

Акционарско друштво "Електроурежа Србије" Београд
Београд, Кнеза Милоша 11
Број: 022-00-UTD-002-29/2019-001
Клас. број: 0-9-7
Београд, 28. 10. 2019

На основу члана 41. Статута Акционарског друштва "Електроурежа Србије" Београд ("Службени гласник РС", бр. 88/16), Правилника о техничкој регулативи број 022-00-UTD-013-2/2018-001 од 29.01.2018.године и Овлашћења број 132/021-00-OPP-1/2018-027 од 28.12.2018.године, доносим,

ОДЛУКУ
О СТУПАЊУ НА СНАГУ ИНТЕРНОГ СТАНДАРДА
ИС-ЕМС 200:2019
ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ
ЗА ИЗБОР И МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА И КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА У
ПРЕНОСНОЈ МРЕЖИ

ИС – ЕМС 200:2019-Основни технички захтеви за избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора у преносној мрежи, ступа на снагу односно почиње да се примењује од дана доношења ове одлуке.

О почетку примене ИС – ЕМС 200:2019-Основни технички захтеви за избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора у преносној мрежи, Администратор базе техничке регулативе, обавестиће све ОЈ ЕМС АД у чијој надлежности је примена предметног интерног стандарда.

Образложење

Интерни стандард у ЕМС АД Београд: ИС-ЕМС 200:2019 је урађен је сходно Плану за израду и доношењем техничке регулативе за 2019. годину и Програму за израду и доношење.

Интерни стандард ИС – ЕМС 200:2019 Основни технички захтеви за избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора у преносној мрежи разматран је на седници Стручног панела за техничку регулативу, методологију и стандарде одржаној дана 16.08.2019. године и на исти је дата сагласност.

Извршни директор за пренос електричне енергије

Илија Цвијетић, дипл.ел.инж.



Доставити:

- Извршним директорима
- Директорима дирекција
- Председнику одбора Техничког савета
- Председнику Стручног панела за техничку регулативу, методологије и стандарде
- Кабинету
- Сектору за развој људских потенцијала
- Архиви



**ИНТЕРНИ СТАНДАРД
ИС-ЕМС 200:2019
ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ
ЗА ИЗБОР И МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА И
КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА У ПРЕНОСНОЈ МРЕЖИ**



Интерни Стандард ИС-ЕМС 200:2019

Основни технички захтеви
за избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора
у преносној мрежи

С А Д Р Ж А Ј

Ред. број		Стр.
1	Предмет и подручје примене	3
2	Термини и дефиниције	3
3	Основни захтеви	5
4	Погонски и амбијентни услови	5
5	Избор типа и пресека проводника и електричне заштите	6
6	Дозвољено струјно оптерећење кабловског вода	7
7	Релејна заштита	7
8	Мониторинг кабловских водова	7
9	Основни захтеви за изградњу подземног кабловског вода	8
10	Основне препоруке за полагање енергетских каблова	9
11	Препоруке за директно полагање енергетских каблова у земљу	12
12	Кабловска канализација	17
13	Кабловско окно (шахт)	17
14	Повезивање новог објекта на постојећи кабловски вод	18
15	Повезивање далековода и кабловског вода	18
16	Технички услови за полагање и укрштање каблова 110 kV и осталих инфраструктурних објеката	19
17	Кабловски прибор	19
18	Испитивање каблова и кабловског прибора	20
19	Налажење места квара на кабловским водовима	21
20	Транспорт енергетских каблова и кабловског прибора	22
21	Резерве	22
22	Документација	22
23	Прелазне и завршне одредбе	24

Аутори: Мирко Боровић, маг.инж.ел.
Ивана Митић, маг.инж.ел.
Сава Исаков, дипл.грађ.инж.
Игор Матрак, маг.инж.ел.
Миша Јовић, дипл.ел.инж.
Стефан Којић, маг.инж.ел.
мр Јован Јовић, дипл.ел.инж.
мр Ђорђе Голубовић, дипл.ел.инж.
мр Александар Поповић, дипл.ел.инж.



1 ПРЕДМЕТ И ПОДРУЧЈЕ ПРИМЕНЕ

- 1.1 Овај Интерни Стандард се односи на техничке услове, избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора називних напона ≥ 110 kV који се користе у Акционарском друштву Електромрежа Србије Београд (у наставку ЕМС АД).
Узимајући у обзир тренутно и перспективно стање кабловске мреже у преносном систему, примери се, углавном, односе на кабловске водове 110 kV.
За податке везане за енергетске каблове и кабловски прибора називних напона > 110 kV потребно је консултовати стручне службе ЕМС АД.
- 1.2 Овај Интерни стандард треба да:
- одреди основне погонске и амбијентне услове у којима ради енергетски кабл;
 - изврши типизацију основних конструкција енергетских каблова, које највише одговарају условима рада и експлоатације преносне мреже Србије;
 - изврши типизацију пресека проводника и електричне заштите;
 - препоручи основне начине полагања енергетских каблова, као и посебне услове полагања у специјалним условима: укрштање са путевима и железницом, полагање преко мостова, укрштање и паралелно вођење са телекомуникационим водовима, топловодом, водоводом и другим комуналним инсталацијама;
 - препоручи начине спајања проводника и израду кабловских спојница и завршница;
 - препоручи начин преласка са надземног вода на кабловски вод;
 - препоручи поступке испитивања енергетских каблова.
 - препоруке полагања и испитивања оптичких каблова за преносне телекомуникационе системе и мониторинг електроенергетских каблова
 - препоручи начине мониторинга енергетских каблова
- 1.3 Одредбе овог документа се примењују код избора и полагања нових кабловских водова, код делимичне или комплетне замене постојећих кабловских водова, као и код повезивања нових објеката на постојеће каблове по систему улаз – излаз.

2 ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ

- 2.1 **Кабловски вод:** енергетски кабл који је положен у земљу и са изведеним кабловским спојницама и завршницама служи за пренос електричне енергије.
- 2.2 **Мешовити вод:** високонапонски вод који има деонице изведене као далековод и деонице изведене као кабловски вод.
- 2.3 **Кабл** (енергетски кабл): део кабловског вода који се састоји од једне жиле и одговарајућих заштитних слојева.
- 2.4 **Кабловски прибор:** део кабловског вода који служи за настављање кабла (кабловска спојница) и за затварање крајева кабла (кабловска завршница - глава), за уземљење или транспозицију плаштева каблова (cross bonding).
- 2.5 **Проводник:** део кабла намењен провођењу струје.
- 2.6 **Жила:** део кабла који се састоји од проводника, изолације и слабопроводних слојева ако постоје.
- 2.7 **Језгро кабла:** скуп поужених жила, са одговарајућом испуном ако постоји.
- 2.8 **Испуна:** елемент кабла којим се испуњава међупростор између жила да би се добио кружни пресек кабла. Ако је испуна начињена од слабопроводног материјала, она служи као проводна веза између електричне заштите и слабопроводних слојева око жила кабла.
- 2.9 **Арматура:** слој од металних трака или жица који штити кабл од прекомерних механичких напрезања и оштећења кабла.
- 2.10 **Плашт:** заштитни слој од поливинилхлорида (PVC), полиетилена (PE) или олова који штити елементе кабла од влаге и хемијских утицаја, а у мањој мери и од механичких оштећења.
- 2.11 **Слабопроводни слој (екран кабла):** слој који се поставља испод изолације и изнад изолације и служи за радијално обликовање и ограничење електричног поља.
- 2.12 **Електрична заштита:** метални слој који служи за ограничење електричног поља, за одвођење струје земљоспоја и заштиту од индиректног додира. Код једножилних каблова електрична заштита се поставља изнад слабопроводног слоја изолације.



- 2.13 **Полимерна изолација:** група материјала за изолацију каблова од поливинилхлорида (PVC), термопластичног полиетилена (PE) и умреженог полиетилена (XPE).
- 2.14 **Назначене карактеристике:** нумеричке вредности величина (напон, струја итд.) које дефинишу рад кабла у условима који су утврђени у стандардима и служе као референтна вредност за испитивање кабла
- 2.15 **Кабловска завршница:** опрема монтирана на крај кабла којом се обезбеђује електрично повезивање са другим деловима система и којом се одржава одговарајући изолациони ниво до тачке прикључка кабла.
- 2.16 **Кабловска завршница за GIS постројење:** завршница која се налази у гасом изолованом металом оклопљеном постројењу (GIS). Сачињена је од изолатора од епоксидне смоле са уграђеним електродама, шелне за фиксирање, металном прирубницом, компресионо-опружним елементом и префабрикованим елементом за обликовање електричног поља од силиконске гуме. „Женски део” чини изолатор од епоксидне смоле са уграђеном електродом и шелна за шелне за фиксирање. „Мушки део” чине преостали делови. **Место разграничења и место примопредаје електричне енергије:**
- у отвореном постројењу сматрају се кабловске завршница
 - у GIS постројењу кабловска завршница у складу са IEC 62271-209 (прилог 2-1)



3 ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ

3.1 Енергетски кабл треба да буде конструисан, произведен и испитан у складу са актуелним светским достигнућима и следећим стандардима:

- SRPS N.C0.501: Производња и транспорт каблова, проводника и жица. Термини, дефиниције и ознаке мера;
- SRPS IEC 60840: Енергетски каблови са екструдованом изолацијом и прибором за назначене напоне преко 30 kV ($U_m = 36$ kV) до 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Методе испитивања и захтеви;
- SRPS IEC 60141-1: Испитивање каблова пуњених уљем и каблова пуњених гасом под притиском и њиховог прибора — Део 1: Каблови пуњени уљем, ламинарно изоловани папиром или полипропилен-папиром са металним плаштом и прибором за наизменични напон до и укључујући 500 kV
- SRPS IEC 60287-1-1: Електрични каблови — Прорачун струјног оптерећења — Део 1-1: Једначине за струјно оптерећење (100 % фактор оптерећења) и прорачун губитака — Опште;
- SRPS IEC 60287-1-2: Електрични каблови — Прорачун струјног оптерећења — Део 1: Једначине за струјно оптерећење (100 % фактор оптерећења) и прорачун губитака — Одељак 2: Фактори губитака на плашту услед вртложне струје за два струјна кола при полагању каблова у равни;
- SRPS IEC 60287-1-3: Електрични каблови — Прорачун струјног оптерећења — Део 1-3: Једначине за струјно оптерећење (100 % фактор оптерећења) и прорачун губитака — Расподела струје између паралелних једножилних каблова и прорачун циркулационих губитака;
- SRPS IEC 60853-2: Прорачун вредности цикличне струје и струје преоптерећења у кабловима — Део 2: Вредност цикличног фактора за каблове напона виших од 18/30 (36) kV, а у случају преоптерећења у кабловима за све вредности напона;
- SRPS IEC 60949: Прорачун термички дозвољених струја кратког споја, узимајући у обзир неадијабатске ефекте загревања.
- IEC 62271-209: Високонапонске расклопне апаратуре - Део 209: Кабловске спојнице за гасом изолована и металом оклопљена разводна постројења назначених напона изнад 52 kV - Екструдирани и флуидом напуњени каблови - Флуидом напуњени и суви тип кабловских прикључака
- SRPS EN 61914 Кабловске обујмице за електричне инсталације

4 ПОГОНСКИ И АМБИЈЕНТНИ УСЛОВИ

4.1 Кабловски вод напонског нивоа ≥ 110 kV ради у окружењу у коме се предвиђа нормална изложеност следећим спољашњим утицајима:

- највиша температура ваздуха: $+ 40^{\circ}\text{C}$;
- најнижа температура ваздуха: $- 25^{\circ}\text{C}$;
- средња годишња температура ваздуха $+ 20^{\circ}\text{C}$;
- референтна температура тла на нивоу полагања кабла меродавна за прорачун назначеног струјног оптерећења: $\theta_{\text{ref}} = + 20^{\circ}\text{C}$;
- специфична топлотна отпорност тла: $\rho_t \leq 1,2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$
- услови загађења тла: нису потребне посебне мере заштите, осим у изузетним случајевима где каблови пролазе кроз нафтна постројења, петрохемијске комплексе и друга хемијска постројења где просуте хемијске материје могу неповољно да утичу на изолацију кабла.

4.2 Назначени напон U [kV] по вредности одговара називном (међуфазном) напону мреже U_{nm} [kV] на коју је прикључен кабл.

Назначени напон U_0 [kV] се користи за одређивање вредности испитног напона (поглавље 17) и по вредности приближно одговара фазном напону мреже: $U_0 \approx U / \sqrt{3}$.

Назначени напон U_m [kV] је максимални напон опреме и по вредности одговара највишем погонском напону мреже.



Стандардни ударни атмосферски пренапон $U_{\text{внл}}$ [kV] је ударни напон чије је време чела $1,2 \mu\text{s}$, а време до половине вршне вредности $50 \mu\text{s}$.

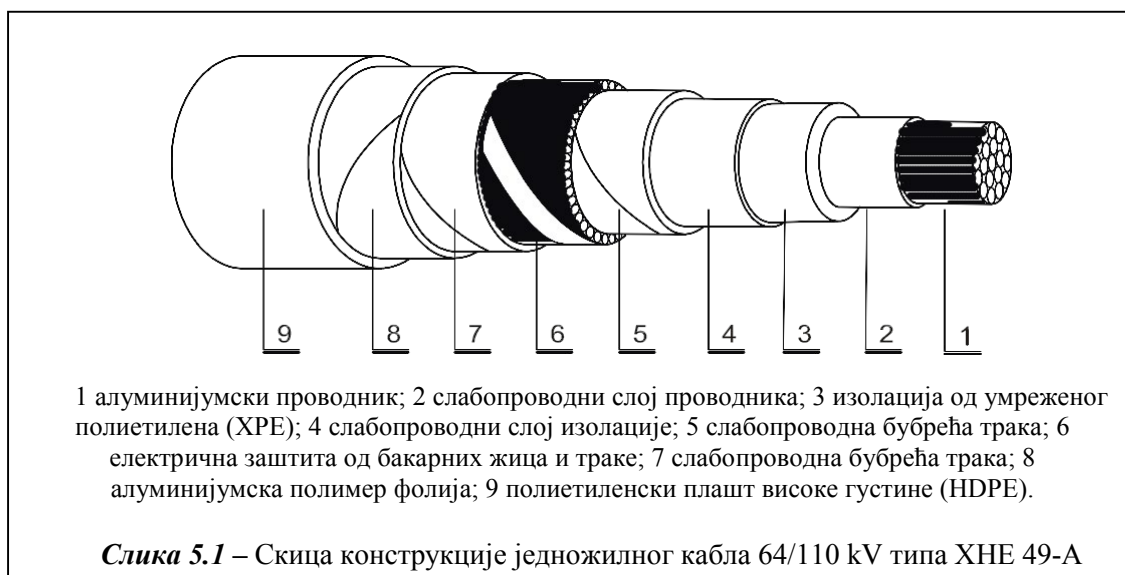
Табела 4.1: Пример назначених напона за 110 kV енергетске каблове и прибор

$U_{\text{нм}}$ [kV]	U [kV]	U_0 [kV]	$U_{\text{м}}$ [kV]	$U_{\text{внл}}$ [kV]
110	110	64	123	500

- 4.3 Неутрална тачка мреже $\geq 110 \text{ kV}$ је директно уземљена, тако да је коефицијент уземљења мањи од 0,8.
- 4.4 Приликом одабира електричне заштите кабла у директно уземљеној мрежи 110 kV, попречни пресек електричне заштите мора бити димензионисан тако да минимално задовољи струје (снаге) једнофазног кратког споја (земљоспоја) од 31,5kA (6000 MVA). За сваки конкретан пројекат потребно је поступити у складу са тачком 5.3.
- 4.5 Време трајања земљоспоја $t_z \leq 0,15\text{s}$.
- 4.6 Кабловски водови $\geq 110 \text{ kV}$, по правилу, у нормалним уклопном стању не повезују два активна чвора у преносној мрежи, већ раде у радијалној мрежи.
Дозвољено је нормално погонско стање где кабловска петља почиње и завршава се на истим сабирницама постројења ТС x/110 kV.
Изузетак могу, уз сагласност стручних служби, да представљају прелазне ситуације током спровођења манипулација и ситуације када то захтева стање у мрежи.
- 4.7 Кабловски вод напонског нивоа $\geq 110 \text{ kV}$, по правилу се ставља под напон (у празан ход) из објекта где се очекују мање струје кратког споја.
Није дозвољено стављање под напон кабловског вода 110 kV са прикљученим трансформатором који је у празном ходу.

