odgovorno lice/zastupnik:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Broj tehničke dokumentacije:	021-ZIJ-IKVK-IDP-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.






#### 1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog projekta za izgradnju kablovskog voda 10 kV od TS 35/10 kV Veliki Krivelj do novoprojektovanog AB stuba u trasi postojećeg DV 10 kV, izvod za Bučje, u gradu Boru, KO Krivelj, spisak parcela: 2507, 2504, 2494, 2496, 2497, 2498, 2503, 2355, 2365/2:

Ana Petrović, mast.inž.el

#### **IZJAVLJUJEM**

1. da je projekat u svemu u skladu sa izdatim lokacijskim uslovima;
2. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativama iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke
3. da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant:	Ana Petrović, mast.inž.el
Broj licence:	351 R114 18
Potpis:	
Broj tehničke dokumentacije:	021-ZIJ-IKVK-IDP-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



## 2. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

### 2.1. OPŠTI OPIS

#### 2.1.1. Svrha i opseg izgradnje

Zbog proširenja kapaciteta u rudnicima i pogonima u metalurgiji, pojavili su se povećani zahtevi za električnom energijom i potreba za izgradnjom novih TS 110/10 kV za napajanje i priključno razvodnih postrojenja za njihovo priključenje na prenosni sistem. Privredno društvo "SERBIA ZIJIN BOR COPPER DOO BOR" sa registrovanim sedištem u Boru na adresi Đorđa Vajferta 29, započelo je radove na izgradnji nove foatacije u okviru rudarskog basena u Boru. Transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2 je novoplanirani objekat u elektroenergetskom sistemu istočnog dela Srbije, a čija je izgradnja neophodna za napajanje rudnika koji će biti izgrađen u okolini Bora.

Planirana je izgradnja energetskeg objekta koji se priključuje na prenosni sistem: transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2 (u daljem tekstu TS Veliki Krivelj 2) sa transformacijom električne energije (nije predmet ovog projekta) za potrebe napajanja potrošača (rudnik i metalurška postrojenja) sa naponskog nivoa 110 kV i izgradnja Priključka na prenosni sistem koji se sastoji iz: priključnog razvodnog postrojenja 110 kV Veliki Krivelj 2 (u daljem tekstu PRP 110 kV Veliki Krivelj 2) i priključnih dalekovoda 110 kV od PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 do tačaka priključenja na postojećim DV: br. 1166 RP Đerdap 2 - TS Veliki Krivelj, br. 1150 TS Bor 2 - TS Veliki Krivelj i br. 177 TS Bor 2 – TS Majdanpek 2, po principu „ulaz-izlaz“. Planirana ukupna instalisana snaga TS Veliki Krivelj 2 je 3x50 MVA.

Vizuelnom inspekcijom ustanovljeno je da preko lokacije budućeg PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 prelazi trasa dalekovoda iz TS 35/10 kV Veliki Krivelj, izvod za Bučje u dužini od oko 230 m. Kako bi se izbegao prelazak nadzemnog voda preko lokacije budućeg PRP 110 kV Veliki Krivelj 2, potrebno je izvršiti ukidanje nadzemne deonice i polaganje novog podzemnog 10 kV voda od izvodne čelije 10 kV za Bučje u TS 35/10 kV Veliki Krivelj, do novoprojektovanog AB stuba u trasi postojećeg DV 10 kV za Bučje na parceli kp. 2507, KO Krivelj, u dužini od oko 400m.

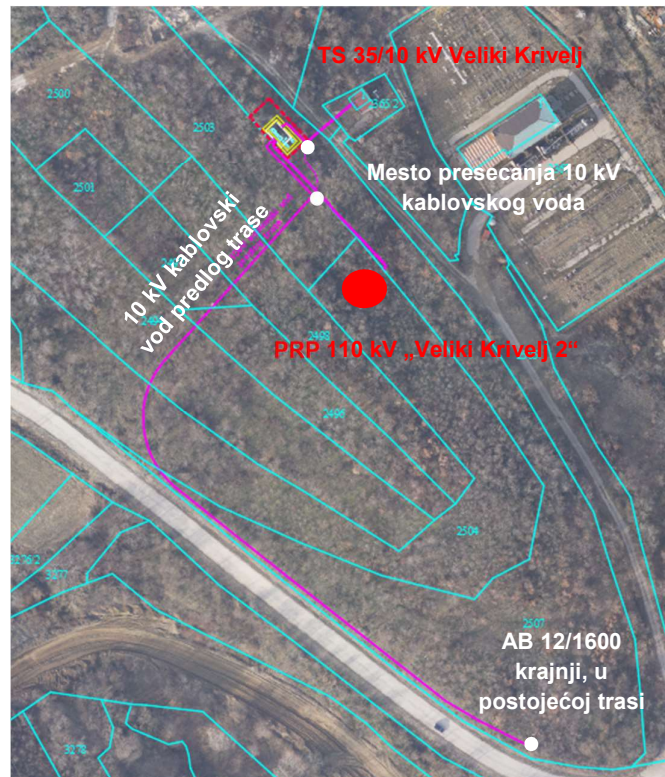
Za napajanje postrojenja sopstvene potrošnje u PRP Veliki Krivelj 2 potrebno je izgraditi Priključno razvodno postrojenje 10 kV „SP Veliki Krivelj 2“ (nije predmet projekta) sa dva kablovska voda od 10 kV „SP Veliki Krivelj 2“ do postrojenja 10 kV u PRP Veliki Krivelj 2, i kablovskim vodom od TS 35/10 Veliki Krivelj – PRP 10 kV „SP Veliki Krivelj 2“ (nisu predmet projekta). Pored toga, neophodno je preseći budući kablovski 10 kV vod TS 35/10 kV Veliki Krivelj – stub DV 10 kV za „Bučje“ (predmet projekta), u blizini PRP 10 kV „SP Veliki Krivelj 2“, nastaviti spojnica sa novim kablovskim vodovima TS 35/10 kV Veliki Krivelj – PRP 10 kV „SP Veliki Krivelj 2“ i PRP 10 kV „SP Veliki Krivelj 2“ – stub DV 10 kV za „Bučje“ (nisu predmet projekta).

Kablovski 10 kV vod gradiće se u jednoj etapi, čije je puštanje u pogon planirano 2021. godine.

### 2.1.2. Lokacija objekta

Lokacija za izgradnju kablovskog voda 10 kV predviđena je u istočnom delu Srbije, na području grada Bora, KO Krivelj, spisak parcela: 2507, 2504, 2494, 2496, 2497, 2498, 2503, 2355, 2365/2.

Na slici 1. prikazana je makrolokacija kablovskog voda 10 kV.



Slika 1. Makrolokacija kablovskog voda 10 kV

### 2.1.3. Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije

#### Klimatske karakteristike

Područje Grada Bora ima umereno-kontinentalnu klimu, sa povremenim, a ponekad i znatnim uticajem, kontinentalne klime koja prodire iz Vlaške nizije i Karpatskih planina.

Na osnovu raspoloživih, javno dostupnih, podataka preuzetih sa web sajtova Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Srbije i Seizomološkog Zavoda Srbije, u tabeli 1. navedene su klimatske i seizmičke odlike šireg područja planiranog postrojenja. Za ilustraciju opštih klimatskih karakteristika izučavanog terena korišćeni su podaci osmatranja klimatskih elemenata od RHMZ Srbije, za glavne meteorološke stanice Crni Vrh (1037 mnm, oko 20 km severozapadno od lokacije PRP-a) i meteorološke stanice Zaječar (144 mnm, oko 35 km jugoistočno od lokacije PRP-a).

Tabela 1: Klimatske odlike šireg područja objekta Priključno razvodnog postrojenja (PRP) 110 kV Veliki Krivelj 2 - standardni tridesetogodišnji period:



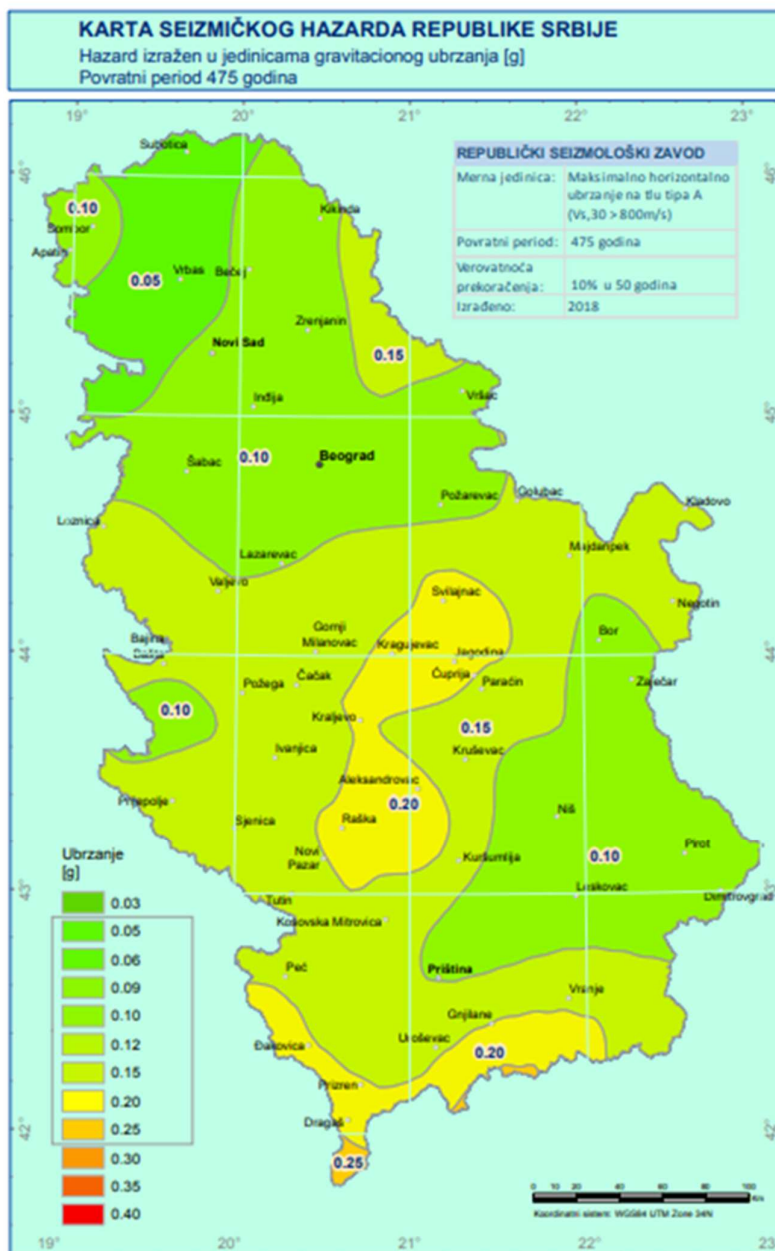
Parametar	Vrednost
Nadmorska visina	oko 462 m
Srednja godišnja temperatura vazduha	6.6°C (Crni Vrh), 11.0°C (Zaječar)
Prosečna maksimalna godišnja temperatura	10.8°C (Crni Vrh), 17.4°C (Zaječar)
Prosečna minimalna godišnja temperatura	3.4°C (Crni Vrh), 5.1°C (Zaječar)
Maksimalna temperatura (apsolutna)	36.5°C (Crni Vrh) 44.7°C (Zaječar)
Minimalna temperatura (apsolutna)	-23.2°C (Crni Vrh), -29.0°C (Zaječar)
Maksimalne padavine	100.7mm (Crni Vrh), 83.1mm (Zaječar)
Prosečna relativna vlažnost	78% (Crni Vrh), 73% (Zaječar)
Maksimalna visina snežnog pokrivača	167 cm (Crni Vrh), 108cm (Zaječar)
Srednja brzina vetra	2.2-5.3m/s (Crni Vrh), 1.4-3.2m/s (Zaječar)

#### Seizmeički hazard

Na slici 2. prikazana je karta seizmičkog hazarda republike Srbije, za povratni period od 475 godina.

Povratni period od 475 godina odabran je u skladu sa odredbama standarda EN 1998-1. Ulazni parametri za seizmičku analizu izvedeni su iz uslova da se objekat prosečnog veka eksploatacije od 50 godina ne sruši, što odgovara seizmičkom dejstvu sa verovatnoćom prevazilaženja 10 % u periodu od 50 godina.

Ovaj zemljotres ima povratni period događaja od 475 godina. Prema karti seizmičkog hazarda, za lokaciju Bor, maksimalno horizontalno gravitaciono ubrzanje osnovnog tla - PGA (g) iznosi 0.04 do 0.06.



Slika 2. Karta seizmičkog hazarda

## 2.2. KABLOVSKI VOD 10 kV

### 2.2.1. Opis trase 10 kV kablovskog voda

Za projektovani kablovski vod od TS 35/10kV Veliki Krivelj do novoprojektovanog armirano betonskog stuba u trasi postojećeg DV 10 kV, izvod za Bučje, odabran je kabl tipa XHE 49-A 4x(1x150/25) mm<sup>2</sup>, sa aluminijumskim provodnikom, izolacijom od umreženog polietilena (XPE) i polietilenskim plaštom (PE), sastavljen od 3 jednožilna kabla u snopu i jednog rezervnog kabla koji se povezuju plastičnim kablovskim vezicama na svakih 1-2 m.

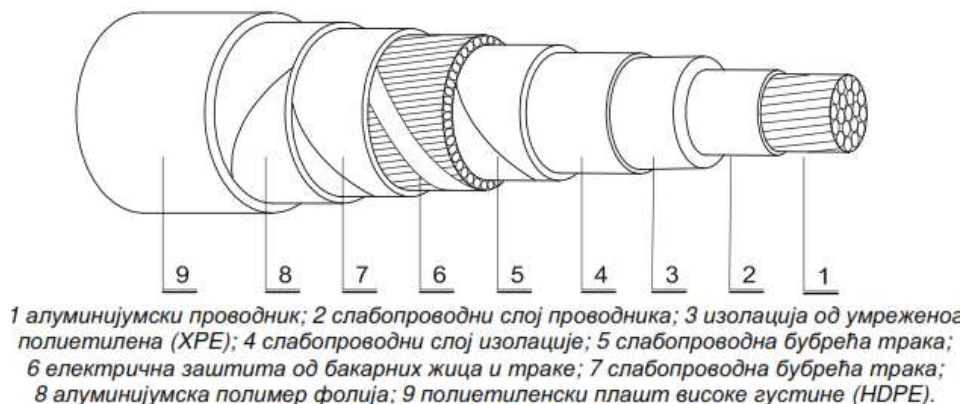
Priključenje kablovskog voda 10 kV na distributivni sistem vršiće se na novom armirano betonskom stubu povezivanjem postojećeg 10 kV DV, na parceli kp. 2507, KO Krivelj. Nakon presecanja 10 kV dalekovoda, u neposrednoj blizini PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 kabl se vodi paralelno uz granicu kat. parcele 2507, neposredno pored PRP-a. Na tom putu, kabl nailazi na javnu saobraćajnicu, gde je neohodno izvršiti njegovo polaganje u kablovsku kanalizaciju. Trasa kablovskog voda zatim skreće udesno, gde se vodi paralelno sa postojećim DV 35 kV Jama, preko parcela: 2504, 2494, 2496, 2497, 2498, 2503, potom se u blizini Priključnog razvodnog postrojenja 10 kV „SP Veliki Krivelj 2” preseca, nastavlja spojnicama novim kablovskim vodom i uvodi u ovo postrojenje na principu ulaz-izlaz. Po izlasku, kablovski vod nastavlja preko parcele 2504, zatim ispod saobraćajnice u kablovskoj kanalizaciji preko parcele 2355, i na kraju preko 2365/2 ulazi u TS 35/10 kV Veliki Krivelj. Kablovi od mesta presecanja nisu predmet ovog projekta.

### 2.2.2. Uvođenje kablovskog voda u transformatorsku stanicu 35/10 kV Veliki Krivelj

Novoprojektovani kablovski vod tipa XHE 49-A 4x(1x150/25) mm<sup>2</sup> se uvodi u TS 35/10 kV Veliki Krivelj ugradnjom kablovskih završnica za unutrašnju montažu. Priključno mesto u TS 35/10 kV Veliki Krivelj je izvodna ćelija 10 kV za Bučje.

### 2.2.3. Tehničke karakteristike kabla 10 kV i kablovskog pribora

U tabelama 2 – 6 i slici 3. date su tehničke karakteristike kablovskih vodova koji su predmet ovog Projekta.



Slika 3. Jednožilni SN kabl tipa XHE 49-A





*Tabela 2 – Tehnički podaci o kablu*

Nominalni napon ( $U_o/U_m$ )	6/10 kV
Tip kabla	XHE 49-A 4x(1x150/25) mm <sup>2</sup> , 6/10 kV, tri jednožilna kabla i rezervni kabl
Proizvođač	FKS – Holding Kablovi Jagodina
Broj provodnika po fazi	jedan
Standardna dubina polaganja kabla	0,7 m
Način polaganja	U trouglastom snopu + jedan rezervni kabl
Sistem uzemljenja električne zaštite kabla	Direktno uzemljena električna zaštita na oba kraja

*Tabela 3 – Eksploatacioni zahtevi za izbor kablovskog voda*

Nominalni napon	$U_n=10$ kV
Maksimalni pogonski napon	$U_m=12$ kV
Dozvoljeni udarni napon	$U_{ud}=75$ kV
Stepen izolacije	Si 12
Radna učestanost	$f=50$ Hz
Maksimalno vreme trajanja kratkog spoja Za 10kV mrežu Za 10kV kabl	$t=0,5$ s $t=0,15$ s
Maksimalno vreme trajanja zemljospoja za 10 kV mrežu	$t=3$ s



*Tabela 4 – Ambijentalni uslovi*

Minimalna temperatura zemlje	$\theta_{zmin} = +5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Srednja godišnja temperatura zemlje	$\theta_{rz} = +15 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Maksimalna temperatura zemljišta	$\theta_{zmax} = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Srednja godišnja temperatura vazduha	$\theta_{rv} = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Maksimalna temperatura vazduha	$\theta_{vmax} = +40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

*Tabela 5 – Podaci o kablu*

Tip i poprečni presek kabla je XHE 49-A 4x(1x150/25) mm<sup>2</sup>

Proizvođač	FKS – Energetski kablovi
Provodnik	okrugli, kompaktni
materijal	aluminijum
poprečni presek	1x150 mm <sup>2</sup>
Izolacija	
materijal	Umreženi polietilen (XPE)
debljina	3,4 mm
Električna zaštita	omot od žica i trake
materijal	bakar
poprečni presek	25 mm <sup>2</sup>
Spoljna zaštita	
materijal	Polietilen (PE)





debljina	2,2 mm
boja	crna
Ukupan prečnik kabla	31 mm
Ukupna težina kabla po m'	2,11 kg/m

*Tabela 6 – Kablovska završnica*

Proizvođač	Nexans
Tip – unutrašnja montaža	3X17TTMI1.150
Tip – spoljašnja montaža	3X17TTME1.150
Nominalni pogonski napon	10 kV
Maksimalni pogonski napon	12 kV
Nominalna učestanost	50 Hz
Ukupna dužina – unutrašnja montaža	360 mm
Ukupna dužina – spoljašnja montaža	460 mm

Predvideti kablovski probor od toploskupljajućeg materijala..

#### **2.2.4. Opšte karakteristike kabla XHE 49-A, 10 kV**

Projektnim zadatkom se predviđa kabl tipa XHE 49-A 4x(1x150/25) mm<sup>2</sup> – 10 kV. To je kabl sa umreženim polietilenom (UPET) kao izolacionim materijalom. Materijal provodnika je aluminijum u vidu užadi. Žile su izolovane umreženim polietilenom, ispod izolacije je slabo provodljiv sloj, a preko njega se nalazi poluvodljiva bubreća traka preko koje se postavlja termoplastična traka i spoljni plašt od crnog polietilena.

Novina kod ovog tipa kabla je da se kao mera sigurnosti predviđa u području ekrana nepropusnost za uzdužno prodiranje vode.

Zaptivanje se postiže bubrećim trakama, koje nabubre kod prodiranja vode. Kod greške na plaštu kabla, ostaje prodrta voda lokalizovana na mestu greške i ne može se širiti duž kabla.

Gotov kabl na bubnju mora biti fabrički ispitan prema propisima izrade. Prilikom polaganja kabla u rov voditi evidenciju brojeva bubnjeva radi mogućnosti reklamacije u slučaju kvara.

Umreženi polietilen (UPET) je jedan od najboljih izolacionih materijala za energetske kablove. Njegove glavne osobine su dobre električne, mehaničke i toplotne karakteristike. Umreženi polietilen se dobija hemijskim umrežavanjem (vulkanizacijom) visokomolekularnog polietilena uz dodatak peroksida. Umrežavanjem se formira posebna molekularna struktura koja obezbeđuje ovom polietilenu visoku termičku klasu.

Dozvoljena radna temperatura energetskih kablova sa izolacijom od umreženog polietilena je 90°C, a pri kratkim preopterećenjima i do 130°C za vreme trajanja od 100h godišnje, bez uticaja na vek trajanja kabla. Maksimalna dozvoljena temperatura u kratkom spoju iznosi 250°C.

Dielektrične osobine umreženog polietilena daju mogućnost da se ova vrsta izolacionog materijala može primeniti za visoke napone. Njegova dielektrična čvrstoća dostiže 22 kV/mm na radnoj temperaturi. Faktor dielektričnih gubitaka je mali i sa promenom temperature skoro stalan. Relativna dielektrična konstanta je mala.

Zahvaljujući umrežavanju molekula, umreženi polietilen ima veliku otpornost prema hemijskim agensima u odnosu na druge termoplastične mase. Otpornost na niskim temperaturama kreće se do -70°C, a upijanje vode je neznatno.

## PRIMENA

Oblast primene ovog tipa kabla je u elektroenergetskim, distributivnim i industrijskim mrežama, razvodnim postrojenjima srednjeg i visokog napona, hidro i termoelektranama posebno kada su kablovi izloženi uticaju vlažnih i agresivnih sredina.

Minimalni radijus savijanja:

	Kabl za vreme instalisanja	Kabl sa spojnicom ili završnicom
NEARMIRAN	20D	15D
ARMIRAN	20D	12D

D – spoljašnji prečnik kabla

Struje opterećenja kablova određuju se prema TP3 za 100% faktor opterećenja i sledećim podacima:

- dubina polaganja u zemlju 70cm,.
- specifični toplotni otpor zemlje 1.5°Kcm/W.

Temperatura zemlje 20°C, temperatura vazduha 30°C, dozvoljena temperatura provodnika 90°C

Način uzemljenja:

- Električna zaštita uzemljena na oba kraja



#### **2.2.5. Polaganje 10 kV kablovskog voda**

U grafičkom delu dokumentacije je prikazan presek kablovskog rova za direktno polaganje u slobodnom terenu, kao i presek pri ukrštanju kablovskog voda sa putem. Takođe, u grafičkom delu dokumentacije dati su svi neophodni detalji za izvođenje radova na polaganju kablovskog voda.

Pri ukrštanju sa postojećim putem kablovski vodovi se polažu na dubini od 1,9m u rov dubine 2m, svaki kabl u posebnoj PVC (HDPE PE-80) cevi Ø160mm. Kao dodatna mehanička zaštita kabla na 0,6m ispod nivoa kolovoza ugrađuje se sloj 0,3 m betona marke MB30.

Detalji su prikazani na crtežu br. GSS-IKVK-IDP-004-002, detalj C.

#### **2.2.6. Zaštita kablovskih vodova 10 kV**

Zaštita kablovskih vodova 10 kV od kratkih spojeva i od preopterećenja vrši se odgovarajućom kratkospojnom i prekostrujnom zaštitom u pripadajućim TS 35/10 kV.

Zaštita kablovskih vodova od prenapona vrši se postavljanjem odvodnika prenapona na mestima prelaska kablovskih u nadzemne vodove. Za potrebe ovog projekta biće korišteni odvodnici prenapona 10 kV.

### **2.3. TEHNIČKI USLOVI ZA IZGRADNJU KABLOVSKIH VODOVA 10 KV**

Pri izvođenju radova neophodno je ostvariti punu saradnju sa stručnim službama nadležnih komunalnih organizacija i preduzeća, kao i preduzeti sve propisane mere obezbeđenja gradilišta i zaštitu postojećih podzemnih instalacija na trasi.

Ukoliko se u toku izvođenja radova na trasi pronađu podzemne instalacije za koje nisu postojali podaci u fazi projektovanja, svu zaštitu, ukrštanja i paralelna vođenja kablova sa svim instalacijama izvesti u skladu sa važećim propisima i priloženim Tehničkim uslovima i standardnim detaljima za polaganje kablova.

Pri izvođenju radova na polaganju 10 kV kablovskog voda, izvođač radova je obavezan da se pridržava važećih tehničkih propisa i standarda, tehničke dokumentacije, tehničkih zahteva proizvođača opreme i priloženih crteža.

Od trenutka početka polaganja deonice kabla do zatrpavanja rova predviđena je stražarska služba duž rova i posebno na spojnica. Kabl se ne sme zatrti pre nego što Investitor i odgovorno lice iz Gradske geodetske uprave ne snimi njegov položaj (izvedeno stanje). Snimanje se mora izvršiti u roku od 24 sata od završetka polaganja kabla. Po završenom snimanju pristupa se postavljanju drugog sloja posteljice.

Ovi tehnički uslovi su sastavni deo projekta i kao takvi su obavezujući za investitora i izvođača pri izvođenju radova na polaganju kablovskog voda 10 kV.

#### **2.3.1. Zemljani radovi**

U okviru pripremnih radova prvo se vrši obeležavanje trase kablovskog voda na terenu. Obeležavanje trase vrši se na osnovu projektne dokumentacije. Obeležavanje se najčešće vrši drvenim kočicama (na slobodnom neregulisanom terenu) ili metalnim klinovima (na obrađenim površinama kao što su asfalt i beton). Obeležavanje treba da vrše: rukovodilac



radova, nadzorni organ, vođa elektromontažne ekipe radnika i vođa građevinske ekipe radnika. Rukovodilac radova i nadzorni organ vrše identifikaciju trase na terenu i daju uputstva kako i na koji način izvršiti obeležavanje trase. Obeležavanje trase se konstatuje u građevinskom dnevniku gde se posebno opisuje: dubina i širina rova, strana kablovskog rova na koju se izbacuje zemlja iz iskopa, način vršenja iskopa, mesta ukrštanja sa podzemnim instalacijama, mesta potkopavanja saobraćajnica, itd.