5 ИЗБОР ТИПА И ПРЕСЕКА ПРОВОДНИКА И ЕЛЕКТРИЧНЕ ЗАШТИТЕ

- 5.1 По правилу, у преносној мрежи Србије називног напона $\geq 110 \text{ kV}$ користе се једножилни каблови типа **ХНЕ 49-А** (скица конструкције је дата на слици 5.1).



- 5.2 У 110 kV преносној мрежи Србије, по правилу, се користе каблови пресека проводника **1000 mm² Al** и са електричном заштитом пресека **95 mm² Cu**, што одговара вредности из тачке 4.4. Номинална дебљина изолације мора износити 18 mm.
У табели 5.1 приказана је стандардна конструкција кабла који се примењује у преносној мрежи Србије.

Табела 5.1: Конструкциони подаци о каблу



1.1.	<u>Проводник</u> <ul style="list-style-type: none">- материјал- пресек- пречник проводника <u>Екран проводника</u> <ul style="list-style-type: none">- дебљина	mm ² mm mm	округли компактни алуминијум 1000 37,8 1,4
1.2.	<u>Изолација</u> <ul style="list-style-type: none">- материјал- дебљина- средњи пречник <u>Екран изолације</u> <ul style="list-style-type: none">- дебљина	 mm mm mm	троструко екструдована XLPE умрежен полиетилен 18,0 76,6 1,0
1.3.	<u>Метални екран</u> <ul style="list-style-type: none">- материјал- попречни пресек- број жица- пречник жица- дебљина траке	mm ² mm mm	Жичани + трака бакар 95 61 1,42 0,1
1.4	<u>Логинтудинална заштита од влаге</u> <ul style="list-style-type: none">- материјал		полупроводљива бубрећа трака (са обе стране електричне заштите)
1.5.	<u>Радијална заштита од влаге</u> <ul style="list-style-type: none">- материјал- дебљина	mm	алуминијум 0,1 mm
1.6.	<u>Плашт кабла са полупроводљивим слојем</u> <ul style="list-style-type: none">- материјал- укупна дебљина спољашњег плашта- дебљина полупроводног слоја	mm mm	HDPE 4,0 0,8



1.7.	Укупан пречник кабла	mm	93-97* *номинална вредност треба да буде у овом опсегу
------	----------------------	----	--

- 5.3 Електрична заштита кабла мора да задовољи перспективну струју кратког споја на месту уградње. Потребно је да се, за сваки конкретан случај израчуна стварна вредност струје (снаге) једнофазног кратког споја и да се изврши евентуална корекција у избору пресека, за случај да струје (снаге) једнофазног кратког споја (земљоспоја) веће од 31,5kA (6000 MVA).
- 5.4 За специфичне случајеве у мрежи 110 kV и за више напонске нивое, може да се, уз сагласност стручних служби, одабере и кабл са другим пресецима проводника и електричне заштите.
- 5.5 Употребљена изолација мора да буде компактна, да има скоро линеарну расподелу напона и мале вредности парцијалних пражњења и да дозвољава температуру проводника до 250°C при кратком споју у трајању 5s, односно 90°C трајно.
- Уз сагласност стручних служби могу се користити једножилни каблови са оптичким кабловима унутар конструкције истог. У том случају ће бити обезбеђене две металне цевчице које ће се поставити између жица електричне заштите, у које ће бити увучени сензорски оптички каблови са по два влакна. Две металне цевчице биће постављене под углом од 180° унутар слоја 6 са слике 5.1, при чему пречник цевчица мора одговарати пречнику жица електричне заштите.

6 ДОЗВОЉЕНО СТРУЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ КАБЛОВСКОГ ВОДА

- 6.1 Кабл се бира, пројектује и полаже тако да је типична трајно дозвољена струја кабла 110 kV, пресека 1000 mm² Al:
- минимално 800 A, у случају једносистемских каблова (препоручен начин полагања)
 - минимално N x 750 A, у случају вишесистемских каблова (N каблова у заједничком рову). (препоручује се максимално два кабла у једном рову)
 - уз сагласност стручних служби, допуштене су и другачије вредности ако се кроз анализу оправданости успоставе такви закључци.
- 6.2 Приликом прорачуна, узимају се перспективни параметри мреже.
- 6.3 Топлотни прорачун се врши за случајеве са и без исушивања тла око кабла.

7 РЕЛЕЈНА ЗАШТИТА

- 7.1. Релејна заштита кабловских водова 110 kV се пројектује и изводи у складу са одредбама Интерног стандарда ИС-ЕМС 712:2014 - Заштита водова 110 и 220 kV.
- 7.2. На свим кабловским водовима, поред уређаја главне заштите (подужна диференцијална са функцијом дистантне) и резервне заштите (вишестепена прекострујна), било као засебни уређаји или као функција у оквиру главне и резервне заштите, мора да постоји заштита од преоптерећења, термичка заштита и термичка слика.
- 7.3. У кабловској мрежи се, не предвиђа употреба функције аутоматског поновног укључења (АПУ).
- 7.4. Није дозвољено блокирање заштите од преоптерећења која ће се користити као основна заштита за одржавање радне температуре кабла у дозвољеним границама. Изузетно, дозвољава се привремена блокада заштите од преоптерећења, ако стручне службе утврде да је оптерећење у дозвољеним границама, то јест да заштита од преоптерећења даје непотребан налог за искључење.
- 7.5. По потреби може се користити термичка заштита као резерва заштити од преоптерећења, при чему се подешавање исте мора обавити на основу подлога које ће прибавити надлежне стручне службе од произвођач кабла.



- 7.6. Уколико стручне службе утврде да постоји потреба, температурни мониторинг кабловских водова ће имати и функцију термичке слике и у изузетним ситуацијама, може се користити као основна заштита за одржавање радне температуре кабла у дозвољеним границама. У овој ситуацији блокираће се заштита од преоптерећења.
- 7.7. У изузетним ситуацијама, уз сагласност стручних служби, до отклањања узрока поремећаја дозвољава се краткотрајни рад без подужне диференцијалне заштите, под условом да је у функцији дистантна заштита.

8 МОНИТОРИНГ КАБЛОВСКИХ ВОДОВА

- 8.1. На новим кабловским водовима, предвидети примену континуираног дистрибутивног система за мерење температуре плашта енергетског кабла (Distributed Temperature Sensing System – DTS систем) са оптичко-електронском јединицом и оптичким влакнима као сензорима.

Оптички кабл који се користи као сензор, може се поставити на два начина:

- на плашт енергетске жиле причвршћивањем везицама или одговарајућим тракама због доброг пријањања на површину енергетског кабла
 - унутар слоја електричне заштите самог кабла.
- 8.2. Систем за мониторинг температуре кабловског вода треба да омогући мерење температуре, формирање информација за даљинско праћење измерених вредности, пренос информација измерених вредности, обраду пренетих информација и њихов приказ на рачунару у зависности од избора поставке оптичког сензорског кабла на енергетски кабл.
- 8.3. Систем за континуирани дистрибутивни топлотни мониторинг мора минимално испунити следеће:
- Број мерних канала: мин. 4 канала
 - Просторна резолуција, односно прецизност мерења: $\leq 2 \text{ m}$
 - Опсег мерења температуре: од 15°C до 105°C
 - Температурна резолуција, односно прецизност мерења: $\pm 1^{\circ}\text{C}$
 - Даљина мерења: до 20 km (са могућношћу смањења или повећања даљине мерења у зависности од специфичности конкретног кабловског вода)
 - Временска резолуција, односно време аквизиције мерења по мерном каналу:
 - за даљине до 20km од 500s до 1200s, типично 600s
 - за даљине до 8 km од $\leq 600\text{s}$, типично 320s
 - за даљине до 4 km од $\leq 300\text{s}$,
 - Поседовање софтвера којим се обезбеђује чување максималних дневних вредности на годишњем нивоу, приказ аларма за одговарајуће температуре кабла и графички приказ температурног профила у реалном времену, могућност даљинског приступа са рачунара и поседовање модула за топлотну анализу и предикцију понашања енергетског кабла у хаваријским режимима рада
 - Број програмаблиних безнапонских контаката: мин. 10 безнапонских релејних излаза
 - Поседовање могућности серијског интерфејса, Ethernet LAN интерфејса, Modbus TCP протокола, а одабир комуникационих интерфејса вршити уз сагласност стручних служби.
- 8.4. У зависности од типа енергетског кабла (са или без оптичких каблова унутра самог кабла) и начина полагања енергетског кабла, дефинише се начин постављања активног и резервног оптичког сензорског кабла и сензорског кабла мерења температурног профила испуне кабловског рова.
- 8.5. У случају перманентног топлотног мониторинга информације треба проследити у надлежни Регионални диспечарски центар ЕМС-а.
- 8.6. У одређеним ситуацијама, могуће је предвидети и циљани мониторинг кабла, са становишта праћења температуре на термички критичним местима.
- 8.7. У случају циљаног мониторинга топлотни мониторинг сачињавају: мерни уређаји (температурни сензори), преносни пут (оптички кабл приказан на сл 11.1) и опрема за приказ података на станичном рачунару у трансформаторској станици, односно у диспечерском центру.
- 8.8. На новим кабловским водовима, оптичка влакна у каблу који се користе за пренос телекомуникационих сервиса (96 SM влакана) могу се користити и за дистрибутивни акустични



систем (Distributed Acoustic Sensing System - DAS) за детекцију механичких промена у близини кабловских водова, ради могуће накнадне уградње.

Уколико се на кабловском воду не примењује DAS систем, за потребе дојаве потенцијалног механичког оштећења може се користити сензорски кабл који се поставља изнад бетонских плоча и аларми из DTS система.

7.8. Примена топлотног мониторинга није замена за примену термичке заштите кабловског вода

9 ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗГРАДЊУ ПОДЗЕМНОГ КАБЛОВСКОГ ВОДА

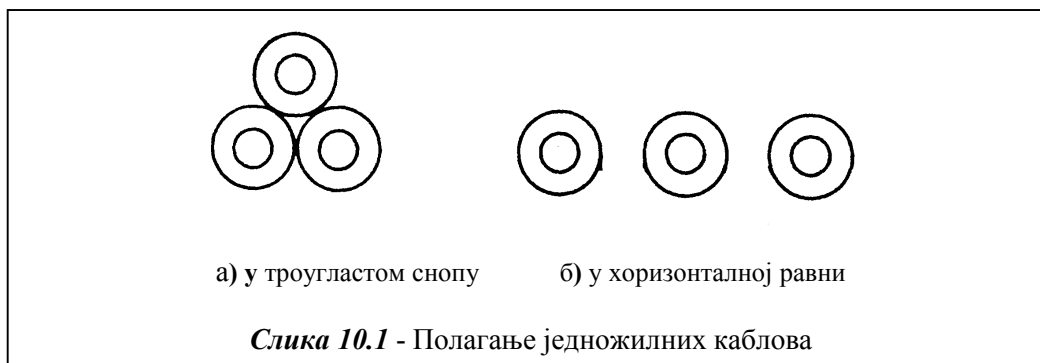
- 8.1 Изградња подземних кабловских водова у свему мора бити у складу са важећим законским и подзаконским актима који регулишу област градње у Србији.
- 8.2 Избор идејне трасе вода као и израда планских докумената има за циљ да усклади трасу вода са постојећим и планираним инфраструктурним објектима као и функционалним и урбанистичким наменама на терену, односно важећим планским актима.
- 8.3 Ако се не располаже архивском техничком документацијом и адекватним техничким подлогама, у фази избора трасе потребно је извршити све претходне активности и прикупити претходне услове који ће дати довољно техничких параметара за одлучивање. У случају нерасположивости документације о саставу тла или нерасположивости / непотпуности катастра подземних инсталација препоручује се да се изврше пробни ископи дуж трасе како би се утврдила изводљивост идејног решења или снимање трасе ехометодом.
Уколико нису расположиве адекватне геодетске подлоге, по избору трасе, а за потребе израде планске и техничке документације врши се геодетско снимање трасе и израда катастарско – топографских подлога. Препоручује се израда ситуације трасе кабловског вода у размери 1:500, као и у размерама које налажу правилници за израду планске и техничке документације.
За водове ≥ 110 kV обавезно се раде уздужни профили, размера **1:200/500**, и карактеристични попречни профили трасе вода. Ако одређени детаљи то захтевају, може да се користи и размера **1:100/250**.
- 8.4 Препоручује се израда геотехничког елабората у раној фази реализације пројекта као и израда елабората амбијенталних услова дуж трасе простирања кабла
- 8.5 Усклађеност трасе вода са осталим подземним инсталацијама представља се израдом синхрони плана, који потписују овлашћени представници институција које дају сагласност на одабрану трасу.
- 8.6 За свако топлотно критично место укрштања са другом инфраструктуром се мора урадити елаборат локалних граничних температура и преносне моћи кабла, и дати смернице у случају нарушених ограничења

10 ОСНОВНЕ ПРЕПОРУКЕ ЗА ПОЛАГАЊЕ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА

- 9.1 Каблови се најчешће полажу директно у земљу или кроз кабловске сервисне канале.
- 9.2 По правилу се у ров полаже само један кабловски вод.
Ако то ситуација захтева дозвољава се и полагање два кабловска вода у једном рову, са најмањим међусобним растојањем од 1,5 m.
У изузетним ситуацијама, уз сагласност стручних служби, могуће је и полагање више од два кабла у једном рову уз поштовање међусобног растојања од 1,5 m.
У случају да се захтевана растојања не могу испоштовати, стручне службе могу одобрити и мања растојања уколико услови полагања гарантују струјна оптерећења која су захтевана тачком 6.1.
- 9.3 На краћим деоницама, ако то захтева траса кабла и околни објекти, каблови се постављају у кабловску канализацију, на кабловске регале, или неки други вид носача.
- 9.4 Изузетно, уз примену допунских мера, каблови могу да се постављају и кроз воду.