Da bi se utvrdilo da na projektovanoj trasi nema nikakvih drugih podzemnih elektro instalacija izvršiti pretragu terena instrumentom za detektovanje kablova.

Da bi se utvrdilo da na projektovanoj trasi nema nikakvih drugih podzemnih instalacija, ako je potrebno, najpre treba iskopati probne jame. One moraju da budu dovoljno široke i duboke da bi se ustanovilo ima li dovoljno prostora za polaganje kablova.

Iskop rova se vrši ručno (kramp, ašov, lopata). Zemlju iz iskopa treba celom dužinom trase slagati sa iste strane kablovskog rova. Druga strana treba da bude slobodna za razvlačenje kablova. Dno kablovskog rova treba da bude ravno. Pre polaganja kablova obavezno izvršiti pregled rova. Još u toku izvođenja radova na iskopu predvideti mesta za istovar kablovske posteljice.

Kablovski rov se kopa kao otvoreni rov.

Gornje slojeve trotoara i kolovoza treba razbijati podesnim alatom i aparatima da bi se izbegla suvišna oštećenja i smanjili troškovi. U cilju smanjenja troškova sav razbijeni površinski materijal treba da se pažljivo složi odvojeno od iskopa. Ovo pre svega važi za podloge i pokrivače trotoara kao što su: asfalt, pesak i sl.

Novi kablovski vod polaže se ispod drugih podzemnih instalacija koje se ukrštaju sa rovom, a nalaze se iznad njegovog dna.

Malter, blato, kreč i dr. građevinski materijal sme da se ostavlja samo na specijalnim podlogama koje su sa svih strana ograđene daskom. Beton treba da se radi samo na podesnoj podlozi.

Posebnu pažnju posvetiti obezbeđenju saobraćaja vozila i pešaka.

Kablovski rov mora da bude obeležen prema propisima.

Kod svih gradilišta moraju se postaviti odgovarajući saobraćajni znaci koji u noći i u magli moraju biti osvetljeni. Na kolovozu se ovi znaci postavljaju na oko 50 cm pre opasnog mesta. Zbog radova na kolovozima kad je obustavljen saobraćaj mogu biti potrebni signalni barjačici i sijalice.

Dno rova treba izravnati i očistiti od kamenja i drugih oštih materijala, panjeva, trulog drveća i sl.

Pri izvođenju radova posebnu pažnju pokloniti zaštiti na radu zaposlenih na gradilištu u svemu prema građevinskim normativima i Zakonu o zaštiti na radu.

Ispiranje rova po mogućstvu treba izbegavati. Stabilnost iskopa mora biti obezbeđena odgovarajućim podgrađivanjem i razupiranjem. Iskop treba da stoji što kraće otvoren. Pri izvođenju radova neophodno je obezbediti stalan geotehnički nadzor. Svi radovi moraju da se

usklade kako bi se izbeglo da neko od korisnika saobraćaja ili vlasnika poslovnih prostorija ili slobodnih prostora dobije osnov za obeštećenje.

### **2.3.2. Kablovska posteljica**

#### Kabovi položeni direktno u zemlju

Predviđa se slobodno polaganje kabla u zemlju, u kablovski rov dubine 0,8 m.

Odstupanja su dozvoljena na manjim dužinama pri ukrštanjima sa drugim kablovima i instalacijama, kao i u slučajevima nepovoljnih uslova polaganja (na primer: kamenito tlo). Takođe se mora uzeti u obzir i planirana kota terena.

Ukoliko se zbog raznih prepreka i instalacija kabl polaže na manjoj dubini, treba predvideti dodatnu zaštitu kabla od mehaničkih oštećenja (na primer: polaganje u zaštitnim cevima, betonskim kanaletama, i sl.). U slučaju ukrštanja sa saobraćajnicama, prirodnim preprekama i infrastrukturnim objektima potrebno je predvideti polaganje kablova u kablovsku kanalizaciju, u skladu sa TP 3, EPS.

Kabl se polaže vijugavo, tako da je dužina kabla do 2% veća od dužine trase.

Kabl se polaže u rovu u kablovskoj posteljici, debljine 30cm (10cm ispod kabla i ≈10cm iznad). Materijal za ispunu kablovske posteljice treba da omogući lako odvođenje toplote sa površine kabla i da pri tome ne izazove značajnije promene u okolnom zemljištu u smislu isušivanja. Za nabijanje sloja kablovske posteljice koriste se isključivo ručni nabijači.

Za izradu kablovske posteljice i ispunu rova do 30cm od dna treba upotrebiti sitnozrnastu zemlju, pesak ili specijalno pripremljenu mešavinu koja obezbeđuje dobro odvođenje toplote.

Usitnjena zemlja se kao posteljica kabla, po pravilu, koristi u onim područjima u kojima je zemljište „zdravica“ (nenasuto zemljište, bez građevinskih otpadaka i sl.)

Posteljica od peska se koristi u područjima čije zemljište pokazuje korozionu agresivnost prema olovnom omotaču kabla (na primer: organske truleži, građevinski otpaci – šut, pepeo, tresetišta, blato, zemljišta zagađena otpadnim vodama, hemikalijama i sl.) i loše odvođenje toplote u kابلu.

Specijalno pripremljenu mešavinu peska i šljunka koji imaju dobre karakteristike odvođenja toplote, granulacije 0-4mm 70%, 4-8mm 15%, 8-16mm 15%, preporučljivo je koristiti u područjima čiji sastav zemljišta nije povoljan sa gledišta hlađenja kabla kao i na toplotno kritičnim mestima, pri polaganju više kablova u isti rov.

Kod nabavke specijalne mešavine voditi računa o poreklu materijala.

Predvideti kontrolu sadržaja minerala kvarca kod izbora separacije i kod nabavke materijala za izradu kablovske posteljice, odnosno predvideti atestna ispitivanja minerološkopetrografskog sastava materijala za izradu kablovske posteljice.

Predvideti pripremu specijalne mešavine. Priprema specijalne mešavine se obavlja mašinskim mešanjem, na separaciji, pri optimalnom sadržaju vode 8-10%. Specijalna mešavina se po potrebi može pripremati bez cementa ili sa sadržajem 2% cementa.

Približna receptura za specijalnu mešavinu f.g.a. 0-16 je:

- f.g.a. 0-4 (tzv. jedinica) 70%



- f.g.a. 4-8 (tzv. dvojka) 15%
- f.g.a. 8-16 (tzv. trojka) 15%

Predvideti kontrolu granulometrijskog sastava specijalne mešavine f.g.a. 0-16 prilikom naručivanja, nabavke i ugrađivanja u rov, kod polaganja kablova 10kV.

Pre ugrađivanja specijalne mešavine, obaviti zbijanje dna rova sredstvima za zbijanje (vibropločom) odgovarajuće širine, sa prethodnim izravnanjem postojećeg zemljišta na dnu rova.

Prilikom ugrađivanja specijalne mešavine u kablovski rov predvideti da se obavlja zbijanje do 95% zbijenosti. Zbijanje vršiti u slojevima, pri optimalnom sadržaju vlage (8-10%), mašinski (pomocu vibro-ploče). Predvideti 3-4 prolaza vibro-pločom. Potrebno je predvideti kontrolu stepena zbijenosti ugrađene specijalne mešavine u rov, u gornjem sloju kablovske posteljice.

Predvideti kontrolu debljine slojeva kablovske posteljice pomoću lako uočljivih markera koji bi se postavili u bočnim stranama rova pre ugrađivanja specijalne mešavine.

Predvideti laboratorijsko merenje specifičnog toplotnog otpora uzoraka specijalnih mešavina kod nabavke i pripreme na separaciji i kod ugrađivanja u kablovske rove na trasi.

Specijalne mešavine u potpuno isušenom (suvom) stanju pri 95% stepenu zbijenosti imaju određenu vrednost specifičnog toplotnog otpora:

- posebne mešavine f.g.a. 0-16, bez cementa 1,5Km/W
- posebne mešavine f.g.a. 0-16, sa 2% cementa 1,0Km/W
- posebne mešavine f.g.a. 0-16, sa 2% cementa i 5% kvarca 0,7Km/W

### **2.3.3. Završavanje kablova**

Otvaranje kablova i izradu završnica vršiti prema odgovarajućim propisima i uputstvima proizvođača kablova i kablovskog pribora. Obaveza proizvođača kablova je isporuka i montaža svog potrebnog kablovskog pribora.

Kablovske završnice obavezno izvoditi prema uputstvu proizvođača kablova.

Proizvođač kablova i kablovske opreme je obavezan da obezbedi celokupan materijal, alat i pribor za izradu kablovskih glava i spojnica, kao i da izvrši njihovu montažu i izda garanciju za to.

### **2.3.4. Snimanje trase kablovskog voda**

Po završenom polaganju kablova, pre postavljanja drugog sloja posteljice, treba izvršiti snimanje tačne trase kablova. Na grafičkom planu treba posebno označiti ukrštanja sa drugim kablovima i instalacijama, spojna mesta, tačnu dužinu kablova i trase i sl. Snimanje vrši Investitor ili Izvođač ukoliko mu je povereno. Snimanje mora da se izvrši najdalje u roku od 24h po izvršenom polaganju.

### **2.3.5. Zatrpavanje kablovskog voda**

Odmah po izvršenom snimanju položaja kablova i kablovskih spojnica pristupa se završnim radovima, kako bi se površine dovele u prvobitno stanje i ulični prostor što pre osposobio za javni saobraćaj.



Najpre se postavlja drugi sloj posteljice, a zatim upozoravajuće PVC trake kao što je prikazano na crtežima.

Pri zatrpavanju kabla treba blagovremeno postaviti plastične upozoravajuće trake iznad kabla.

PVC traka za upozorenje treba da bude crvene boje sa utisnutim upozorenjem da se ispod trake nalazi energetska kabl. Njene karakteristike su:

- prekidna moć min.: 150 kp/cm
- istezanje pri prekidu: 200%
- min. temperatura upotrebe: -40°C
- max. temperatura upotrebe: +70°C
- trajnost: kao kabl
- postojanost teksta upozorenja na PVC traci: na kiseline, baze, ulja, goriva, vodu, itd.
- širina trake: 15cm
- natpis: ENERGETSKI KABL

Zatrpavanje kabla vrši se po pravilu iz otkopa u slojevima prema nalogu nadzora. Zemlja iz iskopa treba da bude sitnozrnasta, bez šuta, truleži, kamenja i drugog grubog materijala. Zabranjena je upotreba motornih nabijača za nabijanje posteljice i slojeva zemlje. Upotrebiti isključivo vibro nabijače.

Završni sloj od 10 cm u trotoaru mora da bude ili od šljunka ili od materijala koji je ostao pri razbijanju trotoara. Na ovaj način se sprečava stvaranje blata ukoliko se oporavka trotoara ne vrši odmah.

Višak preostale zemlje prevesti sa gradilišta na deponiju koja je za to određena od nadležnih organa.

Sve površine dovesti u prvobitno stanje.

### **2.3.6. Obeležavanje kablovskog voda**

Kod kablovskih završnica postavljaju se kablovske tablice sa naznakom tipa kabla, preseka, napona i imena objekta u kome se nalazi drugi kraj kabla.

Na površini zemlje postavljaju se dva tipa oznaka:

- a. oznake trase i spojnice kablova na neregulisanom terenu,
- b. oznake koje se postavljaju na regulisanom terenu.

Za obeležavanje trase kablovskih vodova primenjuju se mesingane pločice – oznake:

- oznaka za pravac sa crticama čiji broj označava broj kablova (istog naponskog nivoa) u rovu,
- oznaka za krivinu sa crticama čiji broj označava broj kablova u rovu,
- oznaka za ukrštanje sa energetskim kablovima,
- oznaka za ukrštanje sa vodovodnim instalacijama,
- oznaka za ukrštanje sa PTT vodovima,
- oznaka za ukrštanje sa kanalizacijom,
- oznaka za ukrštanje sa toplovodomom,
- oznaka za ukrštanje sa gasovodomom,
- oznaka kablovske spojnice,



- oznaka za kablovske kanalizacije,

Detalji su dati na crtežu GSS-IKVK-IDP-004-004.

Mesingane oznake se ugrađuju u betonske pogačice ili stubiće zavisno od terena i to:

- za kabl u trotoaru, u betonske pogačice,
- za kabl u travnjaku, u betonske stubiće manjih dimenzija,
- za kabl u neregulisanim površinama u betonske stubiće većih dimenzija.

Oznake na neregulisanom terenu se postavljaju na pravcu na svakih 30m rastojanja i na svakoj promeni pravca.

Na regulisanom terenu se postavljaju na rastojanju od 100m na pravcu i na svakoj promeni pravca.

Sve kablovske oznake se postavljaju:

- u osi terena,
- iznad spojnice,
- iznad tačke ukrštanja.

Detalji su dati na crtežu GSS-IKVK-IDP-004-003.

### **2.3.7. Uzemljenje**

Električna zaštita 10kV kablovskog voda, tipa XHE 49-A 4x(1x150/25) mm<sup>2</sup>, se direktno uzemljuje bakarnim užetom preseka najmanje 35mm<sup>2</sup>. Žice el. zaštite kabla se vraćaju nazad i oblikuju se u pletenicu na čijem se kraju ispresuje papučica za uzemljenje koja dolazi u kompletu završnice. Električnu zaštitu sva tri jednožilna kabla treba spojiti i uzemljiti.