- 9.5 Дозвољено је појединачно провлачење једножилног кабла кроз цев од неферомагнетног материјала, под условом да цев није дужа од 20 m.
Кроз челичну цев дозвољено је провлачење снопа који чине једножилни каблови све три фазе.
- 9.6 За причвршћивање једножилних каблова могу да се користе само обујмице од неферомагнетног материјала (бакар, алуминијум, пластика).
- 9.7 У оквиру расположиве зоне, енергетски каблови могу да се распоређују по ширини и дубини зоне.
- 9.8 Каблови се полажу ручно, или применом механизације.
- 9.9 Вучење кабла врши се помоћу затезне чарапе, или затезне стезалке везане за проводник или за арматуру од челичних жица.
Није дозвољено вучење кабла моторним возилом, вучење кабла по земљи и упредање кабла.
- 9.10 Затезне вучне силе не смеју да пређу границе прописане од стране произвођача кабла.
Вучна сила контролише се помоћу динамометра, а витло мора да има осигурач (граничник) који прекида рад у случају прекорачења дозвољене вучне силе.
За смањење вучне силе користе се кабловске котураче за правац и кривине, које се постављају на растојања од 2 m до 3 m.
- 9.11 Једножилни каблови типа ХНЕ 49-А се, по правилу, полажу у троугластом снопу (сл.10.1а). На краћим деоницама дозвољено је полагање каблова и у хоризонталној равни (сл.10.1б).



- 9.12 Кабловски сноп се формира након развлачења појединачних кабловских жица и затим се формира троугао. Формирани сноп се на сваких 1 до 1,5 m учвршћује PVC тракама са металном копчом.
- 9.13 Кабл се полаже вијугаво, тако да је дужина кабла највише 2% већа од дужине трасе. Резерва кабла у рову у облику петље се не препоручује. Пре уласка у ТС, пре пролаза испод саобраћајнице и сл. резерва кабла се поставља у облику смакнутног слова Ω .
- 9.14 Код кабловских спојница и завршница треба оставити резерву кабла од 3 m до 5 m. Уколико ово није могуће, због близине других подземних инсталација или грађевинских елемената, од овога може да се одустане уз сагласност стручних служби.
- 9.15 Полупречници савијања енергетских каблова не смеју да буду мањи од $20 \times D_1$, где је D_1 - спољашњи пречник једножилног кабла [mm].
Изузетно, вредности дозвољених полупречника савијања могу да се смање за око 30% ако се савијање изводи шаблонима (на пример при уводу у кабловску завршницу).
За нове каблове, уз сагласност стручних служби и у складу са препоруком произвођача за конкретан кабл може се усвојити мањи полупречник савијања енергетског кабла.
- 9.16 Најнижа температура ваздуха при којој је дозвољено полагање каблова типа ХНЕ 49-А износи -5°C .
Толерише се пад температуре и испод датих вредности у трајању од највише 3 часа (поноћни мразеви) током 24 часа пре полагања кабла.
- 9.17 Ако не могу да се испоштују претходно наведена температурна ограничења, тада кабл пре полагања треба да се загреје држањем у топлој просторији, или загревањем одговарајућим грејним телима, односно пропуштањем електричне струје кроз проводнике. Загрејан кабл треба што брже да се транспортује и положи.



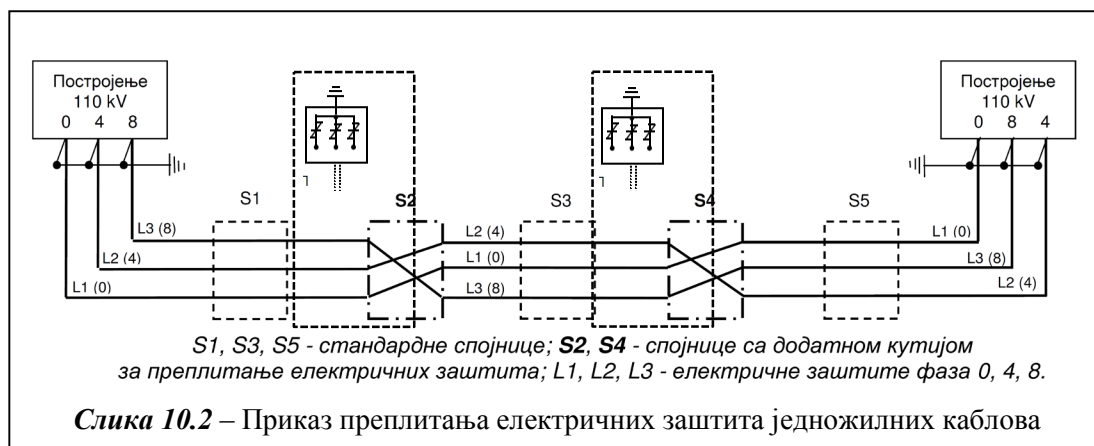
Ако се кабл, који је намотан на котур, загрева пропуштањем електричне струје, мора да се контролише температура плашта спољашњег реда кабла, која не сме да буде изнад 20°C ако је температура ваздуха испод -10°C, односно изнад 30°C ако је температура ваздуха изнад -10°C.

- 9.18 Полагање енергетских каблова паралелно са зидом или темељем зграде врши се на растојању од најмање 1 m за кабл 64/110 kV.
- 9.19 Полагање енергетског кабла поред дрвореда врши се на растојању од најмање 2 m од осе стабла. У супротном, кабл се полаже у заштитну цев. Код копања кабловског рова не сме да се прекида корен биљке.
- 9.20 На оба краја кабловског вода треба галвански да се повежу електричне заштите сва три једножилна кабла и да се уземљи овај спој. По правилу се ова веза остварује преко раставних ножева, али је, уз сагласност стручних служби дозвољена и друга врста раставног места.
- 9.21 На кабловима се, на сваких 10 m, постављају трајне идентификационе плочице (од нерђајућих материјала) на којима се налазе основни подаци о каблу.
На местима паралелног полагања више каблова, на местима укрштања са другим кабловима и елементима других подземних инсталација, на кабловима се на сваких 5 m постављају трајне идентификационе плочице на којима се налазе основни подаци о каблу.
- 9.22 На површини кабловске трасе, на сваких 50 m и на местима скретања кабла постављају се ознаке кабла у виду металне (месингане) идентификационе плочице (прилог 10.2).
На плочици морају да се налазе подаци са ознаком високог напона, ознаком кабловског вода и напонским нивоом, као и ознака која упозорава на постојање оптичких каблова у рову.
На деоницама које су испод тврде подлоге (тротоар и коловоз) плочице се уграђују равно са подлогом.
На деоницама које иду испод зелене површине, плочице се уграђују на бетонске стубиће (прилог 10.1).
- 9.23 Алфанумеричке ознаке на идентификационим плочицама морају да буду профилисане како би се избегао утицај влаге, атмосферских утицаја и сл.
- 9.24 Крајеви положеног кабла се обележавају помоћу трајних плочица на којима се налазе основни подаци о каблу и ознака прикључка. Није дозвољено постављање ове плочице на жилу или на кабловску главу кабла.
Кратко спајање и уземљење електричних заштита врши се само у постројењима на крајевима кабловског вода (слика 10.2).
- 9.25 Обележавање фазних проводника кабловских водова врши се бројевима „0“, „4“ и „8“ на таблицама или тракама различитих боја. У кабловском пољу је обавезна примена нумеричког начина означавања.
Траке за означавање фаза треба да буду од ПВЦ-а, ширине око 0,1 m, квалитет материјала пластичне траке треба да гарантује век трајања од 30 година. Трака за обележавање фазе „0“ је жута, фазе „4“ зелена и фазе „8“ љубичаста.
- 9.26 Ознаке фазних проводника кабловског вода се постављају на погодном месту тако да се лако уочавају. Обавезно је означавање фазних проводника кабловског вода:
- У кабловским пољима;
 - У кабловским шахтовима;
 - На кабловским спојницама;
 - У непосредној близини крајева цеви у случају провлачења кроз исте.
- 9.27 Да би се смањили губици у електричним зашитама једножилних каблова типа ХНЕ 49-А услед циркулационих струја које се јављају у редовном погону, каблови се полажу у троугластом снопу (сл.10.1а), а на кабловским водовима 110 kV веће дужине (оријентационо $\geq 2,5$ km) врши се преплитање електричних заштита (транспозиција -*cross bonding*), чији шематски приказ је дат на сл.10.2.

Кроз пројекат се врши провера потребе за преплитањем електричних заштита.



- 9.28 Преплитање електричних заштита врши се преко посебно изведене спојнице која омогућује да се електричне заштите све три жиле кабловског вода изоловано уведу у додатну кутију у којој се врши преплитање електричних заштита.
Додатна кутија за преплитање има сопствени поклопац и изведену заштиту од влаге, а уграђује се, заједно са припадајућим кабловским спојницама у заједнички бетонски шахт са поклопцем у равни терена.
- 9.29 На местима преплитања електричних заштита, постављају се и одговарајући одводници пренапона.



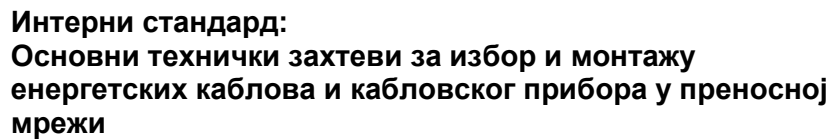
- 9.30 Број и места постављања кабловских спојница са додатним кутијама за преплитање електричних заштита бирају се тако да деонице кабловског вода буду приближно једнаких дужина.
- 9.31 Приликом поручивања кабла, дужине деоница бирати тако да одговарају местима преплитања каблова, и да су увек умножак од броја три. Препоручено одступање између дужина деоница је до 3%.
- 9.32 У случају да је изведено преплитање фазних проводника или металних плаштева кабловског вода (транспоноване – cross bonding), у шахту за транспозицију мора се поставити таблица са шемом транспонованја.

11 ПРЕПОРУКЕ ЗА ДИРЕКТНО ПОЛАГАЊЕ КАБЛОВА У ЗЕМЉУ

- 10.1 Пре почетка радова на ископу кабловског рова врши се обележавање трасе вода на основу пројектне документације и стања на терену.
- 10.2 Кабловски ров се копа као отворени ров, у који се директно полаже једноструки или двоструки кабловски вод (слика 11 а1, а2, б1, б2, в1 и в2) или се отворени ров користи за извођење кабловске канализације (поглавље 12).
- 10.3 У случају укрштања енергетског кабла са железничком пругом или са путем изван насеља када не сме да се омета саобраћај, буши се хоризонтални отвор за бетонску или пластичну цев кроз коју се провлачи кабл, тако да је касније могућа замена кабла без ометања саобраћаја.
- 10.4 У изузетним ситуацијама, уз сагласност стручних служби, могуће је да се, због разних препрека и инсталација, кабл полаже на мању дубину. У том случају треба да се предвиди додатна заштита кабла од механичких оштећења применом заштитних цеви, бетонских кабловица, заштитних бетонских плоча итд.
- 10.5 Као заштита од механичких оштећења при извођењу радова, изнад енергетског и оптичког кабла постављају се армиранобетонске плоче и упозоравајуће траке.
На местима где се од стране других лица очекује подбушивање попречно на трасу кабла, уз сагласност стручних служби, може да се предвиди и бочна механичка заштита кабловског вода.



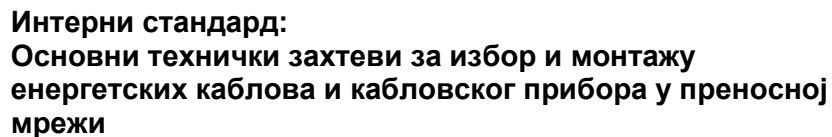
- 10.6 Приликом нивелације дубине кабловског канала мора да се уважи и будућа планирана кота терена.
- 10.7 При раскопавању тротоара и/или коловоза за кабловски ров, ширина одсеченог асфалта треба са обе стране рова да буде за око 20 см већа од ширине рова, ради лакшег каснијег копања и набијања слојева испуне рова.
- 10.8 Материјал из ископа се привремено слаже са једне стране рова, водећи рачуна да се не затрпају сливници кишне канализације, поклопци шахтова комуналних инсталација итд.
Улази у куће и пословне просторије, као и прелази испод пута, треба да имају одговарајућа премошћења до затрпавања рова.
Ископан кабловски ров мора да буде прописно и видљиво обележен ради сигурности пешака и возила.
- 10.9 Дно кабловског рова треба да се поравна и очисти од камења и других оштрих материјала.
- 10.10 Пре полагања кабловског вода обавезан је преглед кабловског рова. Ако се прегледом утврди да карактеристике тла у рову битно одступају од пројектованих, треба извршити неопходне корекције у избору кабловске постељице и испуне рова.
- 10.11 Пре затрпавања кабловског рова, треба да се изврши геодетско снимање, са посебно означеним местима укрштања са подземним инсталацијама, другим кабловима, спојним местима, тачним дужинама каблова и траса, са унетим основним подацима о кабловској канализацији (место, дужина, број цеви, број резервних цеви) итд.
- 10.12 Ради побољшања хлађења, кабл се полаже у слој постељице која се, у дебљини од најмање 0,7 m, ставља на дно кабловског рова (инсталациона зона рова). За набијање слоја кабловске постељице користе се искључиво ручни набијачи.