Završetak rezervnog kabla treba zaštititi odgovarajućom toploskupljajućom „kapom“ i uzemljiti provodnik i električnu zaštitu. Kablovska završnica za unutrašnju montažu za 10 kV XHE 49-A kabl

### **2.3.8. Ispitivanje**

Da bi se kabl naponski ispitao i izdao atest trasa kabla mora da bude snimljena od strane Investitora i Geodetske uprave, spojnice i završnice završene (završnice moraju da budu fiksirane), okončani svi radovi na zatrpavanju rova.

Ispitivanje kablova se vrši prema SRPS IEC 60502 i utvrđuje se projektom.

Uslovi ispitivanja i uslovi koje kabl treba da zadovolji definisani su važećim standardima.

Fabričko ispitivanje obuhvata sledeće:

1. Rutinsko ispitivanje na svakoj proizvedenoj dužini kabla:
  - naponsko ispitivanje izolacije naponom 3,5 U<sub>0</sub> (U<sub>0</sub> – fazni napon), tj 70,7kV u trajanju od pet minuta,
  - merenje otpornosti provodnika,
  - ispitivanje parcijalnih pražnjenja,
  - naponsko ispitivanje spoljnog plašta,
2. Pojedinačno ispitivanje:





- provera konstrukcije (dimenzije) provodnika, izolacije i zaštitnih slojeva,
- ispitivanje zagrevanja izolacije,
- ispitivanje izolacije na skupljanje,
- određivanje sadržaja vlage ekrana izolacije.

3. Tipsko ispitivanje:

- ispitivanje na savijanje,
- ispitivanje parcijalnih pražnjenja,
- merenje  $\tan\delta$  kao funkcije napona,
- merenje kapacitivnosti,
- merenje  $\tan\delta$  kao funkcije temperature,
- ispitivanje na puno opterećenje,
- ispitivanje podnosivog udarnog napona,
- ispitivanje podnosivog naizmeničnog napona,
- ispitivanje jednosmernim naponom,
- pregled kabla i kablovskog pribora,

Ispitivanje posle polaganja obuhvata sledeće:

- merenje otpornosti provodnika,
- merenje struje punjenja,
- merenje struje u električnoj zaštiti,
- merenje otpora izolacije,
- naponsko ispitivanje izolacije naizmeničnim naponom  $2xU_0$  u trajanju od 1 časa ili naponom  $U_0 = 20,2kV$  u trajanju od 24 časa između provodnika i uzemljenje električne zaštite kabla.
- naponsko ispitivanje spoljnog plašta jednosmernim naponom obaviti dva puta:
  - po zatrpavanju rova,
  - po sleganju terena (poželjno je posle kiše).ispitnim naponom od  $4kV/mm$  spoljašnjeg plašta, ali ne većim od  $10kV$  u trajanju od jedan minut. Za predviđeni kabl potrebno je koristiti  $10kV$  u trajanju od jednog minuta.

### **2.3.9. Montažni radovi**

Sav materijal i oprema koja se ugrađuje mora da odgovara danas važećim SRPS propisima, a u nedostatku ovih važećim IEC propisima.

Oprema pre ugradnje mora da se ispita prema važećim propisima.

Svi ostali montažni radovi moraju da se izvedu u skladu sa danas važećim SRPS propisima, Tehničkim preporukama, a u nedostatku ovih po IEC propisima.

U toku gradnje investitor i izvođač dužni su da obezbede normalan saobraćaj i da obezbede iskope na mestima gde isti mogu da prouzrokuju nezgode za pešake.

Posle završetka svih radova izvršiće se interni pregled, tehnički pregled, stavljanje u probni i stalni pogon u svemu prema zahtevima investitora i propisima.

Po završetku svih radova izvođač i investitor dužni su da predaju svu dokumentaciju organu za eksploataciju kablovskog voda.

### **2.3.10. Dokumentacija kablovskog voda**

Dokumentacija kablovskog voda kao trajni dokument treba da posluži kao element za određivanje mesta kvara na kablu, za određivanje položaja kabla pri rekonstrukciji električne mreže i rekonstrukcijama ulica, za tumačenje kvarova na kablu za eventualne sporove između investitora i izvođača i proizvođača opreme, itd.

Dokumentacija jednog položenog i montiranog kablovskog voda treba da sadrži sledeće:

1. Revidovan i odobren projekat;
2. Ateste
3. Trasu snimljenog kablovskog voda posle polaganja;
4. Vremenske podatke za vreme polaganja (za svaku deonicu):
  - datum polaganja,
  - temperatura vazduha,
  - vreme (sunčano, kišovito, oblačno bez padavina i sl.);
  - atmosferski pritisak
5. Uverenje o polaganju kablova pri temperaturi vazduha nižoj od +5°C (ovo uverenje treba da sadrži opis načina zagrevanja kabla, njegovo trajanje, temperaturu grejnog vazduha, odnosno električnih vrednosti ako se zagrevanje vrši električnom strujom);
6. Ateste o naponskom ispitivanju položenog i montiranog kablovskog voda;
7. Ateste o ostalim merenjima i to za svako merenje posebno;
8. Ateste vezane za ispitivanje posteljice;
9. Uputstvo za upotrebu i održavanje;
10. Dozvolu za upotrebu.

## **2.4. DEMONTAŽA POSTOJEĆEG STUBA**

Projektom je potrebno predvideti demontažu postojećeg okruglog betonskog stuba 12/315, dužine 12 m, sa nazivnom silom na vrhu stuba od 315 daN, komplet sa temeljem, kao i dela dalekovoda koji se ukida u dužini od 230 m.

## **2.5. NOVOPROJEKTOVANI ARMIRANO BETONSKI STUB**

### **2.4.1. Stub**

Predviđeno je da se povezivanje novog kablovskog voda 10 kV sa postojećim dalekovodom izvede na novom okruglom armirano betonskom stubu minimalne visine i nosivosti 12/1600 sa vršnom armirano betonskom konzolom i nazivnom silom na vrhu stuba od 1600 daN.

Stub je projektovan za:

- Pritisak vetra na stub: 75daN/m<sup>2</sup>
- Dodatno opterećenje od snega i leda: 1,6 x 0,18  $\sqrt{d}$  daN/m

Na stubu je potrebno predvideti vertikalni rastavljač sa polužnim pogonom i sa prigradenim odvodnicima prenapona tipa R-VOPS 12 kV, 400 A i konzolom za prihvat kablovskih završnica.



**Slika 4. Vertikalni rastavljač sa odvodnicima prenapona tip R-VOPS**

Kabl uz stub je potrebno učvrstiti na minimalno 5 mesta i predvideti mehaničku zaštitu kabla od odgovarajućeg profila na visini od 3 m od tla.

#### **2.4.2. Temelj stuba**

Temelj stuba je potrebno izvesti kao armirano betonski, predvideti armirano betonsko raščlanjenje ili blok temelje u skladu sa odabranim tipom stuba i uslovima na terenu. Dimenzije temelja će u biti utvrđene u kasnijim fazama projekta u skladu sa geološkim izveštajima, i Tehničkoj preporuci EPS TP10g.

U slučaju nagnutog terena problem rešiti nivelacijom terena.

Projekti stubova i temelja nisu predmet ove dokumentacije.

#### **2.4.3. Provodnici**

Prema zahtevima projektnog zadatka predviđena je upotreba užeta Al/Č 50/8 mm<sup>2</sup>, 6:1, prema SRPS N.C1.351. sa jednim provodnikom po fazi, maksimalnog radnog naprezanja 9 daN/mm<sup>2</sup>.

Ne predviđa se primena prigušivača vibracija na provodnicima. Na novom zateznom stubu provodnici se prihvataju pomoću zatezne kompresione stezaljke.

Sa aspekta sigurnosnih visina, temperatura vazduha merodavna za prorčun ugiba i razmaka provodnika u sredini raspona iznosi +40°C. Temperatura vazduha pri kojoj se smatra da postoji dodatno opterećenje je -5°C, dok se srednjom godišnjom temperaturom merodavnom za proračun eolskih vibracija smatra +10°C.

#### **2.4.4. Uzemljenje stuba**

Uzemljenje stuba predvideti u vidu dva prstena pocinkovanom FeZn žicom minimalnog preseka 10 mm u skladu sa TP – 9 (EPS - direkcija za distribuciju električne energije, III izdanje, januar 2010.)



Priključak na stub je potrebno izvesti preko stezaljke sa zavrtnjem.

#### **2.4.5.    *Spojna oprema***

Predviđena je ugradnja dvostrukog zateznog, električno pojačanog, izolatorskog lanca 10 kV sa štapnim kombinovanim (silikonskim) izolatorima sa pojačanom električnom izolacijom sa zastavicom za vešanje na zatezni stub i kompresionom zateznom stezaljkom. Predviđena dužina izolatorskog lanca je 1211 mm.

Kompletan izolatorski lanac mora zadovoljiti vrednosti standardnog podnosivog kratkotrajnog napona industrijske frekvencije od 28 kV (efektivna vrednost) i standardnog podnosivog atmosferskog udarnog napona od 75 kV (temena vrednost).



### 3. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

#### 3.1. PRORAČUN KABLA XHE 49-A, 10 KV

Ovaj deo proračuna se odnosi na proveru izabranog 10 kV energetskog kabla na zahteve Projektnog zadatka i obuhvata proračun trajno dozvoljenog strujnog opterećenja u uslovima polaganja kabla na opisanoj trasi, polaganje kablova u cevi ispod puta i proračun izdrživosti kabla na struju kratkog spoja.

##### 3.1.1. Trajno dozvoljeno strujno opterećenje

###### • Polaganje kablova u zemlji

Proračun trajno dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda 10 kV, XHE 49-A, 4x(1x150/25) mm<sup>2</sup> urađen je prema važećem standardu IEC 60287. Kabl je proveren na maksimalno moguće opterećenje provodnika nadzemnog voda Al-Če uže 50/8 mm<sup>2</sup> koje iznosi 210 A.

Trajno dozvoljeno strujno opterećenje kablovskog voda se računa prema formuli:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d \cdot [0.5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)]}{R \cdot T_1 + n \cdot R(1 + \lambda) \cdot T_2 + n \cdot R(1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}} \quad (1)$$

gde je:

I (A) - struja provodnika

$\Delta\theta$  (°C) - porast temperature provodnika iznad temperature ambijenta ( $\theta_{conductor} - \theta_{air}$ )

R (Ω/m) - podužni otpor pri naizmeničnoj struji na 90°C

$W_d$  (W/m) - podužni gubici u dielektriku

$T_1$  (Km/W) - podužni termički otpor izolacije provodnika

$T_2$  (Km/W) - podužni termički otpor između ekrana i omotača

$T_3$  (Km/W) - podužni termički otpor spoljnog omotača

$T_4$  (Km/W) - podužni termički otpor okolnog zemljišta

n - broj opterećenih provodnika u kolu

$\lambda_1$  - odnos gubitaka u električnoj zaštiti i ukupnih gubitaka u provodnicima

$\lambda_2$  - odnos gubitaka u izolaciji i ukupnih gubitaka u provodnicima

Parametri  $\theta$ , R,  $W_d$ , n,  $T_{1-3}$ ,  $\lambda_{1/2}$  uslovljeni su konstrukcijom kabla i izračunavaju se na osnovu podataka koje dostavlja proizvođač, a u skladu sa IEC 60287-1-1 i IEC 60287-2-1.



10 kV kabl XHE 49-A, 4x(1x150/25)mm<sup>2</sup> se polaže u rovu, u zemlji. Prenosnu moć kabla ograničava temperatura zemljišta kao i njegova specifična toplotna otpornost. Minimalna temperatura zemlje na dubini 1,5 m je +5°C, maksimalna 20°C.

Osnovni proračun je urađen razmatrajući polaganje 10kV kablova u trouglastom snopu, dubina polaganja 0,7m i na toj dubini temperatura zemljišta 20°C, specifična toplotna otpornost zemljišta 1,5Km/W, maksimalna dozvoljena trajna temperatura provodnika 90°C. Predviđeno je direktno uzemljenje električne zaštite 10kV kablova na oba kraja, tzv. „solid bonding system“.

R<sub>dc20</sub> – DC otpornost provodnika na 20°C = 0,206 Ω/km

R<sub>dc90</sub> – DC otpornost provodnika na 90°C =  $R_{dc20} \times (1 + \alpha_{20} \times (90 - 20))$ ,

gde je  $\alpha_{20} = 0,00403$ , koeficijent specifične promene otpornosti u zavisnosti od temperature za aluminijum.