- 1 - једножилни 110kV енергетски каблови са оптичким сензорским кабловима у средини;
- 2 - Оптички кабл у РЕ цеви;
- 3 - PVC трака за формирање кабловског троугластог снопа;
- 4 - Заштитне армиранобетонске плоче;
- 5 - PVC траке (три) за упозорење;
- 6 - Кабловска постељица;
- 7 – Испуна, земља добре топлотне проводљивости;
- 8 – Околно тло;
- 9 – РЕ цев за резерву;
- 10 – Оптички сензорски кабл;

A* - доња кота кабловског вода

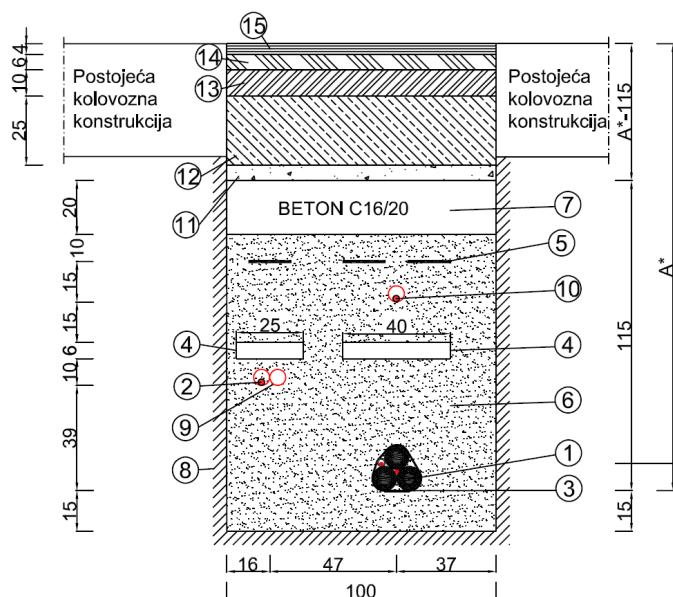
$A \geq 1.3 \text{ m}$





в.1) полагање кабла у коловозу

POLAGANJE KABLA 110 kV U KOLOVOZU

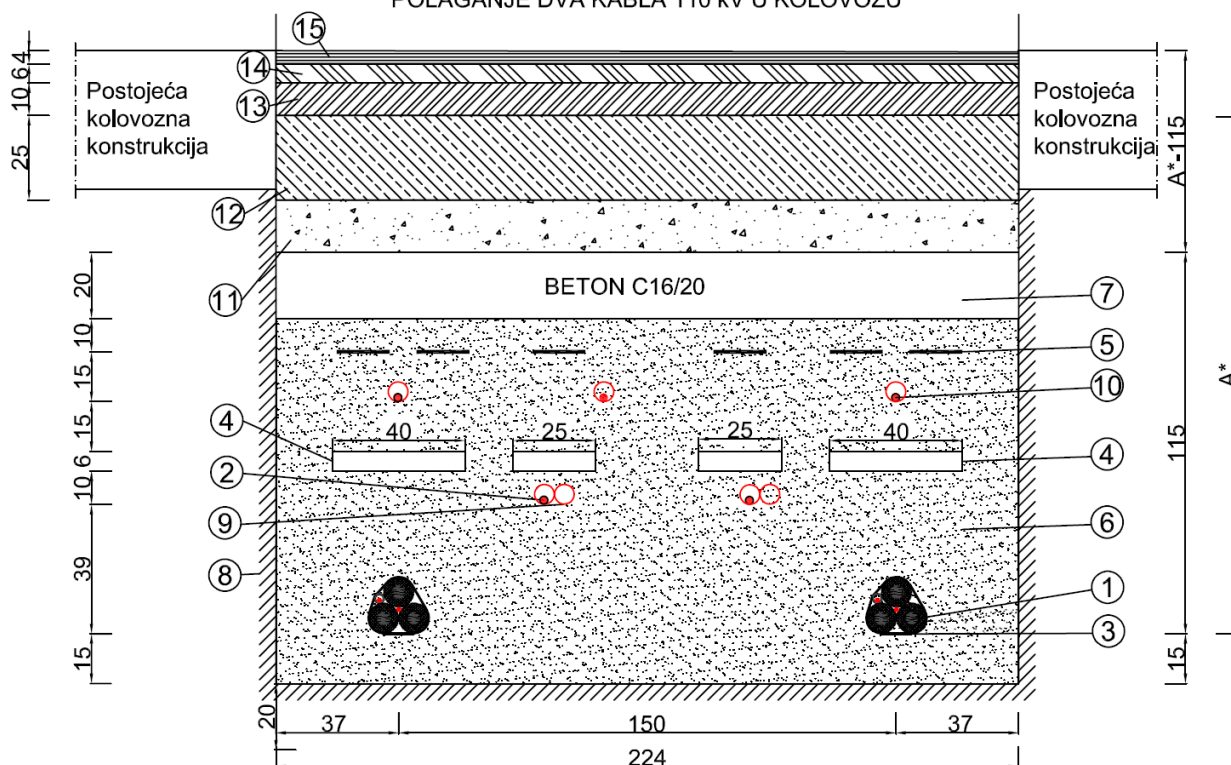


у коловозу

- 1 - једножилни 110kV енергетски каблови са оптичким сензорским кабловима у средини;
 - 2 - Оптички кабл у РЕ цеви;
 - 3 - PVC трака за формирање кабловског троугластог снопа;
 - 4 - Заштитне армиранобетонске плоче;
 - 5 - PVC траке (три) за упозорење;
 - 6 - Кабловска постелица;
 - 7 - Бетон за додатну мех. заштиту кабла
 - 8 - Околно тло;
 - 9 - ПЕ цев за резерву;
 - 10 - Оптички сензорски кабл;
 - 11 - Тампон слој од шљунка;
 - 12 - Дробљени туцаник;
 - 13 - Дробљени туцаник;
 - 14 - BNS;
 - 15 - Асфалтни бетон;
- A* - доња кота кабловског вода
 $A \geq 1,3 \text{ m}$

в.2) полагање два кабла у коловозу

POLAGANJE DVA KABLA 110 kV U KOLOVOZU



Слика 11 – Директно полагање каблова у земљу



10.13 За стандардну кабловску постељицу за уградњу кабла 110 kV користи се мешавина шљунка и песка високог садржаја кварца према следећем саставу и гранулацији:

- 70% честица пречника до 4 mm;
- 15% честица пречника 4 - 8 mm;
- 15% честица пречника 8 - 16 mm.

Припрема стандардне мешавине се обавља машинским мешањем на сепарацији при оптималном садржају воде 8% до 10%. Обавезна је контрола гранулометријског састава мешавине, и то приликом набавке и уграђивања у кабловски ров.

Контрола дебљине слоја стандардне мешавине врши се маркерима који се постављају у зид рова.

10.14 Специфична топлотна отпорност мешавине у исушеном стању треба да буде $\rho_p \leq 1 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$.

10.15 У случају тешких услова одвођења топлоте и опасности од исушивања тла (нпр. при паралелном вођењу или укрштању са топловодом или групно положеним кабловима), као и при полагању у тло веома лоше специфичне топлотне отпорности ρ_t треба обавезно применити кабловску постељицу од специјалне мешавине, која се формира тако што се стандардној мешавини шљунка и песка претходно дефинисаног састава додаје и 2% цемента, тако да је специфична топлотна отпорност мешавине у исушеном стању $\rho_p \leq 1 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$.

У овом случају кабловски ров се испуњава до врха специјалном мешавином, и то најмање по 6m лево и десно од места укрштања и целом дужином паралелног вођења, односно дуж целе трасе где је тло лоше специфичне топлотне отпорности. Тако се значајно повећава контактна површина између кабловске постељице и околног тла, и спречава исушивање тла.

Пре полагања кабла потребно је урадити збијање постељице. Збијености постељице се постиже применом адекватне механизације (вибро-плоча или вибро набијач). Провера збијености се обавља на свакој деоници трасе где је разлика у нивелети већа од 1 метра а најмање 3 мерења на сваких 250 метара рова. Захтевана вредност модула стишљивости постељице је 25 Мпа. Препоручује се испитивање динамичким електронским мерним уређајем са падајућим тегом. Испитивање на терену изводи сертификована лабораторија.

10.16 Затрпавање (испуна) кабловског рова врши се земљом добре топлотне проводљивости (зона испуне рова), у слојевима од по 0,3 m изнад постељице. Слојеви земље се прскају водом и појединачно набијају механичким набијачима. Најмања збијеност земље у рову треба да буде 92% (SRPS U.B1.038).

За затрпавање кабловског рова користи се допремљена земља контролисаног квалитета, осим на топлотно критичним местима када се цео кабловски ров испуњава до врха специјалном мешавином.

10.17 При затрпавању кабловског рова, изнад кабла дуж целе трасе треба да се поставе пластичне упозоравајуће траке.

PVC упозоравајућа трака је црвене боје, са утиснутим упозорењем да се испод траке налази енергетски кабл. Ширина траке треба да буде око 0,1 m, а квалитет материјала треба да гарантује век трајања траке од 30 година.

PVC упозоравајућа трака за оптички кабл је жуте боје, а утиснутим упозорењем да се испод траке налази оптички кабл. Ширина траке треба да буде око 0,1m, а квалитет материјала треба да гарантује век трајања траке од 30 година. Упозоравајућа трака је са детекцијом и њена намена је детекција неметалних подземних инсталација као што је то оптички кабл.

10.18 После полагања енергетског кабла, израде кабловских спојница и завршница, испитивања кабловског вода и затрпавања рова, кабловска траса се доводи у првобитно стање (планира се земља, одвози сувишна земља и материјал. На крају, уређују се тротоари и слободне површине, односно асфалтирају саобраћајнице према стандардима за ту врсту посла).

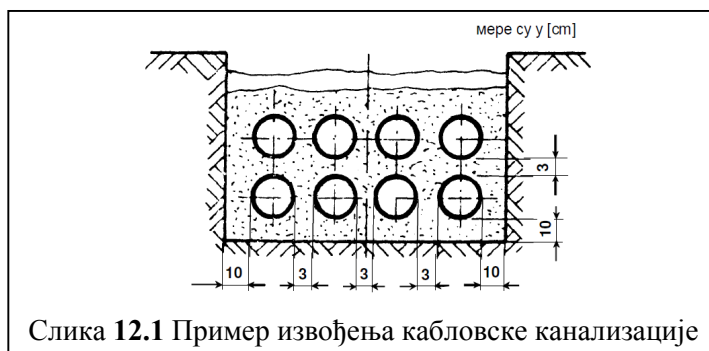
10.19 У исти ров са енергетским каблом полажу се до три оптичка преносна система, један систем служи за остваривање основних телекомуникационих потреба ЕМС АД (DWDM/SDH/PDH мреже са свим пратећим сервисима (управљање, телефонски саобраћај, пословна мрежа, индустријски сервиси, DAS, итд.), комуникацију подужних диференцијалних и дистантних заштита између трансформаторских станица), други за континуални топлотни мониторинг енергетског кабла (DTS) и по потреби трећи за континуирани дистрибутивни акустични система (DAS).



- 10.20 Оптички кабл који служи за остваривање основних телекомуникационих потреба полаже се у исти ров са енергетским каблом на растојању од најмање 0,3 m од енергетског кабла. Стручне службе одређују потребан број и тип влакана.

12 КАБЛОВСКА КАНАЛИЗАЦИЈА

- 11.1 Кабловска канализација се користи на прелазима испод коловоза улица, путева, трамвајских колосека, железничких пруга, колских пролаза, за увођење каблова у трансформаторску станицу, на пролазима кроз дворишта зграда, када не могу да се постигну дозвољена одстојања кабла у односу на друге подземне инсталације итд.
- 11.2 Кабловска канализација се, по правилу, израђује од пластичних цеви одговарајућег пречника, али је дозвољена и примена префабрикованих бетонских елемената (кабловица). Изнад цеви постављају се упозоравајуће траке.



- 11.3 Минимални унутрашњи пречник цеви мора да буде најмање 1,5 пута већи од спољашњег пречника кабловског снопа (три једножилна кабла спојена у троугласти сноп). Унутрашњи зид цеви мора да буде гладак.
Ако се цеви настављају, тада проширени ("женски") крај цеви мора да буде видљив, а кабл се обавезно провлачи са тог краја.
- 11.4 Препоручује се постављање цеви у једном нивоу, а ако ситуација то захтева, уз сагласност стручних служби, дозвољава се највише два нивоа (сл.12.1).
Изузетак је увођење у трансформаторску станицу, које се посебно пројектује.
- 11.5 Ако се у кабловску канализацију полажу каблови различитих напонских нивоа, тада се каблови нижих напона полажу у виши ниво канализације.
- 11.6 Отвор цеви која се не користи треба да се затвори пластичним чепом или на сличан начин.
- 11.7 Када се користе цеви већих дужина (преко 10 m), мора да се уважи допунски струјни корекциони фактор због отежаних услова одвођења топлоте.
- 11.8 На предлог стручних служби кабловски водови се могу полагати у сервисне пролазе (тунеле) на местима где је проблематично касније раскопавање и одржавање каблова.

13 КАБЛОВСКО ОКНО (ШАХТ)

- 12.1 Кабловско окно (шахт) се може користити на месту промене правца или нивоа кабловске канализације, као и на правој деоници кабловске канализације која је дужа од 40 m.
- 12.2 Кабловско окно се изводи у тротоару, а изузетно и у коловозу улице.
- 12.3 Кабловско окно, заједно са поклопцем, мора статички да поднесе сва оптерећења која се јављају на месту уградње.

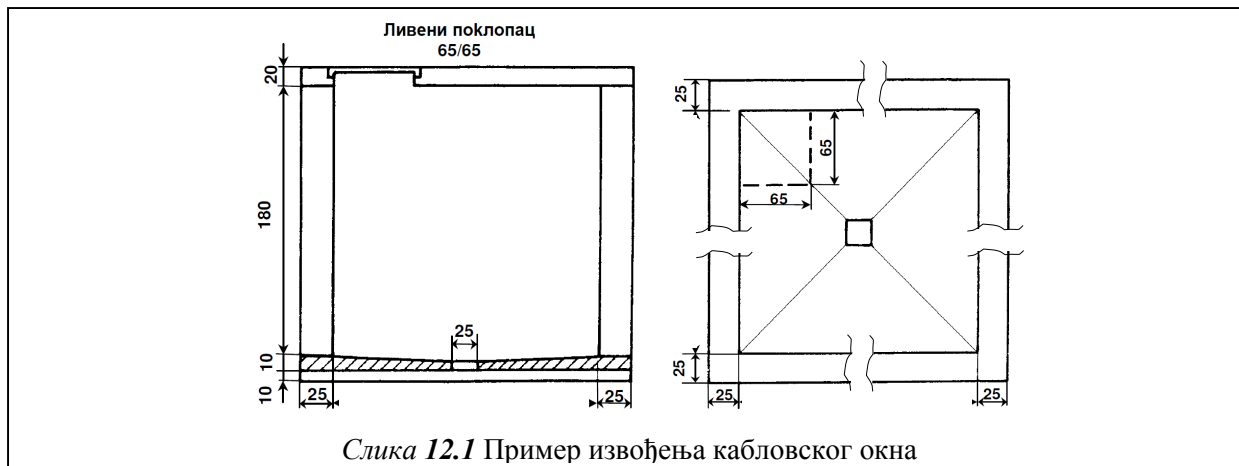


- 12.4 Величина кабловског окна зависи од броја каблова, услова обављања рада у окну, дозвољеног полупречника савијања каблова итд.

Минимални улазни отвор кабловског окна, покривен поклопцем од ливеног гвожђа, треба да износи 0,65 m x 0,65 m. Дозвољава се употреба кружног отвора минималног пречника 0,65 m.

- 12.5 На дну кабловског окна мора да постоји дренажни отвор. Бочни зидови кабловског окна могу да буду од бетона или опека.

На сл.12.1 је приказан пример извођења кабловског окна.



Слика 12.1 Пример извођења кабловског окна

14 ПОВЕЗИВАЊЕ НОВОГ ОБЈЕКТА НА ПОСТОЈЕЋИ КАБЛОВСКИ ВОД

- 13.1 Повезивање новог објекта на постојећи кабл се изводи по принципу улаз – излаз. Није дозвољено везивање по принципу "Т" рачве.
- 13.2 За новоположену деоницу, на делу од новог објекта до постојећег кабла, важе све одредбе овог Интерног стандарда. Услови се ретроактивно не примењују на постојећу деоницу кабла.
- 13.3 Све спојнице се изводе у кабловским окнима. Дозвољена је изградња једног заједничког окна за обе групе спојница.
- 13.4 Примењене спојнице морају да буду тако одабране, да могу ускладе евентуалне разлике у типу, материјалу, изолацији, пресеку и конструкцији каблова који се сучељавају. Изолациони ниво примењене спојнице изабрати тако да на месту прелаза вредност пренапона не угрози изолацију исте.
- 13.5 По правилу, на делу од новог објекта до постојећег кабла се не предвиђа уградња допунских *cross bonding* спојница.
- 13.6 Изузетно, ако новопридате деонице знатно повећавају укупну дужину кабла, и ако прорачун то покаже, може да се уради израда минималног броја *cross bonding* спојница распоређених на одговарајућим местима на читавој дужини кабла.
- 13.7 На месту прелаза кабла са изолацијом од умреженог полиетилена на кабл са папирном изолацијом применити одговарајуће прелазне спојнице, танкове, нерђајуће уљне судове и надземни панел са манометрима за праћење радног притиска све три фазе.
- 13.8 Максимални притисак прелазне спојнице одредити према карактеристика постојећег кабла са папирном изолацијом и уважавајући његово стање и старост, уз консултацију са стручним службама ЕМС АД.
- 13.9 На месту прелаза са уљног на суви кабловски вод извршити проверу потребне запремине подземних уљних цилиндричних нерђајућих танкова како би се притисак одржао у дозвољеним границама и потребу за преподешавањем минималних и максималних вредности притисака.
- 13.10 Прелазне спојнице и уљне танкове и судове поставити у шахте којима се може приступити. Изузетно, у случају да због локалних услова (близина других инфраструктурних објеката, угрожавање безбедности суседних објеката и сл.) није могуће изградити шахту за смештај прелазних спојница предвидети постављање танкова у шахту мањих димензија и применити адекватну заштиту нерђајућих уљних судова (користити мере заштите из поглавља).



15 ПОВЕЗИВАЊЕ ДАЛЕКОВОДА И КАБЛОВСКОГ ВОДА

- 14.1 По правилу се повезивање кабловског и надземног вода врши на специјалном затезном стубу.
У изузетним случајевима, уз сагласност стручних служби, могуће је повезивање да се уради и поред стуба, примењујући концепцију која се користи код изградње постројења на отвореном.
- 14.2 На делу изласка кабла из земље, исти мора бити механички заштићен, провлачењем кроз цеви или профиле од неметалних материјала, до висине од 4 m изнад тла.
- 14.3 Кабл мора да буде причвршћен на стуб, тако да исти може да издржи све силе које се појављују.
- 14.4 На горњем делу стуба се поставља сервисна платформа која, ради сервисирања и испитивања, омогућава приступ кабловским главама и другим везним елементима.
- 14.5 Електричне заштите каблова се воде до посебних или заједничке кутије (end box) за уземљавање, где је потребно предвидети могућност одвајања ради испитивања, а посебним једножилним каблом (изолаованим бакарним ужетом) повезују се на уземљивач стуба преко одговарајуће стезаљке.
Уземљивач стуба изводити бакарним ужетом одговарајућег попречног пресека тако да се задвоје захтеви у погледу термичког загревања приликом протицања струја кратких спојева и струја атмосферског пражњења.
У изузетним ситуацијама дозвољено је коришћење и стандардног поцинкованог челичног ужета Ø10 mm.
Кутије за уземљавање поставити, са аспекта дужине земљовода, у складу са препорукама произвођача кабла.
Није дозвољено да се за везу са уземљивачем користи конструкција стуба.
На месту прелаза са надземног у подземни вод за случај атмосферских пражњења у надземни део вода или случај металног кратког споја на прелазном стубу потребно је извршити проверу потенцијалног оштећења плашта кабловске жиле и дати предлог мера за отклањање исте.
- 14.6 Кабловски вод се на надземни вод повезује преко раставне везе која треба да има могућност привремене демонтаже ради сервисирања и испитивања.
Раставна веза треба да има такве механичке и електричне карактеристике да, након демонтаже омогући евентуалног пробно стављање надземног вода под напон.
- 14.7 На преласку са кабловског вода на надземни вод постављају се одговарајући одводници пренапона, који могу да буду и висећег типа.
- 14.8 Предвидети уградњу заштитних капа на кабловским главама, како би се смањио утицај птица.
- 14.9 На видном месту се на стубу постављају опоменске идентификационе плочице на којима стоји ознака мешовитог вода.
- 14.10 Настављање оптичког кабла у кабловском рову и OPGW ужета извршити у спојној кутији која ће бити монтирана на конструкцији специјалног стуба
Оптички кабл подземне деонице мешовитог вода минимално мора имати исти број влакана као и OPGW уже, која морају одговарати и по типу влакана OPGW ужета. Евентуална преостала оптичка влакана телекомуникационог кабла подземне деонице мешовитог вода остају слободна у спојној кутији на стубу и расположива су за коришћење.

16 ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ПОЛАГАЊЕ И УКРШТАЊЕ КАБЛОВА 110 kV И ОСТАЛИХ ИНФРАСТРУКТУРНИХ ОБЈЕКТА

- 15.1 Начелни технички услови за полагање и укрштање енергетских каблова 110 kV и других инфраструктурних објеката дати су у прилозима:
- Приближавање и укрштање енергетских и телекомуникационих каблова (прилог 16-1)
 - Приближавање и укрштање енергетских каблова са железничком и трамвајском пругом (прилог 16-2)
 - Приближавање и укрштање енергетских каблова са цевима водовода и канализације (прилог 16-3)
 - Приближавање и укрштање енергетских каблова са топловодом (прилог 16-4)
 - Приближавање и укрштање енергетских каблова са гасоводом (прилог 16-5)
 - Међусобно приближавање и укрштање енергетских каблова (прилог 16-6)



- Укрштање енергетског кабла са путем изван насеља (*прилог 16-7*)
- Укрштање енергетског кабла са водотоком (*прилог 16-8*)
- Полагање енергетских каблова преко мостова (*прилог 16-9*)

15.2 Потпуне техничке услове, за сваки конкретан објекат дају стручне службе ЕМС АД.

17 КАБЛОВСКИ ПРИБОР

- 16.1 Кабловски прибор се састоји од кабловских завршница (глава) за унутрашњу или спољашњу монтажу и кабловских спојница.
- 16.2 Сав кабловски прибор мора да има одговарајуће атесте од овлашћених независних институција.
- 16.3 Препоручује се коришћење кабловских спојница и завршница од топлоскупљајућих, хладно-скупљајућих или префабрикованих елемената.
- 16.4 Спајање проводника кабла се врши према упутству произвођача (испоручиоца) кабловског прибора:
- техника топљења - гасно (аутогено) заваривање проводника или топљење у затвореном калупу уз примену специјалних прашкова;
 - поступак пресовања коришћењем хидрауличних преса;
 - други препоручени методи.
- 16.5 Лице (монтажер) које врши спајање проводника кабла и монтажу спојнице мора да има одговарајуће сертификате издате од стране произвођача кабловског прибора који се користи.
- 16.6 Сва потребна испитивања споја проводника кабла, а затим и урађене спојнице мора да обави монтажер уз писање и предају извештаја о урађеним испитивањима.
- 16.7 Кабловска завршница кабла мора да поседује прибор (стезалка, плетеница или уже за уземљење итд.) за једноставно прикључење електричне заштите, односно металног плашта и арматуре кабла, на систем уземљења трансформаторске станице или стуба, и то: директно, односно преко металног кућишта за увођење кабловског вода у SF6 постројење.
- 16.8 Кабловска спојница се посебно не уземљује, без обзира на то да ли је од изолационог материјала или метална.
- Преко кабловске спојнице мора да буде обезбеђена поуздана галванска непрекидност електричне заштите.
- 16.9 Кабловске спојнице и завршнице треба да монтирају стручно обучени радници који стриктно примењују сва упутства и захтеве произвођача, посебно у вези технолошке чистоће, непрекидности електричне заштите, слабопроводних слојева и плашта каблова.

18 ИСПИТИВАЊЕ КАБЛОВА И КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА

- 17.1 Испитивање енергетског кабла и кабловског прибора врши се као:
- испитивање типа,
 - рутинско испитивање,
 - специјално испитивање,
 - пријемно испитивање и
 - испитивање после полагања кабловског вода.
- 17.2 Испитивања типа, рутинско испитивање и специјално испитивање каблова и кабловског прибора врше се, у складу са важећим стандардима и прописима, код произвођача или у некој акредитованој лабораторији. О резултатима испитивања морају да постоје одговарајући записи.
- 17.3 Испитивање типа је испитивање које врши произвођач на новом типу енергетског кабла, спојнице или завршнице и кабловског система, као представнику других истих или сличних типова, у складу са стандардима SRPS IEC 60840:2013: Енергетски кабови са екструдованом изолацијом и прибором за назначене напоне преко 30 kV ($U_m = 36 \text{ kV}$) до 150 kV ($U_m = 170 \text{ kV}$) – Методе испитивања и захтеви и SRPS IEC 60141-1:2013 Испитивање каблова пуњених уљем и каблова пуњених гасом под притиском и њиховог прибора — Део 1: Кабови пуњени уљем,



- ламинарно изоловани папиром или полипропилен-папиром са металним плаштом и прибором за наизменични напон до и укључујући 500 kV. .
- 17.4 Рутинско (обавезно, комадно) испитивање је испитивање које се врши на свакој произведеној дужини кабла или сваком елементу кабловског прибора, да би се утврдила исправност кабла или прибора, у складу са стандардима SRPS IEC 60840:2013: Енергетски каблови са екструдованом изолацијом и прибором за назначене напоне преко 30 kV ($U_m = 36 \text{ kV}$) до 150 kV ($U_m = 170 \text{ kV}$) – Методе испитивања и захтеви и SRPS IEC 60141-1:2013 Испитивање каблова пуњених уљем и каблова пуњених гасом под притиском и њиховог прибора — Део 1: Каблови пуњени уљем, ламинарно изоловани папиром или полипропилен-папиром са металним плаштом и прибором за наизменични напон до и укључујући 500 kV.
- 17.5 Специјална испитивања се врше на узорку кабла да би се проверило да ли енергетски кабл испуњава захтеве стандарда по којем је произведен, ствар су посебног договора између произвођача (испоручиоца) и корисника, а обухватају, на пример:
- напонско испитивање;
 - провера конструкције кабла - мерење спољашњег пречника проводника и кабла, мерење дебљине изолације, заштитних слојева и плашта итд.
- 17.6 Пријемно испитивање је испитивање које се обавља у присуству корисника (купца) у производним просторијама произвођача у складу са стандардима SRPS IEC 60840:2013: Енергетски каблови са екструдованом изолацијом и прибором за назначене напоне преко 30 kV ($U_m = 36 \text{ kV}$) до 150 kV ($U_m = 170 \text{ kV}$) – Методе испитивања и захтеви и SRPS IEC 60141-1:2013 Испитивање каблова пуњених уљем и каблова пуњених гасом под притиском и њиховог прибора — Део 1: Каблови пуњени уљем, ламинарно изоловани папиром или полипропилен-папиром са металним плаштом и прибором за наизменични напон до и укључујући 500 kV..
- 17.7 Након полагања сваке деонице кабла, пре израде спојница и након делимичног затрпавања кабла, врши се напонско испитивање изолације и спољашњег плашта кабловског вода. Испитивање се врши сведеним испитним напоном.
- 17.8 Након израде спојница врши се испитивање изолације и спољашњег плашта кабловског вода за све повезане деонице. Испитивање се врши сведеним испитним напоном.
- 17.9 Након завршетка изградње новог кабловског вода врши се испитивање отпорности проводника, испитивање парцијалних пражњења, мерење редукционог фактора, параметра кабла, $\text{tg}\delta$ и сл.
- 17.10 Напонско испитивање изолације после полагања новог кабла са изолацијом од чврстог диелектрика по правилу се врши наизменичним испитним напоном, у складу са важећим стандардима и препорукама произвођача.
Препоручује се употреба испитног напона фреквенције мање од мрежне (нпр. 0,1Hz).
Није дозвољена употреба пуног испитног једносмерног напона.
- 17.11 Уколико се не располаже одговарајућом испитном опремом, дозвољава се алтернативна метода напонског испитивања изолације – сведеним једносмерним напоном се утврђује да не постоје грубе грешке на каблу, а затим се кабл ставља под мрежни напон у трајању од 24 h (при овоме је релејна заштита подешена на минималне потребне радне параметре).
За потребе овог испитивања дозвољава се кратко спајање фаза кабловског вода на једном крају и повезивање на једну фазу напојног вода.
- 17.12 Напонско испитивање спољашњег плашта новог кабла врши се после затрпавања кабловског рова, испитним једносмерним напоном. Испитни напон се прикључује између неуземљене електричне заштите и земље. Време испитивања је 1 min.
- 17.13 Приликом испитивања старих каблова, стручне службе могу да пропишу и вредности испитних напона који су ниже од вредности предвиђених стандардима.
- 17.14 Током експлоатације, врше се периодичне провере параметара кабловског вода (нпр, парцијална пражњења, фактора диелектричних губитака $\text{tg}\delta$, итд.) како би се утврдило стање кабловског вода.
- 17.15 Испитивање оптичких влакана се врши пре полагања оптичких каблова, након полагања у ров, након затрпавања рова и на крају након извршених сплајсовања и успостављене целе оптичке трасе.



19 НАЛАЖЕЊЕ МЕСТА КВАРА НА КАБЛОВСКИМ ВОДОВИМА

- 18.1 За налажење места квара на кабловским водовима се користи специјална опрема, било као појединачни уређаји, било као компактан склоп у мерно-испитном возилу
- 18.2 Након утврђивања евентуалног квара на каблу, макро локација квара се одређује коришћењем ехо методе.
Код високоомских грешака могуће је да се користи нека од комбинованих метода (спрега радара и неког од високонапонских уређаја или сл.).
Коришћење пропаливача је дозвољено само у изузетним случајевима, када остале методе не дају резултате.
- 18.3 Микро локација квара се одређује коришћењем ударног генератора и подног микрофона.