#### Skin efekat

f – frekvencija 50Hz

k<sub>s</sub> – skin koeficijent 1

$$X_s^2 = \frac{8 \times \pi \times f}{R_{dc90}} \times 10^{-7} \times k_s$$

0,476

$$Y_s = \frac{X_s^4}{192 + 0.8 \times X_s^4}$$

0,001

#### Proximity efekat

k<sub>p</sub> 1

$$X_p^2 = \frac{8 \times \pi \times f}{R_{dc90}} \times 10^{-7} \times k_p$$

0,476

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192 + 0.8 \times X_p^4} \times \left( \frac{dos}{spa} \right)^2 \times \left( 0.312 \times \left( \frac{dos}{spa} \right)^2 + \frac{1.18}{\frac{X_p^4}{192 + 0.8 \times X_p^4} + 0.27} \right)$$

Y<sub>p</sub> = 0,001

R<sub>ac90</sub> - AC otpornost provodnika na 90°C

R<sub>ac</sub> = R' ( 1+ Y<sub>s</sub> + Y<sub>p</sub>) = 0,2647 Ω/km



Gubici u dielektriku (izolaciji)

$$\begin{array}{ll} \varepsilon & 2,5 \\ \tan \delta & 0,001 \end{array}$$

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \times \ln \left( \frac{d_i}{d_{cs}} \right)} \quad 0,390 \quad \mu\text{F/km}$$

gde je:

$d_i$  – prečnik oko izolacije kabla,

$d_{cs}$  – prečnik oko poluprovodničkog sloja provodnika kabla (conductor screen).

$$U_0 \quad 5,774 \quad \text{kV}$$

$$\omega = 2 \times \pi \times f \quad 314,159$$

$$Wd = \omega \times C \times U_0 \times \tan \delta \quad 0,004 \quad \text{W/m}$$

Gubici u električnoj zaštiti kabla (bakarne žice i aluminijumska traka)

$$\lambda_1 - \text{u slučaju da je kabl uzemljen direktno na oba kraja} \quad 0,0138$$

$$T_1 = \frac{\rho_{XLPE}}{2 \times \pi} \times \left( \ln \frac{d_{is}}{d_c} \right) = 0,2876 \text{ Km/W, gde je:}$$

$\rho_{XLPE}$  - specifična toplotna otpornost umreženog polietilena (izolacija kabla XLPE) = 3.5Km/W

$d_{is}$  – prečnik oko poluprovodničkog sloja nakon izolacije kabla (insulation screen),

$d_c$  – prečnik provodnika (žile) kabla.

$T_2$  - Pošto kabl nije armirani,  $T_2 = 0$ .

$$T_3 = 1.6 \times \frac{\rho_{XLPE}}{2 \times \pi} \times \left( \ln \frac{d_{os}}{D_e} \right) = 0,1244 \text{ Km/W,}$$

gde je:

-  $\rho_{XLPE}$  - specifična toplotna otpornost umreženog polietilena (spoljašnji omotač kabla je od XLPE cross linked density polyethylene) = 3.5Km/W

-  $d_{os}$  – prečnik oko spoljašnjeg omotača kabla (prečnik kabla),

-  $D_e$  – prečnik oko aluminijumske trake kabla.

Spoljašnji toplotni otpor (označena kao  $T_4$  u skladu sa IEC 60287-2-1) zavisi od načina polaganja kablova i sredine u koju se oni polažu. Proračunava se na osnovu formule,

- Polaganja kablova u snopu (u temenima jednakostraničnog trougla), u skladu sa IEC 60287-2-1, stavka 2.2.2:

$$T_4 = 1.5 \times \frac{\rho_z}{\pi} \cdot [\ln 2 \times u - 0.63] = 2,317 \text{ Km} / W$$

- Polaganja kablova u ravni, u skladu sa IEC 60287-2-1, stavka 2.2.3.2:

$$T_{4-kablovski-vod} = \frac{\rho_z}{2\pi} \cdot [\ln u + \sqrt{u^2 - 1}] + \frac{\rho_z}{2\pi} \ln \left( \frac{c2'}{c2} \times \frac{c3'}{c3} \times \frac{c4'}{c4} \times \frac{c5'}{c5} \times \frac{c6'}{c6} \right)$$

gde je:

$\rho_z$  (Km/W) - specifični toplotni otpor zemljišta koje okružuje kabl

$L$  (m) - dubina polaganja kabla

$D_e$  (m) - spoljni prečnik kabla

$a$  (m) - rastojanje između kablova

$$u = \frac{2 \times L}{D_e} = 50 \text{ - u skladu sa IEC 60287-2-1, stavka 2.2.4.3.1}$$

$c$  (m) -rastojanje osa kablova  $k$  i  $l$

$c'$  (m) -rastojanje osa kabla  $l$  i lika u ogledalu kabla  $k$

Osnovni podaci		Uslovi polaganja	
Nominalni napon	10 kV	Dubina polaganja	0,7 m
Učestanost	50 Hz	Temperatura zemlje	20°C
Materijal provodnika	Al	Toplotna otpornost zemljišta	1,5 Km/W
Presek provodnika	150 mm <sup>2</sup>	Razmak između osa kablova u trouglu	31 mm
Prečnik provodnika	14,5 mm	Način uzemljenja	Direktno uzemljenje
Debljina izolacije	3,4 mm	Način polaganja	trolisna detelina
Prečnik izolacije	22.7 mm		
Električna zaštita	Cu		
Presek zaštite	25 mm <sup>2</sup>		
Spoljni prečnik kabla	31 mm		





Na osnovu datih podataka mogu se izračunati:

$$R = 0,2647 \, \Omega/\text{km}$$

$$T_1 = 0.2876 \, \text{Km/W}$$

$$T_3 = 0.1244 \, \text{Km/W}$$

$$T_4 = 2,1317 \, \text{Km/W}$$

$$W_d = 0.004 \, \text{W/m}$$

$$\lambda_1 = 0.0138$$

Trajno dozvoljeno strujno opterećenje kablovskog voda se dobija na osnovu formule (1) i iznosi:

$$I = 273,79 \, \text{A} (4,505 \, \text{MVA}) > 210 \, \text{A} (3,64 \, \text{MVA}), \text{ što je zahtevana strujna nosivost kabla.}$$

Predviđeni tip kabla ima strujnu nosivost od 352 A za referentne uslove polaganja, dok za realne uslove polaganja trajno dozvoljeno strujno opterećenje kabla iznosi 273,79 A, čemu odgovara snaga od 4,505 MVA.

- **Polaganje kablova u cevima**

Prilikom ukrštanja sa saobraćajnicom, kablovski vodovi se polažu u HDPE cevi u kablovskoj kanalizaciji, svaki kabl u posebnoj cevi. Prečnik HDPE cevi je 160 mm. Za kablovsku kanalizaciju koja se polaže u otvoren rov treba najpre izraditi posteljicu od mršavog betona debljine 10 cm na koju se polažu cevi. Cevi se pažljivo spajaju, a spojevi zalivaju cementnim malterom a zatim se pokrivaju slojem od mršavog betona debljine 10 cm. Kao dodatna mehanicka zaštita kabla ispod kolovoza ugrađuje se sloj 0,3 m betona marke MB30. Ostatak rova se do vrha popunjava šljunkom uz propisno nabijanje.

Strujna nosivost kablova je umanjena iz sledećih razloga:

- kablovi će biti položeni u posebnim cevima, koje će biti postavljene u snopu, kako bi se zadržala osnovna konfiguracija kablova. Ose kablova su na rastojanju spoljašnjeg prečnika cevi (160mm), što će se imati za posledicu smanjenja proximity efekta i otpornosti kabla, kao i spoljašnju toplotnu otpornost  $T_{40}$ , ali i povećanje gubitaka u metalnom plaštu kabla.
- spoljašnji toplotni otpor  $T_4$  se uvećava za toplotne otpore materijala između kablova i HDPE cevi i toplotne otpore samih cevi.

$$R = 0,2644 \, \Omega/\text{km} - \text{AC otpornost provodnika na } 90^\circ\text{C u slučaju polaganja kroz cevi}$$

$$\lambda_1 = 0,0646 \, \text{Gubici u električnoj zaštiti kabla u slučaju polaganja kroz cevi}$$



$$u_{duct} = \frac{2 \times L}{D_{HDPE}} = 123.78 \text{ u skladu sa IEC 60287-2-1, stavka 2.2.4.3.1}$$

$$\rho_{HDPE} = 3,5 \text{ Km} / W$$

$$T_4 = T_{40} + T_{4bentonite} + T_{4HDPE} = 3,048 \text{ Km} / W$$

Trajno dozvoljeno strujno opterećenje kablovskog voda iznosi:

$$I = 254,03 \text{ A} (4,18 \text{ MVA}) > 210 \text{ A} (3,64 \text{ MVA}).$$

### 3.1.2. Izdrživost 10kV kabla na struju kratkog spoja

U skladu sa Projektnim zadatkom, 10 kV kabl i njegova električna zaštita su dimenzionisani da izdrže struju kratkog spoja od 12.5 kA.

Prema standardu IEC 60949 minimalan presek provodnika sa aspekta struje kratkog spoja se izračunava prema formuli:

$$S_{min} = \frac{I_{ad} \cdot \sqrt{t}}{K \cdot \sqrt{\ln \frac{(\beta + \theta_f)}{(\beta + \theta_i)}}}$$

t (s) -vreme trajanja kratkog spoja

K (As<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup>) -konstanta vezana za materijal

I<sub>ad</sub> (kA) -adijabatska struja kratkog spoja

θ<sub>f</sub> (°C) -krajnja temperatura

θ<sub>i</sub> (°C) -početna temperatura

β (K) -konstanta materijala provodnika na 20°C

Na osnovu poznatih parametara može se izračunati minimalan presek provodnika:

	Provodnik
I <sub>ad</sub> (kA)	12.5
K (As <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup> )	148
t (s)	0.15
θ <sub>f</sub> (°C)	250
θ <sub>i</sub> (°C)	90
β (K)	228
S <sub>min</sub> (mm <sup>2</sup> )	51,23

Minimalan presek provodnika iznosi 51,23 mm<sup>2</sup>, odnosno presek provodnika zadovoljava po pitanju struje kratkog spoja.



Minimalni presek električne zaštite kablova može se odrediti za sledeće uslove: Prema TP-6 tipska vrednost struje jednofaznog kratkog spoja u uzemljenim mrežama 10 kV je 300 A. Usvajajući tu vrednost kao referentnu, minimalan presek električne zaštite energetskog kabla mora termički da izdrži struju od 300 A za vreme trajanja zemljospoja za koje se prema Projektnom zadatku usvaja vreme od 3 s.

	Provodnik
$I$ (A)	300
$K$ ( $\text{As}^{1/2}/\text{mm}^2$ )	226
$t$ (s)	3
$\theta_f$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	250
$\theta_i$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	90
$\beta$ (K)	234.5
$S_{\min}$ ( $\text{mm}^2$ )	3,63

Minimalan presek električne zaštite iznosi  $3,63 \text{ mm}^2$ , odnosno presek električne zaštite zadovoljava po pitanju struje kratkog spoja.

### 3.2. PRORAČUN MEHANIČKIH SILA NA STUB

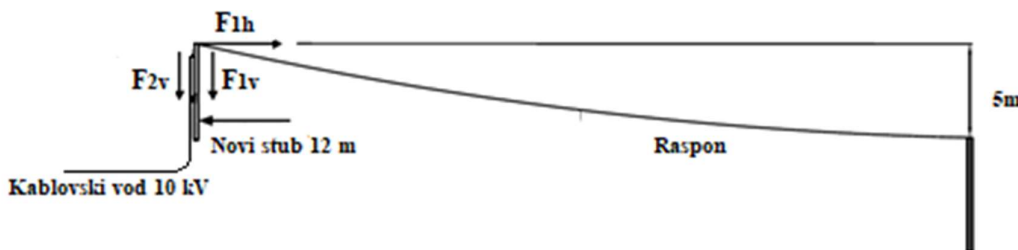
Ovaj deo proračuna se odnosi na proveru karakteristika novog armirano betonskog stuba sa vršnom konzolom na zahteve Projektnog zadatka i obuhvata proračun rezultatnih sila koje deluju na stub za karakteristične slučajeve opterećenja definisane prema TP 10 EPS-a.

Kritičan slučaj sa aspekta opterećenja predstavlja temperatura vazduha od  $-5^{\circ}\text{C}$  sa dodatim ledom. Provodnik nadzemnog voda je Al-Če uže  $50/8 \text{ mm}^2$ , dok je za koeficijent zone leda usvojena vrednost 1,6. Nominalna sila stabla stuba je  $F_n = 16000 \text{ N}$ .

Na osnovu TP 10 EPS-a zatezne stubove je potrebno proveriti za sledeće slučajeve:

- Slučaj 1.a: rezultanta pune sile zatezanja svih provodnika sa obe strane stuba;
- Slučaj 1.b: rezultanta od dve trećine sile zatezanja svih provodnika sa obe strane stuba, plus pritisak vetra na stub i na sve provodnike upravno na vod, odnosno u pravcu simetrale ugla trase voda;
- Slučaj 1.c: rezultanta od dve trećine sile zatezanja svih provodnika sa obe strane stuba, plus pritisak vetra na stub i na sve provodnike u pravcu voda, odnosno upravno na simetralu ugla trase voda;
- Slučaj 2.a: dve trećine sile zatezanja provodnika sa jedne strane stuba.

Na slici 5. je prikazan predmetni stub od interesa sa jednim rasponom i priključenjem kablovskog voda na kome su prikazane dužine raspona i označene sile koje su merodavne za dimenzionisanje stuba.