20 ТРАНСПОРТ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА И КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА

- 19.1 Припрема (паковање) енергетских каблова и кабловског прибора за транспорт мора да се обави тако да буде искључена могућност механичког оштећења и продора влаге.
- 19.2 Енергетски каблови се транспортују на катурима.
Котури треба да буду такве конструкције да омогуће дозвољени полупречник савијања кабла приликом намотавања. Величина катура, се приликом наручивања, усклађује са техничким могућностима којима се располаже за полагање кабла.
- 19.3 Сваки калем мора да поседује натписну плочицу која се поставља на видно место, а натписи треба да буду прегледни и трајни.
Натписна плочица калема садржи: тип кабла, назначени напон, пресек проводника, пресек електричне заштите, име произвођача, фабрички број, годину производње, масу кабла и укупну масу кабла заједно са калемом, тачну дужину кабла итд.
- 19.4 За истовар кабла користи се дизалица, виљушкар, рампа итд.
- 19.5 Котрљање дрвених калемова није дозвољено, осим на краћим деоницама (на пример при истовару). Котрљање је дозвољено само у правцу стрелице на спољашњој страни калема.
- 19.6 Кабловски прибор се пре транспорта пакује у погодне кутије, сандуке и сл.

21 РЕЗЕРВЕ

Уз сваку наруџбину каблова (по конкретном пројекту) потребно је да стручне службе одреде потребне количине и типове резервне опреме.

Препорука је да се уз сваки пројекат кабловског вода испоруче елементе истог типа онима који су предвиђени за уградњу, а најмање:

- кабл у дужини од 2% укупне дужине кабла која се поручује заокружена на прву већу вредност, а минимално 100 m, на металном катуру из једног дела.
- једну кабловска завршница са свом пратећом опремом у зависности од типа
- две равне кабловске спојнице са свом пратећом опремом потребном за израду кабловских спојница,
- једну спојницу са могућношћу транспозиције уколико се примењује cross-bonding
- један одводник пренапона у случају да кабловски вод завшрава у отвореном постројењу,
- један сет трака за репарирање плашта кабла,
- један сет одводника пренапона SVL,
- за сваки примењени тип оптичког кабла 3% од укупне потребне дужине предметног типа оптичког кабла.
- итд.



22 ДОКУМЕНТАЦИЈА

Произвођач (испоручилац) односно Извођач радова, у обавези су да уз сваку испоручену дужину енергетског кабла, односно уговореног броја јединица кабловског прибора (завршнице и/или спојнице) достави следећу документацију:

- испитне листове и атесте о рутинском испитивању (тачке 18.2);
- на увид: сертификате о испитивањима типа (тачка 18.3);
- фабричке атесте уграђеног материјала за израду енергетског кабла (квалитет проводника, електричне заштите, изолације проводника, плашта кабла итд.), односно кабловског прибора;
- цртеже са изгледом, садржајем и попречним пресеком енергетског кабла, односно кабловског прибора, као и њихову тежину;
- упутство за монтажу енергетског кабла и/или кабловског прибора;
- сертификат овлашћене независне институције о испуњеним условима система квалитета.
- извештаје о парцијалним испитивањима појединих деоница пре монтаже спојница.
- извештаје о извршеним испитивањима током и након израде кабловских спојница и завршница.
- протокол о испитивању кабла пре његовог стављања у оперативни погон.
- извештаје о испитивањима кабла пре његовог стављања у оперативни погон



23 ПРЕЛАЗНЕ И ЗАВРШНЕ ОДРЕДБЕ

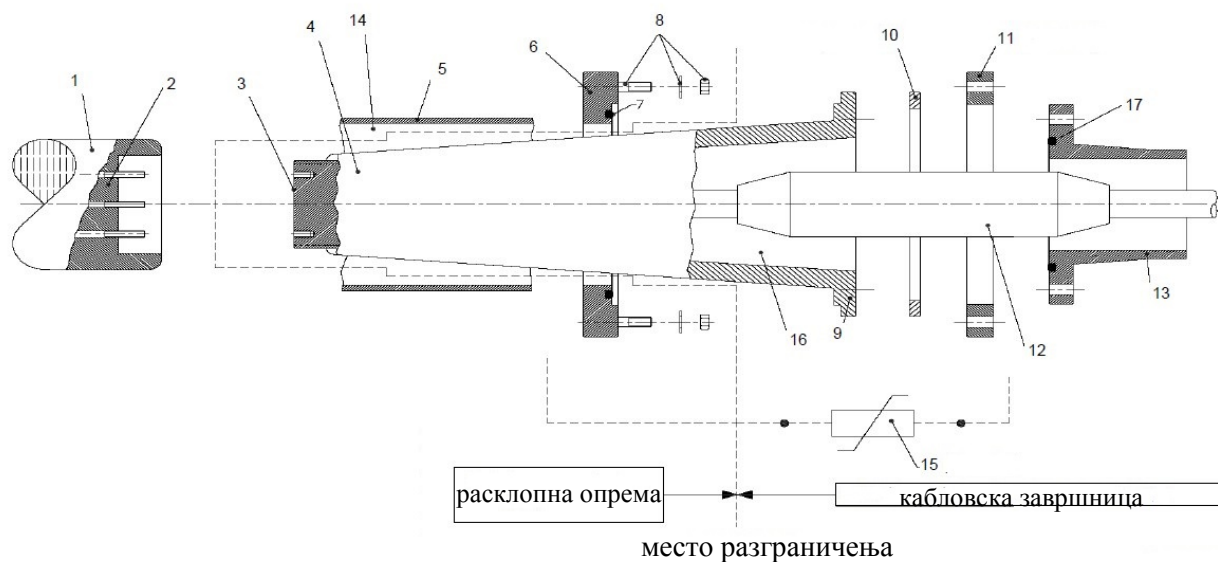
Овај Интерни стандард је усвојен 16.08.2019. године на Стручном панелу за техничку регулативу, методологије и стандарде, а примењује се од дана потписивања од стране Директора.

За сва тумачења ставки из овог Интерног стандарда и евентуалних ситуација које нису обрађене овим Упутством надлежна је Дирекција за техничку подршку преносном систему.



Прилог 2-1

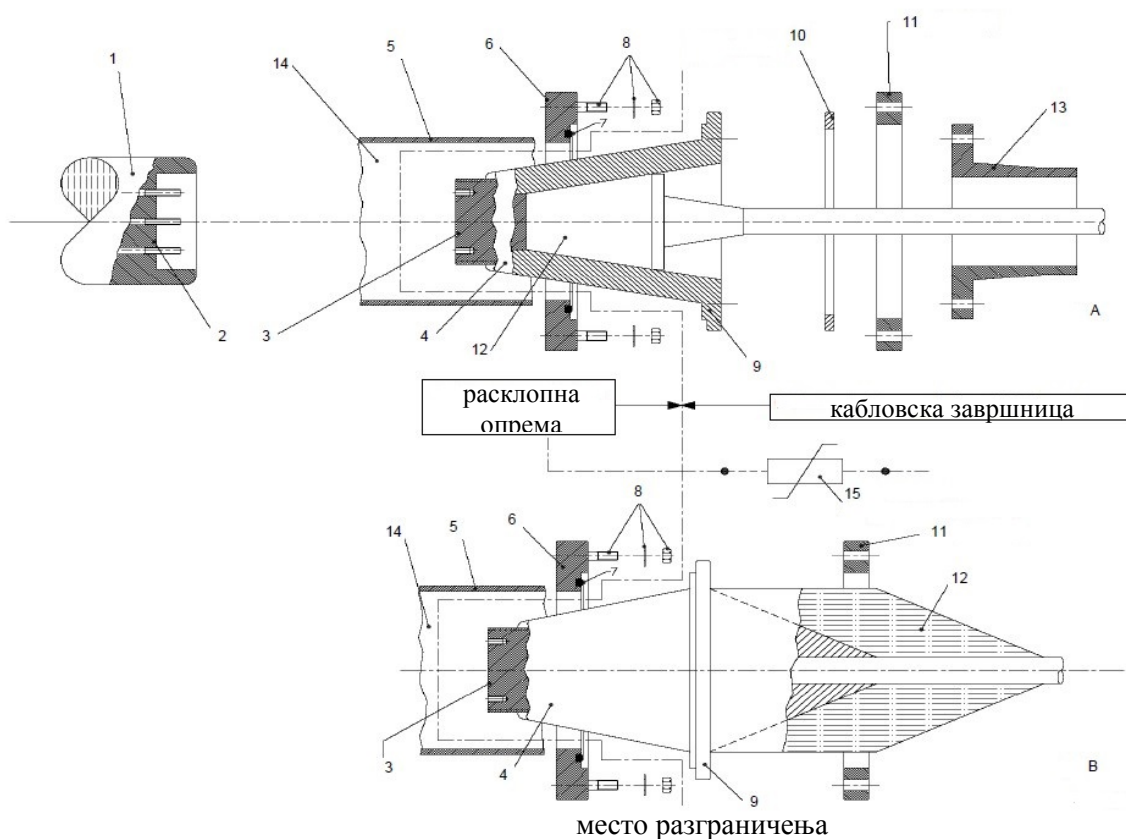
Типично место разграничења код кабловске завршнице пуњене флуидом према IEC 62271-209



Редни број	Опис	Произвођач	
		Расклопна опрема	Кабловска завршница
1	Крај главног струјног круга	X	
2	Интерфејс за повезивање	X	
3	Интерфејс за повезивање		X
4	Изолятор		X
5	Кућиште места повезивања кабла	X	
6	Прирубница кућишта или средња плоча	X	
7	Заптивак	X	
8	Вијци, подлошке, навртке	X	
9	Адаптер изолатора		X
10	Средња заптивка		X (ако је потребно)
11	Прирубница		X (ако је потребно)
12	Компонента за контролисање електричног напрезања		X
13	Кабловска уводница		X
14	Гас	X	
15	Одводник пренапона		X (ако је потребно)
16	Изолациони флуид		X
17	Заптивак		X



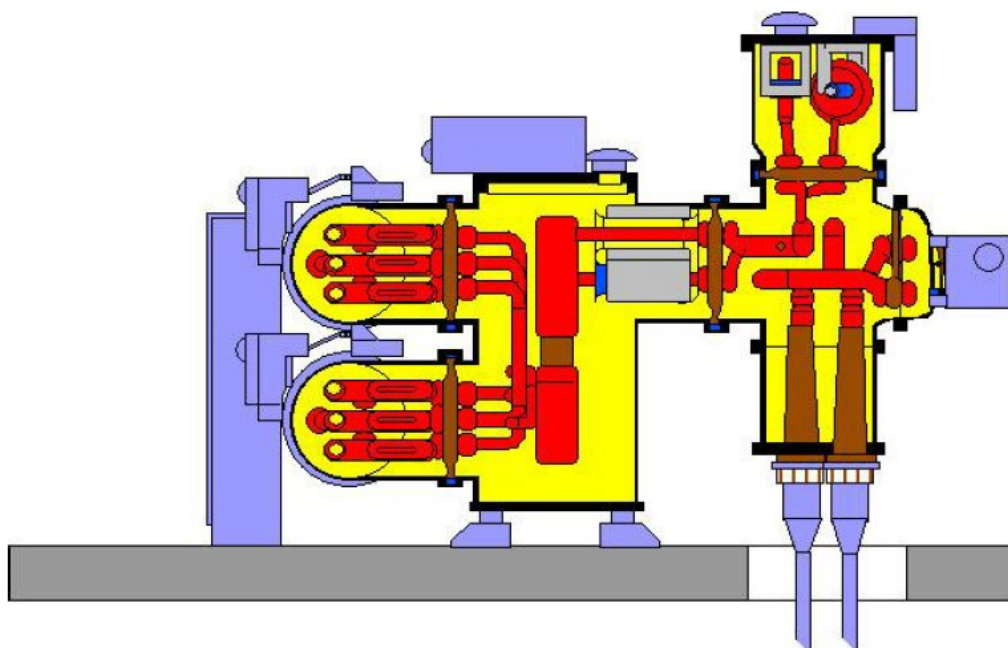
Типично место разграничења код суве кабловске завршнице према IEC 62271-209



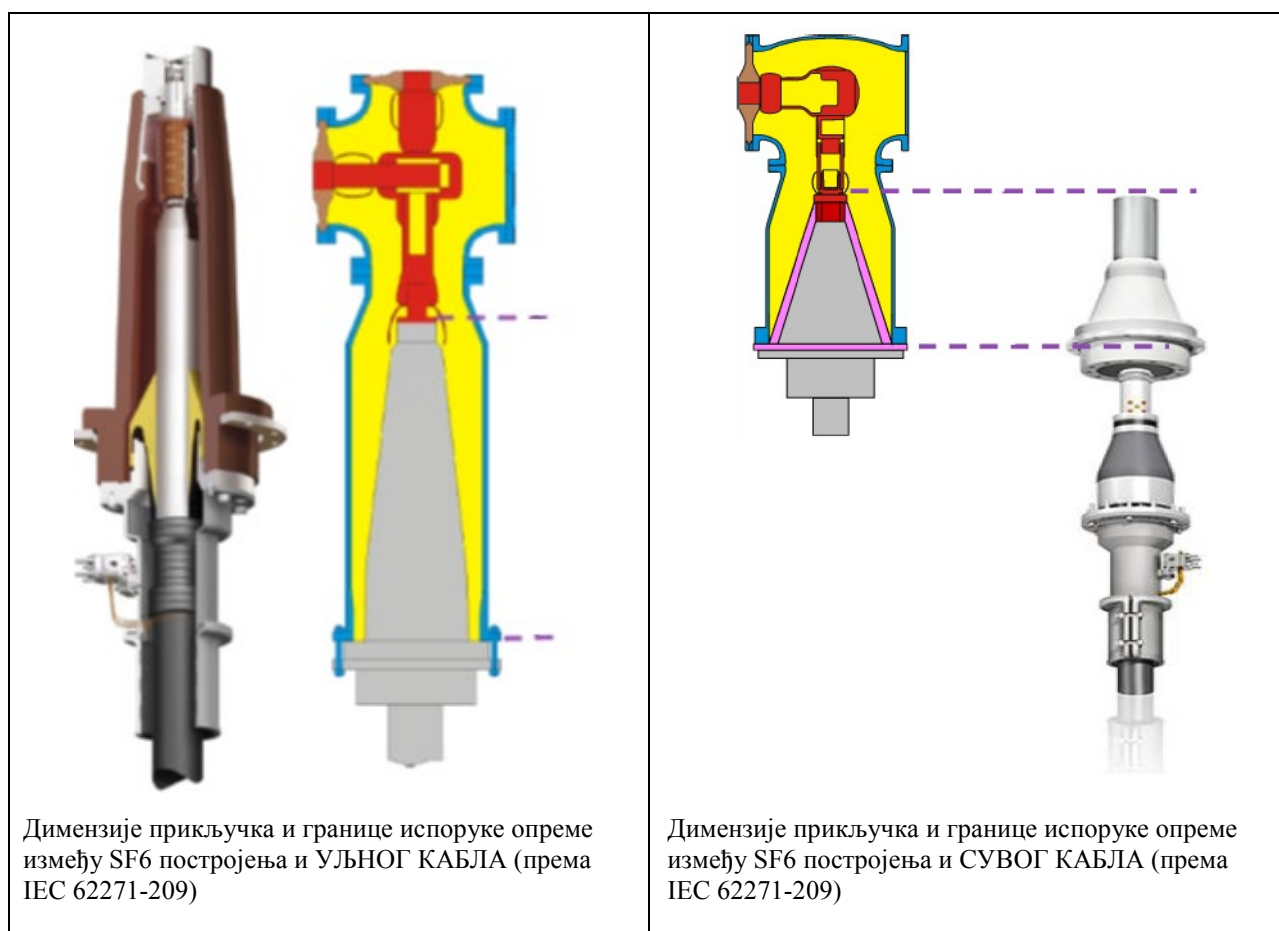
Редни број	Опис	Произвођач	
		Расклопна опрема	Кабловска завршница
1	Крај главног струјног круга	X	
2	Интерфејс за повезивање	X	
3	Интерфејс за повезивање		X
4	Изолатор		X
5	Кућиште места повезивања кабла	X	
6	Прирубница кућишта или средња плоча	X	
7	Заптивак	X	
8	Вијци, подлошке, навртке	X	
9	Адаптер изолатора		X
10	Средња заптивка		X (ако је потребно)
11	Прирубница		X (ако је потребно)
12	Контрола електричног напрезања (еластомери)		X
13	Кабловска уводница		X
14	Гас	X	
15	Одводник пренапона		X (ако је потребно)



Место разграничења имовине и одговорности у случају повезивања
кабловског вода на SF6 постројење



Принципијелна слика увођења кабла у SF6 постројење





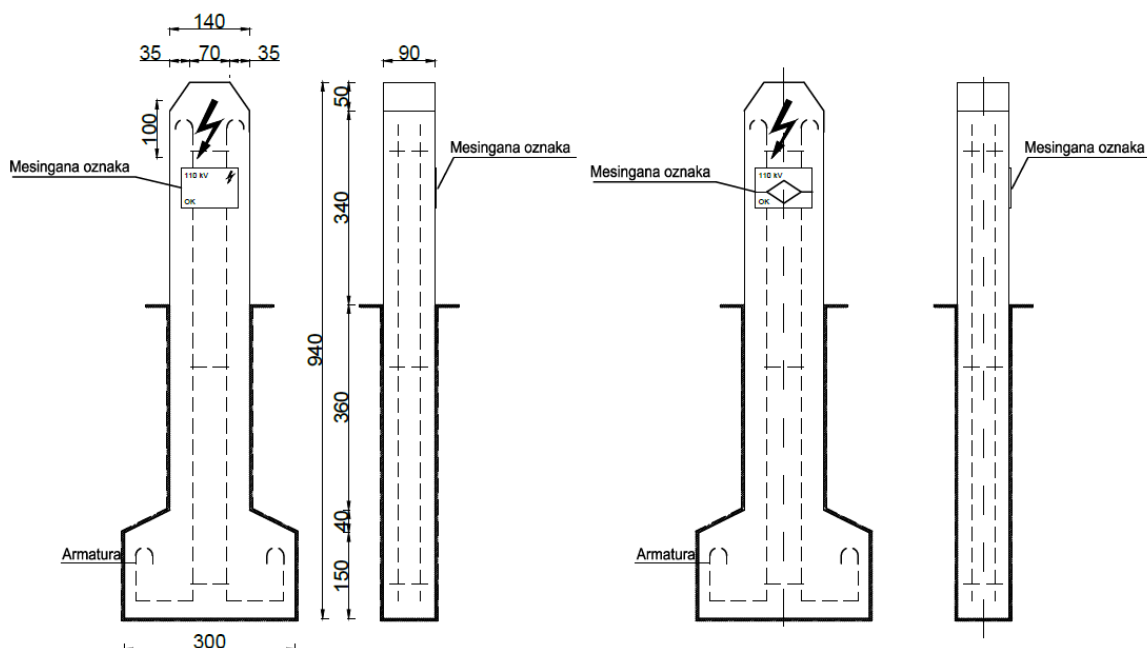
- Комплетан склоп прикључка (укључиво и рутинска испитивања) обезбеђује испоручиоц кабловских прикључница
- У оба случаја, СИВО означена зона припада каблу и означава место разграничења имовине и одговорности у случају повезивања кабловског вода на SF6 постројење.



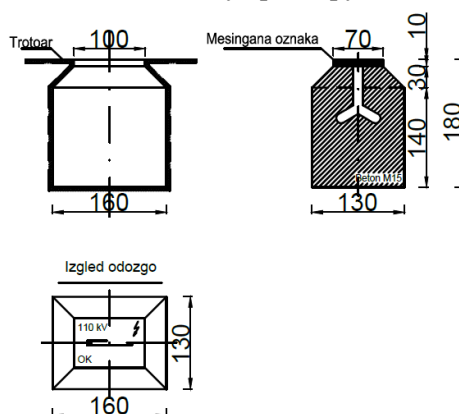
Прилог 10-1

Елементи за означавање трасе кабла

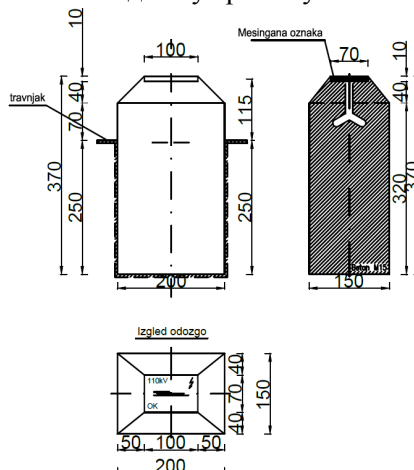
- Бетонски стубић за ознаку кабловских траса на нерегулисаном терену



- Бетонска погачица за ознаку кабловских водова у тротоару



- Бетонски стубићи за озанку кабловских водова у травању

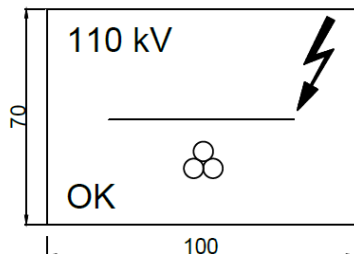




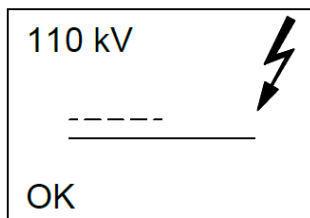
Прилог 10-2

Кабловске ознаке

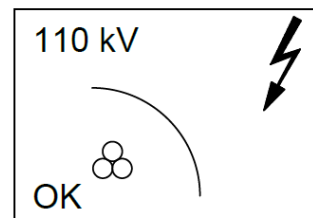
Oznaka za pravac
za jedan kabl u rovu



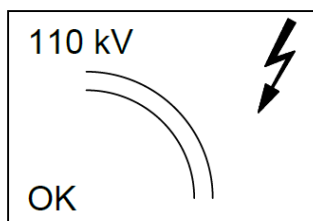
Oznaka za dva i više kablova
u rovu za pravac



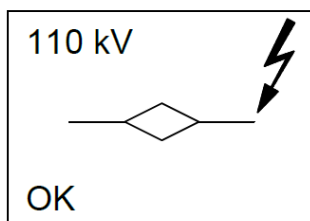
Oznaka za skretanje
jednog kabla u rovu



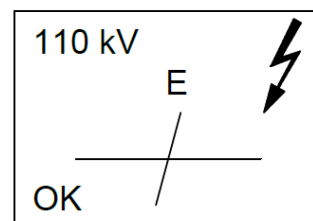
Oznaka za skretanje dva i više
kablova u rovu



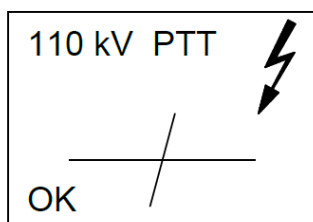
Oznaka za običnu ravnu
izolovanu spojnicu



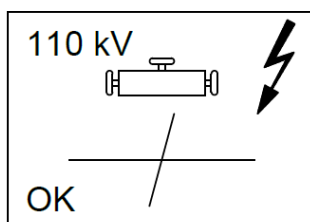
Oznaka za ukrštanje sa
energetskim vodovima



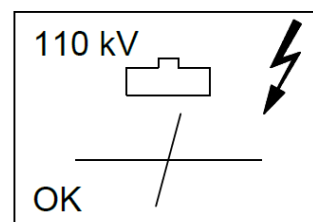
Oznaka za ukrštanje kabla sa
telekomunikacionim vodovima



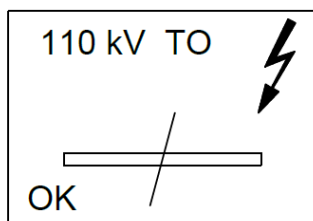
Oznaka za ukrštanje kabla sa
vodovodom



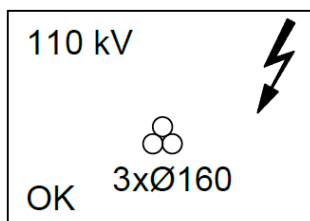
Oznaka za ukrštanje kabla sa
kanalizacijom



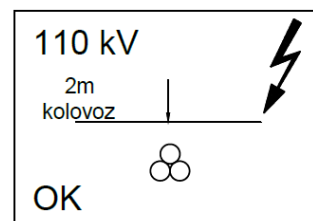
Oznaka za ukrštanje kabla sa
toplovodom



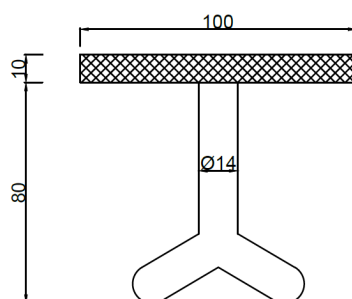
Oznaka na krajevima kablovske
kanalizacija



Oznaka za pravac za jedan
kabl u rovu u kolovozu



месингана ознака изглед у пресеку





Прилог 16-1

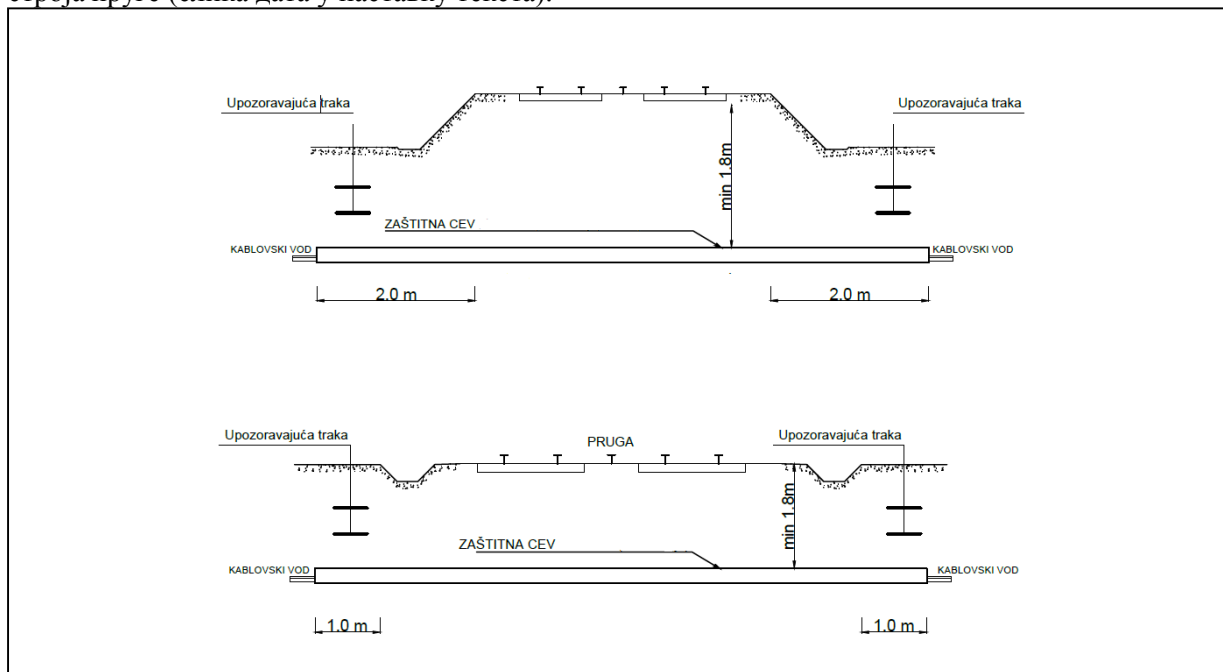
**Начелни технички услови за приближавање и укрштање
енергетских и телекомуникационих каблова**

- a. Заштита телекомуникационих постројења од утицаја електроенергетских постројења је дефинисана одредбама стандарда SRPS N.C0.101 и SRPS N.C0.102.
- b. Дозвољено је паралелно вођење телекомуникационог (ТК) и 110 kV кабла на међусобном хоризонталном размаку од најмање 1 m.
- c. Приликом укрштања, енергетски кабл се, по правилу, поставља испод ТК кабла. Укрштање ТК кабла и 110 kV кабла врши се на вертикалном размаку од најмање 0,5 m. Угао укрштања треба да буде:
 - у насељеним местима: најмање 30° (по могућству што ближе 90°);
 - ван насељених места: најмање 45°.
- d. Уколико се приликом укрштања не могу постићи прописани размаци, на тим местима се енергетски кабл провлачи кроз заштитну цев, али и тада размак не сме да буде мањи од 0,3 m.

Прилог 16-2

**Начелни технички услови за приближавање и укрштање
енергетских каблова са железничком и трамвајском пругом**

- a. Укрштање кабловског вода са железничком пругом се изводи тако да се енергетски кабл полаже у бетонски канал, односно у бетонску или пластичну цев увучену у хоризонтално избушен отвор насипа, тако да је могућа замена кабла без раскопавања и угрожавања стабилности темеља доњег строја пруге (слика дата у наставку текста).



- b. Укрштање са трамвајском пругом се изводи тако да се у отворени ров полаже једна или група пластичних цеви (кабловска канализација) кроз коју се провлачи енергетски кабл, тако да је могућа замена или уградња новог кабла без ометања саобраћаја.
- c. Укрштања са железничком и трамвајском пругом се изводе под правим углом, тако да кабл буде најмање 1,8 m испод горње ивице шине.
- d. Место укрштања треба видљиво да се обележи ознакама од бетона, пластике итд.