Slika 5. Sile koje deluju na predmetni stub

Rezultati proračuna su prikazani u narednim tabelama. Oznake u tabeli su sledeće :

T	-	Temperatura provodnika
SIGMAH	-	Horizontalna komponenta naprezanja provodnika
FTOT	-	Ukupan ugib
FFH1	-	Horizontalna sila na viši oslonac raspona ( $=F_{1H}$ )
FFV1	-	Vertikalna sila na viši oslonac raspona ( $=F_{1V}$ )
FFRES1	-	Rezultujuća sila na viši oslonac raspona
FFH2	-	Horizontalna sila na niži oslonac raspona
FFV2	-	Vertikalna sila na niži oslonac raspona
FFRES2	-	Rezultujuća sila na niži oslonac raspona



Tabela 7: Rezultati proračuna - raspon

T	SIGMAH	FTOT	FFH1	FFV1	FFRES1	FFH2	FFV2	FFRES2
[°C]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
-20	68.55	0.101	2.75	0.39	2.78	2.75	-0.33	2.77
-15	60.89	0.114	2.44	0.35	2.47	2.44	-0.29	2.46
-10	53.41	0.130	2.14	0.31	2.16	2.14	-0.25	2.16
-5	90.00	0.525	3.61	0.66	3.67	3.61	-0.28	3.62
0	39.48	0.176	1.58	0.24	1.60	1.58	-0.18	1.59
5	33.38	0.208	1.34	0.20	1.35	1.34	-0.15	1.35
10	28.15	0.247	1.13	0.18	1.14	1.13	-0.12	1.14
15	23.90	0.291	0.96	0.15	0.97	0.96	-0.10	0.96
20	20.60	0.337	0.83	0.14	0.84	0.83	-0.08	0.83
25	18.07	0.384	0.72	0.12	0.73	0.72	-0.07	0.73
30	16.13	0.431	0.65	0.11	0.66	0.65	-0.06	0.65
35	14.62	0.475	0.59	0.10	0.60	0.59	-0.05	0.59
40	13.42	0.517	0.54	0.10	0.55	0.54	-0.04	0.54
45	12.45	0.558	0.50	0.09	0.51	0.50	-0.04	0.50
50	11.64	0.597	0.47	0.09	0.48	0.47	-0.04	0.47
55	10.97	0.633	0.44	0.09	0.45	0.44	-0.03	0.44
60	10.39	0.669	0.42	0.08	0.42	0.42	-0.03	0.42
65	9.89	0.702	0.40	0.08	0.40	0.40	-0.03	0.40
70	9.45	0.735	0.38	0.08	0.39	0.38	-0.02	0.38
75	9.06	0.766	0.36	0.08	0.37	0.36	-0.02	0.36
80	8.72	0.797	0.35	0.07	0.36	0.35	-0.02	0.35

Sila vetra na provodnik/stub racuna se prema sledećoj formuli:

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot l \cdot d \cdot p_v$$

Gde je:

$l$  - dužina provodnika (visina stuba)

$d$  - prečnik provodnika (prečnik stuba)

$p_v$  - pritisak vetra (750 N/m<sup>2</sup>)

U tabeli 8. su prikazane vrednosti pojedinih sila koje su prikazane na slici 5, kao i izračunate vrednosti rezultatnih sila neophodnih za proveru stuba za prethodno definisane slučajeve.

Tabela 8: Vrednosti sila koje deluju na stub

Oznaka	Opis	Vrednost (kN)
F <sub>1H</sub>	Horizontalna sila zatezanja usled raspona	3,61
F <sub>1V</sub>	Vertikalna sila zatezanja usled raspona	0,66
F <sub>2V</sub>	Vertikalna sila zatezanja usled priključenja kabla na stub	4,9
F <sub>VP1</sub>	Sila vetra na provodnik u rasponu	0,14



$F_{VPS}$	Sila vetra na stub	2,25
$F_{rez1}$	Rezultantna sila na stub usled svih provodnika sa obe strane stuba	6,63
$F_{rez2}$	Rezultantna sila na stub usled pritiska vetra na stub i provodnike	2,39
$F_{rez}$	Rezultantna sila na provodnik usled svih provodnika sa obe strane stuba i usled pritiska vetra <sup>1</sup>	3,6

Provera karakterističnih slučajeva prema TP 10 EPS-a:

- Slučaj 1.a:

Treba da bude zadovoljeno da je  $F_n \geq F_{rez1}$ , odnosno  $16000 \text{ N} \geq 6630 \text{ N}$ , što je zadovoljeno, tako da stub zadovoljava zahteve definisane u ovom slučaju.

- Slučaj 1.b:

Pošto kod predmetnog stuba nema skretanja trase, ugao trase je  $180^\circ$ , tako da je simetrala ugla trase u ovom slučaju upravna na pravac trase dalekovoda.

Treba da bude zadovoljeno  $F_n \geq \sqrt{\left(\frac{2}{3} \cdot F_{rez1}\right)^2 + F_{rez2}^2}$ , odnosno  $16000 \text{ N} \geq 5025 \text{ N}$

- Slučaj 1.c:

Ovaj slučaj je manje kritičan od prethodnog, jer je udarna površina vetra u ovom slučaju na stub i provodnik manja nego u prethodnom slučaju, pa će, samim tim i udarna sila vetra biti manja, te je ovaj slučaj svakako zadovoljen.

- Slučaj 2.a:

U ovom slučaju je kritična strana stuba na kojoj se priključuje kablovski vod, jer je rezultatna sila u tom slučaju veća.

Treba da bude zadovoljeno  $F_n \geq \frac{2}{3} F_{2V}$ , odnosno  $16000 \text{ N} \geq 3267 \text{ N}$

Iz prethodno izloženog se vidi da je najkritičniji Slučaj 1.a, ali i u tom slučaju stub zadovoljava zahteve sa aspekta naprezanja.

<sup>1</sup> Pošto je kritičniji slučaj kada je vetar duva u upravno na podužni profil trase voda data je rezultatna sila za ovaj slučaj



### 3.3. SPECIFIKACIJA TROŠKOVA IZMEŠTANJA DELA DV 10 KV ZA BUČJE

Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
<b>1</b>	<b>10 kV Materijal sa ugradnjom</b>				
1.1	Nabavka i polaganje kabla 10kV, XHE 49-A 1x150mm <sup>2</sup> (polaganje u iskopan rov, cev, TS).	m	1760	810.00	1,425,600.00
1.2	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za spoljašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTME1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	51,280.00	102,560.00
1.3	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za unutrašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTMI1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	46,020.00	92,040.00
1.4	Nabavka materijala, izrada i postavljanje markera za obeležavanje trase kabla.	kom	6	2,470.00	14,820.00
1.5	Nabavka i polaganje plastične upozoravajuće trake.	m	800	20.00	16,000.00
1.6	Nabavka, isporuka i transport i ugradnja PVC cevi juvidur Ø 160.	m	72	550.00	39,600.00
1.7	Plastične kablovske vezice 450/10	kom	220	50.00	11,000.00
1.8	Plastični kablovski štitnik	kom	110	50.00	5,500.00
1.9	Isporuka i ugradnja okruglog betonskog stuba 12/1600, dužine 12 m, sa nazivnom/atestiranom silom na vrhu stuba od 1600 daN, komplet sa temeljem.	kom	1	161,000.00	161,000.00
1.10	Nabavka i montaža vršne betonske konzole za stub LU 12/1600.	kom	1	11,050.00	11,050.00



Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
<b>1</b>	<b>10 kV Materijal sa ugradnjom</b>				
1.1	Nabavka i polaganje kabla 10kV, XHE 49-A 1x150mm <sup>2</sup> (polaganje u iskopan rov, cev, TS).	m	1760	810.00	1,425,600.00
1.2	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za spoljašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTME1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	51,280.00	102,560.00
1.3	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za unutrašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTMI1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	46,020.00	92,040.00
1.4	Nabavka materijala, izrada i postavljanje markera za obeležavanje trase kabla.	kom	6	2,470.00	14,820.00
Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
1.11	Isporučka i ugradnja - Kompletan dvostruki zatezni, električno pojačan, izolatorski lanac 10 kV, sa štapnim kombinovanim (silikonskim) izolatorima 10 kV sa pojačanom električnom izolacijom, komplet sa zastavicom i klinastom stezaljkom za zatežno prihvatanje provodnika od aluželika 94-AL1/15-ST1A. Štapni izolatori i oprema izolatorskog lanca prema TP 2a1. Ugradbena dužina izolatorskog lanca je 1211mm.	kom	3	36,000.00	108,000.00
1.12	Nabavka, isporuka i montaža Al stezaljke 35-50/3.	kom	8	1,800.00	14,400.00
1.13	Nabavka, isporuka i montaža kompresione spojne papučice (neizolovane)	kom	12	1,300.00	15,600.00





Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
<b>1</b>	<b>10 kV Materijal sa ugradnjom</b>				
1.1	Nabavka i polaganje kabla 10kV, XHE 49-A 1x150mm <sup>2</sup> (polaganje u iskopan rov, cev, TS).	m	1760	810.00	1,425,600.00
1.2	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za spoljašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTME1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	51,280.00	102,560.00
1.3	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za unutrašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTMI1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	46,020.00	92,040.00
1.4	Nabavka materijala, izrada i postavljanje markera za obeležavanje trase kabla.	kom	6	2,470.00	14,820.00
	150/12,95/12,70/10,50/10, 35/10,25/10.				
1.14	Kablovska spojica za kabl 1x150(Al) mm <sup>2</sup> : - nazivni napon 10 kV - maksimalni napon mreže 12 kV - nazivna učestanost 50 Hz - podnosivi udarni napon 1.2/50 μs 75 kV Slično tipu KSTS 10/1-150, FKS	kom	8	15,000.00	120,000.00
1.15	Konzola za nošenje kablovske završnice 10kV.	kg	20	500.00	10,000.00
1.16	Nabavka, isporuka i montaža vertikalnog rastavljača sa prigradenim odvodnicima prenapona tipa R-VOPS 12 kV, 400 A komplet sa polužjem.	komplet	1	123,940.00	123,940.00
1.17	Nabavka ukrasnih komada, sa međupločom i povezivanje uzemljivača na stub.	kom	2	340.00	680.00



Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
<b>1</b>	<b>10 kV Materijal sa ugradnjom</b>				
1.1	Nabavka i polaganje kabla 10kV, XHE 49-A 1x150mm <sup>2</sup> (polaganje u iskopan rov, cev, TS).	m	1760	810.00	1,425,600.00
1.2	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za spoljašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTME1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	51,280.00	102,560.00
1.3	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za unutrašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTMI1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	46,020.00	92,040.00
1.4	Nabavka materijala, izrada i postavljanje markera za obeležavanje trase kabla.	kom	6	2,470.00	14,820.00
1.18	Isporka i polaganje FeZn trake 25x4 mm.	kg	25	300.00	7,500.00
1.19	Beton tipa MB30 za temelj stuba nadzemnog voda	m <sup>3</sup>	6	13,333.00	80,000.00
1.20	Armatura mreža Q335 B500A	kg	100	140.00	14,000.00
<b>Pozicija</b>	<b>Opis</b>	<b>Jedinica mere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jedinična cena RSD</b>	<b>Ukupna cena RSD</b>
	<b>Ukupno 10 kV materijal sa ugradnjom</b>				<b>2,373,290.00</b>
<b>2</b>	<b>RAD, TRANSPORT, USLUGE</b>				
2.1	Mašinski iskop zemlje svih kategorija, za temelje objekata ili kablovske rove, za temelje samce svih dimenzija, za stubove nadzemnih vodova.	m <sup>3</sup>	200.6	1,600.00	320,960.00



Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
<b>1</b>	<b>10 kV Materijal sa ugradnjom</b>				
1.1	Nabavka i polaganje kabla 10kV, XHE 49-A 1x150mm <sup>2</sup> (polaganje u iskopan rov, cev, TS).	m	1760	810.00	1,425,600.00
1.2	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za spoljašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTME1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	51,280.00	102,560.00
1.3	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za unutrašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTMI1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	46,020.00	92,040.00
1.4	Nabavka materijala, izrada i postavljanje markera za obeležavanje trase kabla.	kom	6	2,470.00	14,820.00
2.2	Nabavka, isporuka i transport i ručno ubacivanje i razastiranje peska – bez zbijanja.	m <sup>3</sup>	45	3,600.00	162,000.00
2.3	Tampon sloj sa nabijanjem do Ms=40 MPa	m <sup>3</sup>	0.5	6,000.00	3,000.00
2.4	Ručno nasipanje zemlje iz iskopa u slojevima do 30cm debljine (rovovi, oko temelja itd), kategorije zemlje I-IV.	m <sup>3</sup>	155.6	490.00	76,244.00
2.5	Utovar zemlje, peska, šljunka, tucanika, šuta i ostalog materijala u motorno vozilo.	m <sup>3</sup>	45	500.00	22,500.00
2.6	Isporuka i transport viška zemlje i šuta na deponiju, udaljenu do 15 km.	m <sup>3</sup>	45	1,600.00	72,000.00
	<b>Ukupno rad, transport, usluge</b>				<b>656,704.00</b>
<b>3</b>	<b>DEMONTAŽA</b>				
3.1	Demontaža:Isporuka i ugradnja okruglog betonskog stuba 12/315,	kom	3	20,500.00	61,500.00



Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
<b>1</b>	<b>10 kV Materijal sa ugradnjom</b>				
1.1	Nabavka i polaganje kabla 10kV, XHE 49-A 1x150mm <sup>2</sup> (polaganje u iskopan rov, cev, TS).	m	1760	810.00	1,425,600.00
1.2	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za spoljašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTME1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	51,280.00	102,560.00
1.3	Nabavka i montaža kablovske završnice 10kV za jednožilne ekranizovane kablove izolovane plastičnom masom (XHE, XHP) za unutrašnju montažu 3x1x70-150mm <sup>2</sup> , komplet sadrži materijal za 3 faze, 3X17TTMI1.150 ili ekvivalent.	komplet	2	46,020.00	92,040.00
1.4	Nabavka materijala, izrada i postavljanje markera za obeležavanje trase kabla.	kom	6	2,470.00	14,820.00
	dužine 12 m, sa nazivnom/atestiranom silom na vrhu stuba od 315 daN, komplet sa temeljem.				
3.2	Demontaža: Nabavka, isporuka, razvlačenje i povezivanje AlČe užeta Ukupno demontaža.	kg	240	200.00	48,000.00
	<b>Ukupno demontaža</b>				<b>109,500.00</b>
<b>4</b>	<b>GEODETSKI RADOVI</b>				



Pozicija	Opis	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena RSD	Ukupna cena RSD
4.1	Snimanje izvedenih kablovskih vodova 10 kV i 1 kV, i pribavljanje potvrde RGZ-a o izvršenom snimanju (plaća se min 50m) do 50m dužine trase ( za l izlazak) BB (11.2.58).	kom	1	19,500.00	19,500.00
4.2	Snimanje izvedenih kablovskih vodova 10 kV i 1 kV, i pribavljanje potvrde RGZ-a o izvršenom snimanju (plaća se min 50 m) za svaki metar preko 50 m dužine trase.	m	390	78.00	30,420.00
	<b>Ukupno geodetski radovi</b>				<b>49,920.00</b>
<b>5</b>	<b>TEHNIČKI PREGLED, MANIPULACIJE, STRUČNI NADZOR</b>				
5.1	Interni tehnički pregled EEO-tehnički pregled 10 kV kablovskog voda.	kom	1	18,892.00	18,892.00
5.2	Nadzor nad izgradnjom EEO - za vrednost investicije do 5.000.000,00 RSD.	kom	1	49,988.00	49,988.00
5.3	Manipulacija rasklopnom opremom sa izdavanjem dozvole za rad i ponovno priključenje.	kom	1	7,622.00	7,622.00
5.4	Naponsko ispitivanje energetskog kabla 10 kV sa izradom izveštaja. Obračun po ispitanom kablju.	kom	2	25,476.00	50,952.00
5.5	Merenje otpora uzemljenja na stubovima nadzemne mreže 10 kV. Obračun po stubu.	kom	1	2,300.00	2,300.00
	<b>Ukupno tehnički pregled, manipulacije, stručni nadzor</b>				<b>129,754.00</b>
<b>6</b>	<b>PROJEKTOVANJE</b>				
6.1	Kablovski 10 kV vod.	kom	1	365,400.00	365,400.00
	<b>Ukupno projektovanje</b>				<b>365,400.00</b>
	<b><u>UKUPNI TROŠKOVI IZGRADNJE PRIKLJUČKA</u></b>				<b><u>3,684,568.00</u></b>

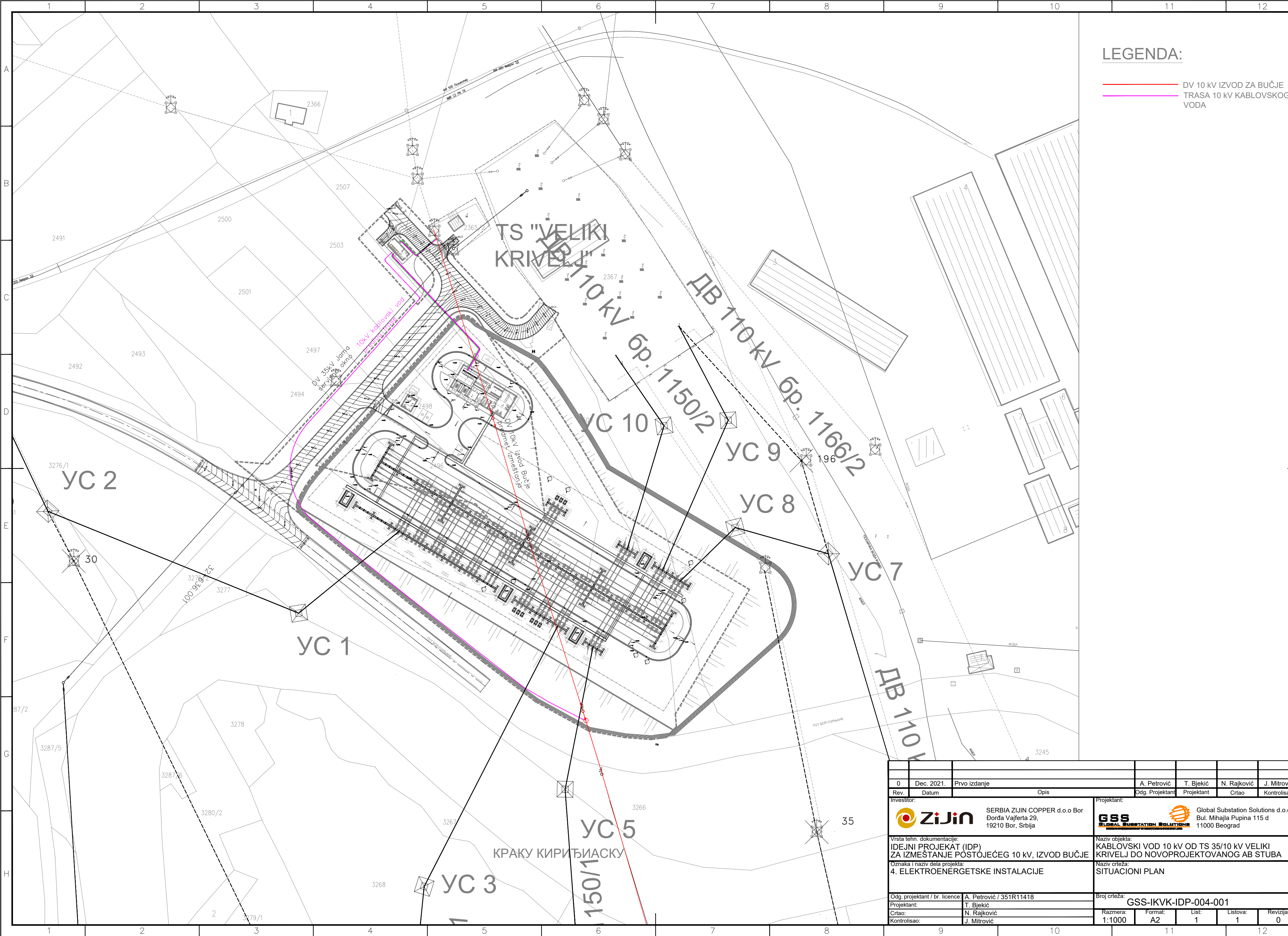


## 4. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

### 4.1. SPISAK CRTEŽA

R.B.	NAZIV CRTEŽA	BROJ CRTEŽA	REVIZIJA
1.	SITUACIONI PLAN	GSS-IKVK-IDP-004-001	0
2.	DETALJ POLAGANJA 10 KV KABLOVSKOG VODA	GSS-IKVK-IDP-004-002	0
3.	OBELEŽAVANJE TRASE KABLOVSKOG VODA	GSS-IKVK-IDP-004-003	0
4.	OZNAKE KABLOVSKOG VODA	GSS-IKVK-IDP-004-004	0
5.	DETALJ STUBA 10 KV SA OTCEPOM ZA KABL SA RASTAVLJAČEM	GSS-IKVK-IDP-004-005 LIST 1	0
6.	DETALJ STUBA 10 KV	GSS-IKVK-IDP-004-005 LIST 2	0
7.	DETALJ UZEMLJENJA BETONSKOG STUBA 10 KV	GSS-IKVK-IDP-004-006	0





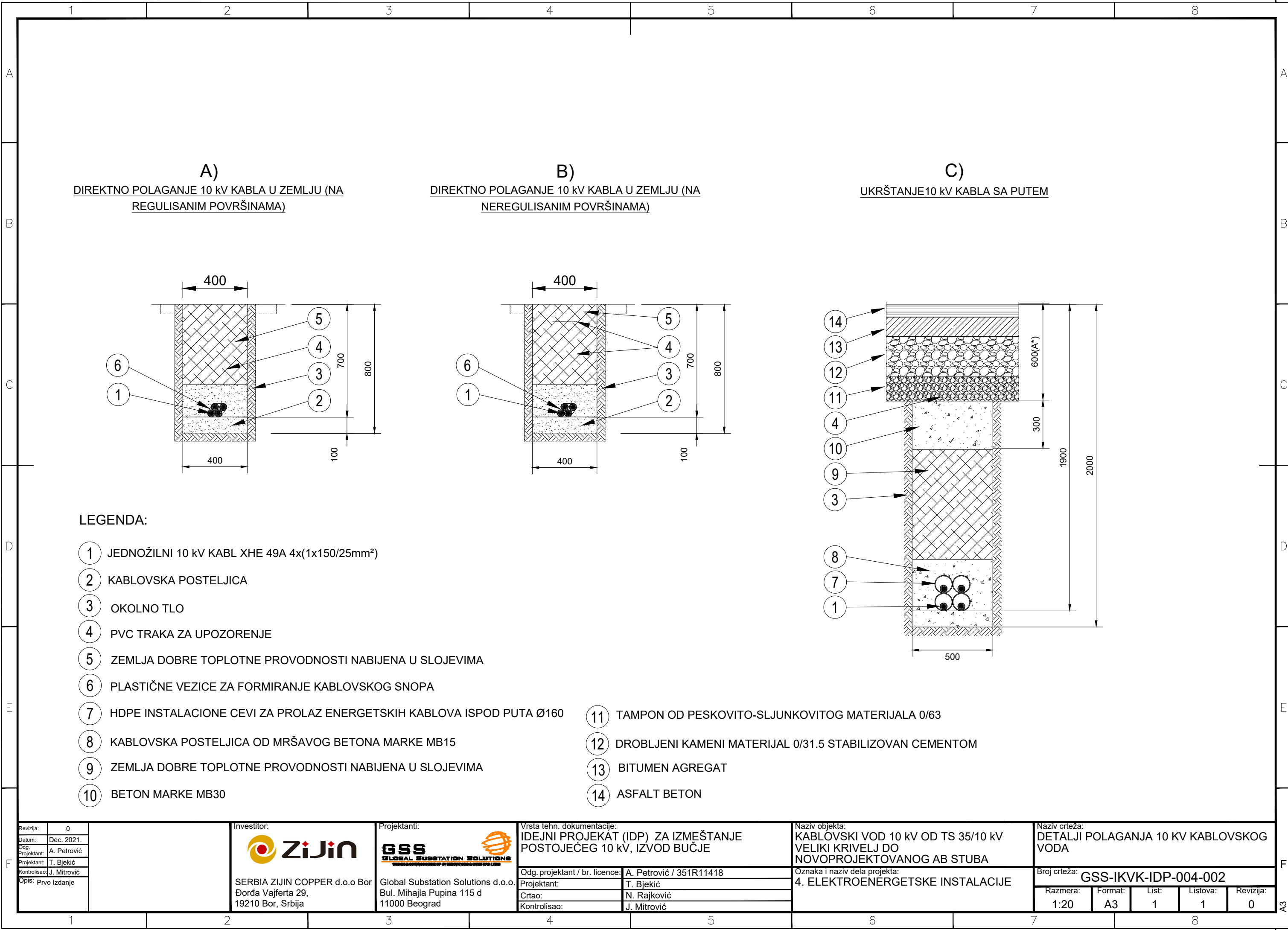


LEGENDA:

DV 10 kV IZVOD ZA BUČJE

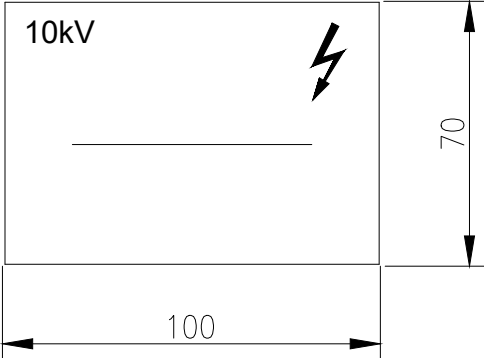
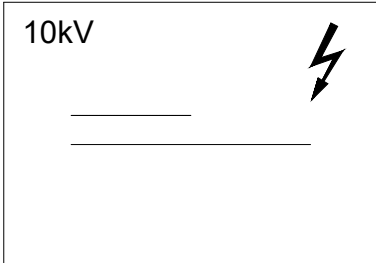
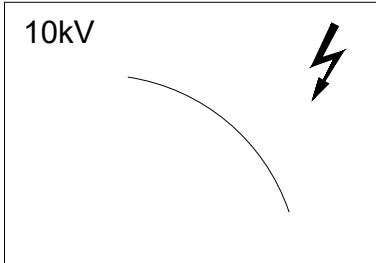
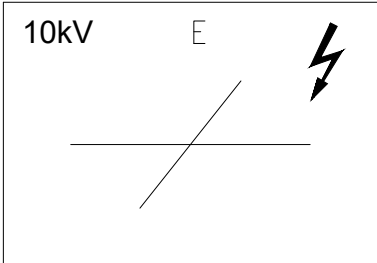
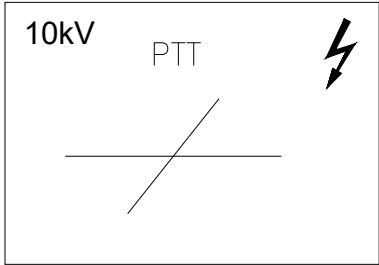
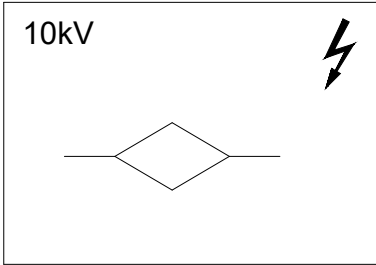
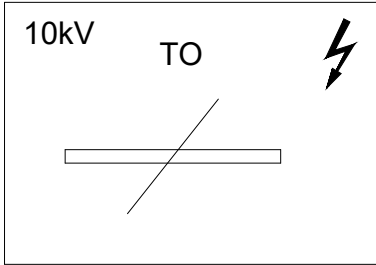
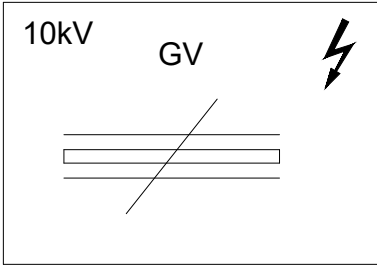
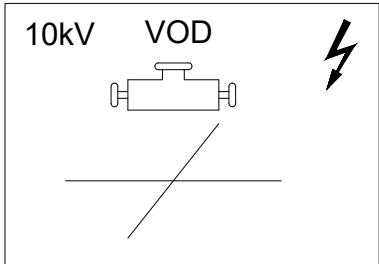
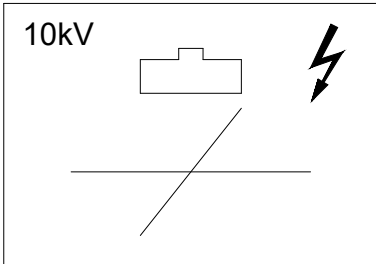
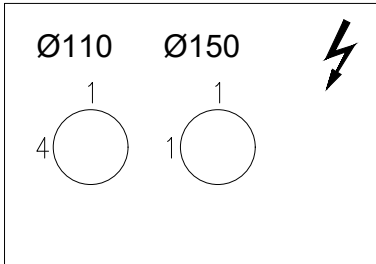
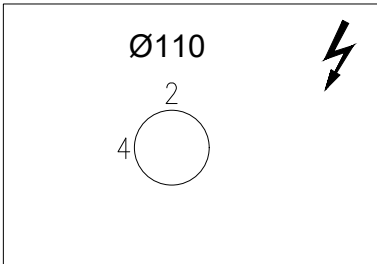


TRASA 10 kV KABLOVSKOG VODA

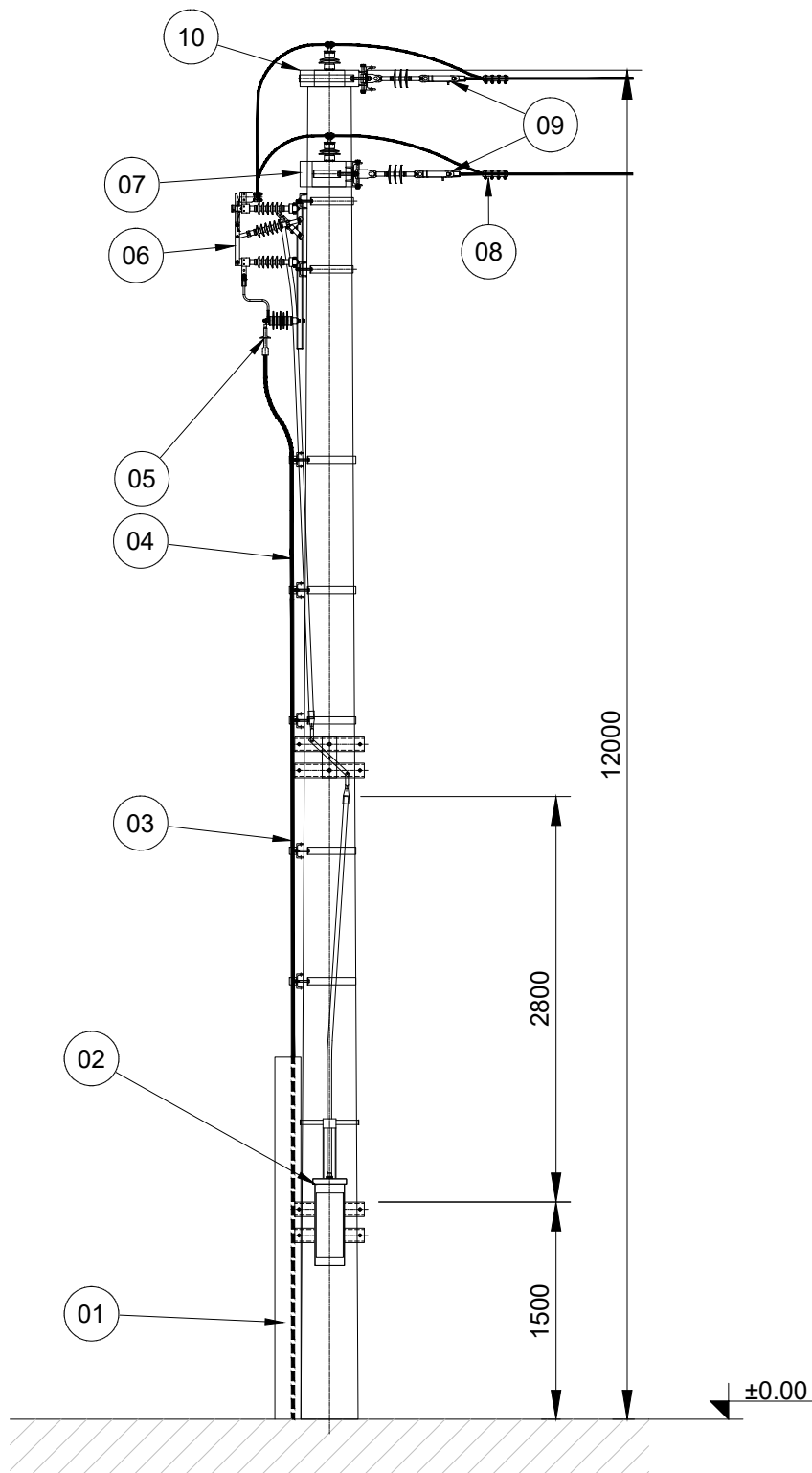
0	Dec. 2021.	Prvo izdanje			A. Petrović	T. Bjekić	N. Rajković	J. Mitrović	
Rev.	Datum	Opis			Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao	
Investitor:					Projektant:				
		SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija					Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd		
Vrsta tehn. dokumentacije: IDEJNI PROJEKAT (IDP) ZA IZMEŠTANJE POSTOJEĆEG 10 kV, IZVOD BUČJE					Naziv objekta: KABLOVSKI VOD 10 kV OD TS 35/10 kV VELIKI KRIVELJ DO NOVOPROJEKTOVANOG AB STUBA				
Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE					Naziv crteža: SITUACIONI PLAN				
Odg. projektant / br. licence: Projektant: Crtao: Kontrolisao:					Broj crteža: GSS-IKVK-IDP-004-001 Razmera: Format: List: Listova: Revizija:				
A. Petrović / 351R11418 T. Bjekić N. Rajković J. Mitrović					1:1000 A2 1 1 0				







	1	2	3	4	5	6	7	8
A								
B	<div> <div> <div> <div> <div>1</div> <div>PRAVAC KABLOVSKOG VODA U ROVU</div> <div>  </div> </div> <div> <div>2</div> <div>DVA ILI VIŠE KABLOVA U ROVU U PRAVCU</div> <div>  </div> </div> <div> <div>3</div> <div>KRIVINA KABLOVSKOG VODA U ROVU</div> <div>  </div> </div> <div> <div>4</div> <div>UKRŠTANJE KABLOVSKOG VODA SA DRUGIM ENERGETSKIM KABLOVIMA</div> <div>  </div> </div> </div> </div></div>							
C	<div> <div> <div>5</div> <div>UKRŠTANJE KABLOVSKOG VODA SA TT VODOM</div> <div>  </div> </div> <div> <div>6</div> <div>OZNAKA KABLOVSKE SPOJNICE</div> <div>  </div> </div> <div> <div>7</div> <div>UKRŠTANJE KABLOVSKOG VODA SA TOPLOVODOM</div> <div>  </div> </div> <div> <div>8</div> <div>UKRŠTANJE KABLOVSKOG VODA SA GASOVODOM</div> <div>  </div> </div> </div>							
D								
E	<div> <div> <div>9</div> <div>UKRŠTANJE KABLOVSKOG VODA SA VODOVODOM</div> <div>  </div> </div> <div> <div>10</div> <div>UKRŠTANJE KABLOVSKOG VODA SA KANALIZACIJOM</div> <div>  </div> </div> <div> <div>11</div> <div>KABLOVSKA KANALIZACIJA JEDAN RED SA 4 OTVORA Ø110 I JEDNIM Ø150</div> <div>  </div> </div> <div> <div>12</div> <div>KABLOVSKA KANALIZACIJA DVA REDA SA 4 OTVORA Ø110</div> <div>  </div> </div> </div>							
F	<div> <div> <div> <div>Revizija: 0</div> <div>Datum: Dec. 2021.</div> <div>Odg. Projektant: A. Petrović</div> <div>Projektant: T. Bjekić</div> <div>Kontrolisao: J. Mitrović</div> <div>Opis: Prvo Izdanje</div> </div> <div> <div>Investitor:</div> <div>  </div> <div>SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija</div> </div> <div> <div>Projektanti:</div> <div>  </div> <div>Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd</div> </div> <div> <div>Vrsta tehn. dokumentacije:</div> <div>IDEJNI PROJEKAT (IDP) ZA IZMEŠTANJE POSTOJEĆEG 10 kV, IZVOD BUČJE</div> </div> <div> <div>Odg. projektant / br. licence:</div> <div>A. Petrović / 351R11418</div> </div> <div> <div>Projektant:</div> <div>T. Bjekić</div> </div> <div> <div>Crtao:</div> <div>N. Rajković</div> </div> <div> <div>Kontrolisao:</div> <div>J. Mitrović</div> </div> <div> <div>Naziv objekta:</div> <div>KABLOVSKI VOD 10 kV OD TS 35/10 kV VELIKI KRIVELJ DO NOVOPROJEKTOVANOG AB STUBA</div> </div> <div> <div>Oznaka i naziv dela projekta:</div> <div>4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE</div> </div> <div> <div>Naziv crteža:</div> <div>OZNAKE KABLOVSKOG VODA</div> </div> <div> <div>Broj crteža:</div> <div>GSS-IKVK-IDP-004-004</div> </div> <div> <div>Razmera:</div> <div>1:20</div> </div> <div> <div>Format:</div> <div>A3</div> </div> <div> <div>List:</div> <div>1</div> </div> <div> <div>Listova:</div> <div>1</div> </div> <div> <div>Revizija:</div> <div>0</div> </div> </div> </div>							
	1	2	3	4	5	6	7	8



OPREMA	
R. Broj	OPIS
01	PVC CEV UNUTRAŠNJEG PREČNIKA 100 mm
02	ORMARIĆ RASTAVLJAČA
03	ŠELNA
04	10 kV KABL XHE49-A 4X((1X150)/25 mm2)
05	KABLOVSKA ZAVRŠNICA 10 kV ZA KABL TIP A XHE49-A 4X((1X150)/25 mm2)
06	VERTIKALNI RASTAVLJAČ SA PRIGRAĐENIM ODVODNIKOM PRENAPONA
07	KONZOLA ZA PRIHVAT KABLOVSKIH ZAVRŠNICA
08	STRUJNE STEZALJKE
09	JEDNOSTRUKI ZATEZNI IZOLATORSKI LANAC
10	VRŠNA KONZOLA

NAPOMENE:

1. SVE MERE SU U [mm], A VISINSKE KOTE SU U [m].

0	Dec. 2021.	Prvo izdanje		A. Petrović	T. Bjekić	N. Rajković	J. Mitrović
Rev.	Datum	Opis		Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
Investitor:				Projektant:			
<div> SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija</div>				<div> Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd</div>			
Vrsta tehn. dokumentacije: IDEJNI PROJEKAT (IDP) ZA IZMEŠTANJE POSTOJEĆEG 10 kV, IZVOD BUČJE				Naziv objekta: KABLOVSKI VOD 10 kV OD TS 35/10 kV VELIKI KRIVELJ DO NOVOPROJEKTOVANOG AB STUBA			
Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE				Naziv crteža: DETALJ STUBA 10 kV SA OTCEPOM ZA KABL SA RASTAVLJAČEM			
Odg. projektant / br. licence:		A. Petrović / 351R11418		Broj crteža: GSS-IKVK-IDP-004-005			
Projektant:		T. Bjekić					
Crtao:		N. Rajković		Razmera:	Format:	List:	Listova:
Kontrolisao:		J. Mitrović		1:50	A3	1	2
				Revizija: 0			