- e. Код паралелног вођења кабловског вода са трамвајском пругом, због негативног утицаја једносмерних лутајућих струја на каблове са металним плаштом, треба користити искључиво каблове са изолованим плаштом (као што је нпр. препоручени ХНЕ 49-А).
- f. Поред тога, целом дужином паралелног вођења енергетски кабл треба да се положи кроз пластичну цев, тако да буде удаљен од шине најмање 2 m.

Прилог 16-3

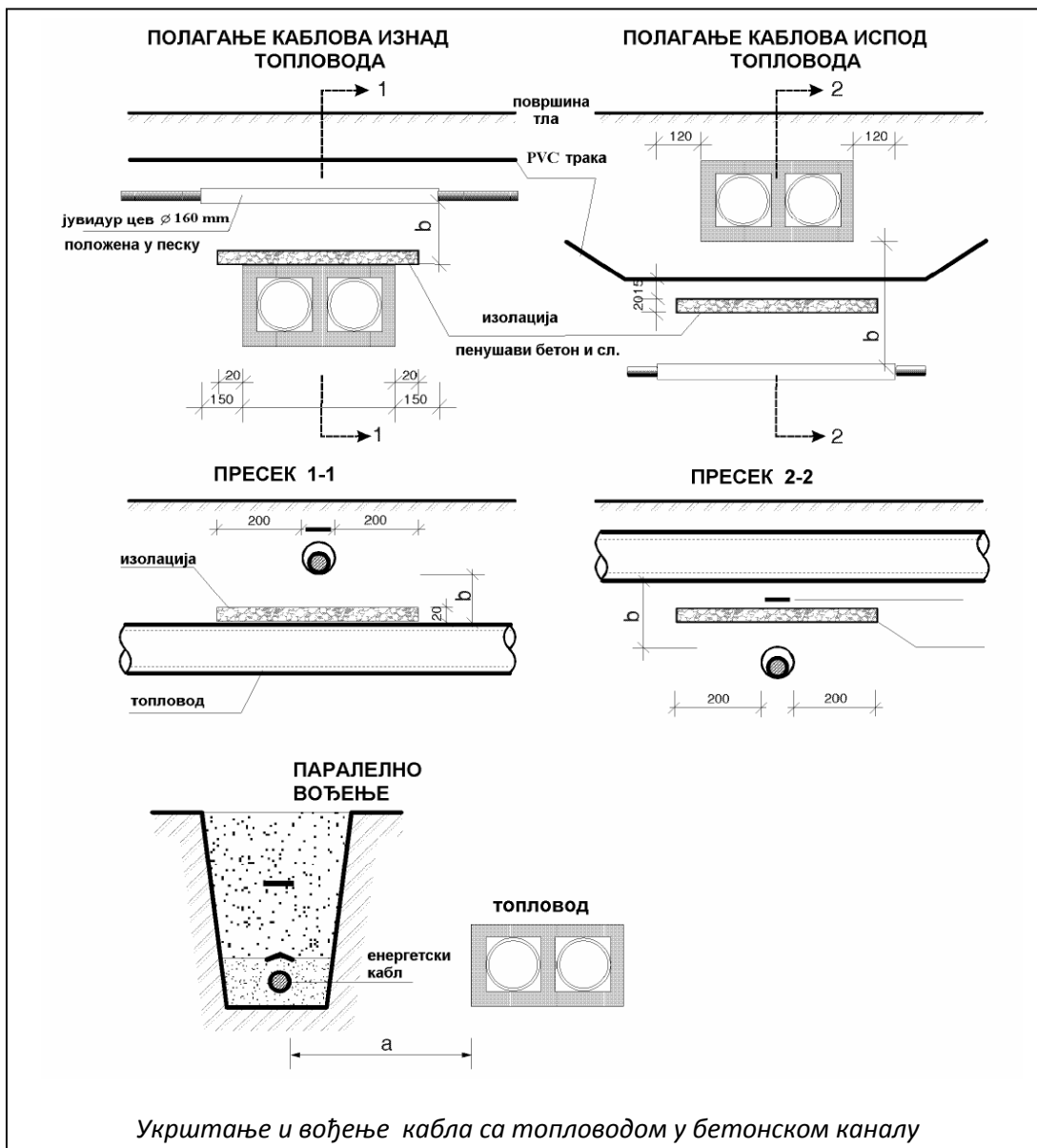
Начелни технички услови за приближавање и укрштање
енергетских каблова са цевима водовода и канализације

- a. Заштита подземних металних ценовода од утицаја електроенергетских постројења је дефинисана одредбама стандарда SRPS N.C0.105.
- b. Није дозвољено паралелно вођење енергетских каблова испод, или изнад водоводних и канализационих цеви (паралелно вођење у вертикалној равни).
- c. Најмањи размак кабла 110 kV од водоводне или канализационе цеви при паралелном вођењу у хоризонталној или косој равни треба да износи – 2 m за цев пречника већег од 200 mm и 1,5 m за цев мањег пречника.
- d. Поред испуњења захтева о најмањим размацима, код паралелног вођења у косој равни најближа тачка енергетског кабла, пројектована на хоризонталну раван у нивоу водоводне или канализационе цеви, мора да буде удаљена од ових инсталација најмање 0,5 m.
- e. При укрштању 110 kV кабл може да буде положен испод или изнад водоводне или канализационе цеви на растојању од најмање 0,5 m.
- f. Уколико не могу да се постигну прописани размаци, на тим местима кабл се провлачи кроз заштитну цев, али и тада размаци не смеју да буду мањи од 0,3 m.
- g. Минимални угао укрштања 110 kV енергетског кабла и цеви водовода и канализације износи 60° (по могућству што ближе 90°), изузетно се може допустити угао укрштања 30°.

Прилог 16-4

Начелни технички услови за приближавање и укрштање
енергетских каблова са топловодом

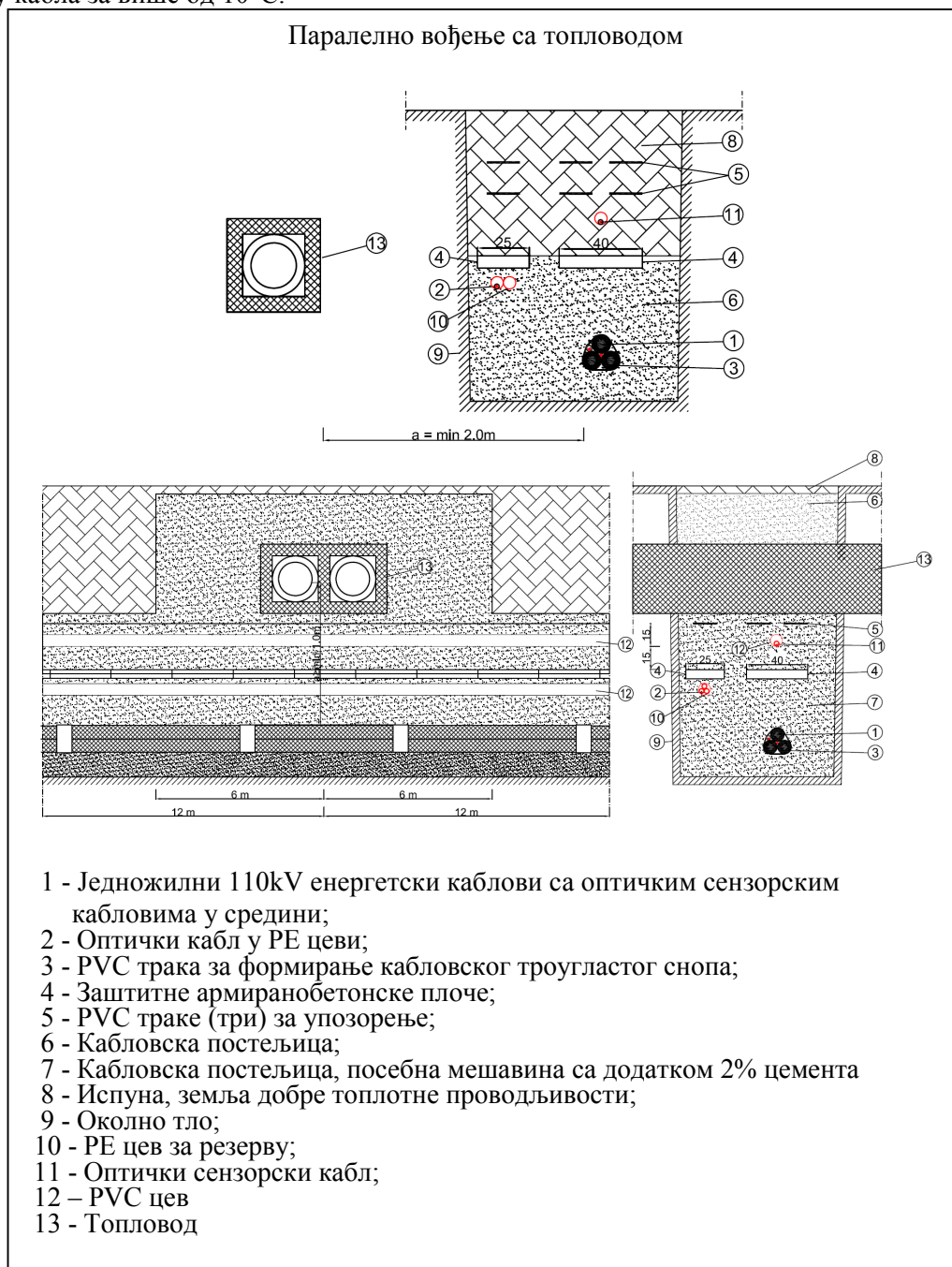
- a. Није дозвољено паралелно вођење енергетских каблова испод или изнад топловода (паралелно вођење у вертикалној равни).
- b. Ако се изоловане цеви топловода полажу у бетонски канал (слика дата у наставку текста) најмањи размак енергетског кабла од спољне ивице бетонског канала за топловод треба да износи:
 - 2,0 m при паралелном вођењу, у хоризонталној или косој равни, односно,
 - 1 m при укрштању.
- c. При укрштању, кабл се полаже изнад, а изузетно и испод топловода. Између енергетског кабла и топловода се поставља топлотна изолација од полиуретана, пенушавог бетона, термоизолирајуће јастуке и сл. (слика дата у наставку текста).
- d. Поред испуњења захтева о најмањим размацима, код паралелног вођења у косој равни најближа тачка енергетског кабла, пројектована на хоризонталну раван у нивоу топловода, мора да буде удаљена од спољне ивице канала за топловод најмање 0,5 m.

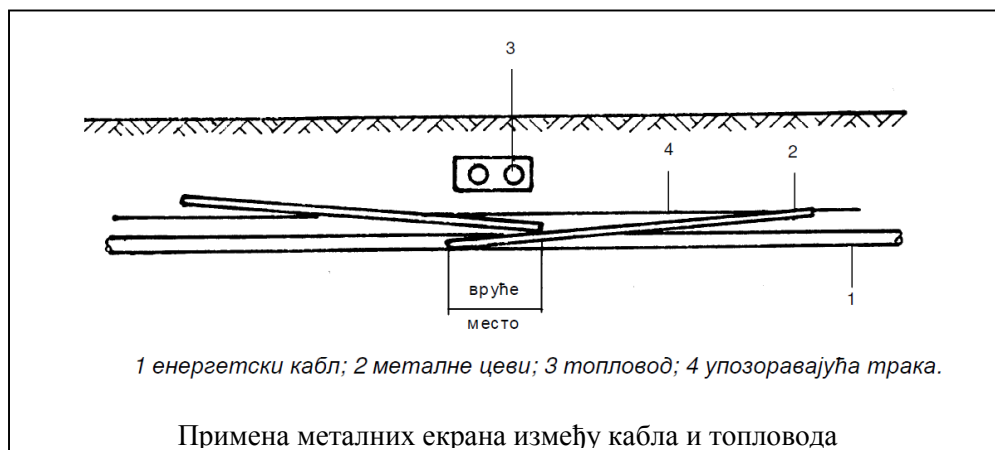


- е. Ако се изоловане цеви топловода полажу директно у земљу (слика дата у наставку текста), вредност дозвољеног размака између енергетског кабла и топловода код укрштања, односно паралелног вођења, која је дата у предходном тексту, треба повећати за најмање 0,3 m.
- ф. Уколико не могу да се постигну прописани размаци, укрштање или паралелно вођење енергетског кабла и топловода третира се као случај тешких услова одвођења топлоте, па је обавезна примена мера којима се обезбеђује да температурни утицај топловода на кабл не прелази 10°C , као:
- На месту укрштања, или паралелног вођења енергетског кабла и топловода, кабл се поставља у слој специјалне мешавине којом се кабловски ров се испуњава до врха;
 - Ако и коришћењем постелица од специјалних мешавина утицај топловода на кабл буде већи од 10°C , код укрштања са топловодом, или приближавања топловоду (паралелно вођење у дужини до 5 m) технички је изводљива и економски оправдана примена додатних заштитних мера, као што су:
 - примена металних екрана између топловода и енергетског кабла (слика дата у наставку текста);
 - примена појачане изолације топловода према енергетском каблу;
 - примена специјалних мешавина за затрпавање и топловода.
- г. Код укрштања, или паралелног вођења кабла 110 kV са магистралним топловодом потребно је урадити топлотни прорачун и доказати да одржавањем одређеног размака и/или применом



неких од допунских заштитних мера, утицај топловода неће изазвати пораст температуре на плашту кабла за више од 10°C.







Прилог 16-5

Начелни технички услови за приближавање и укрштање
енергетских каблова са гасоводом

- a. Заштита подземних металних цевовода од утицаја електроенергетских постројења је дефинисана одредбама стандарда SRPS N.C0.105.
- b. Није дозвољено паралелно вођење енергетских каблова испод или изнад гасовода (паралелно вођење у вертикалној равни).
- c. Најмањи размак 110 kV кабла од гасовода треба да износи:
 - 2,0 m при паралелном вођењу, у хоризонталној или косој равни, односно,
 - 1,5 m при укрштању.Претходни размаци могу да се смање на 1 m ако се кабл провуче кроз заштитну цев дужине најмање 2 m са обе стране места укрштања, или целом дужином паралелног вођења.
- d. Поред испуњења захтева о најмањим размацима, код паралелног вођења у косој равни најближа тачка енергетског кабла, пројектована на хоризонталну раван, мора да буде удаљена од гасовода најмање 0,5 m

Прилог 16-6

Начелни технички услови за приближавање и укрштање
са другим енергетским кабловима

- a. Полагање у исти ров најмање два кабла 110 kV (на пример: на изласку из трансформаторске станице) мора посебно да се анализира (пројектује) и није предмет разматрања ове препоруке.
- b. Није дозвољено паралелно вођење 110 kV кабла испод или изнад НН, СН или других 110 kV каблова (паралелно вођење у вертикалној равни).
- c. Најмањи размак 110 kV кабла од постојећег НН, СН или другог 110 kV кабла треба да износи:
 - 1,5 m при паралелном вођењу, у хоризонталној или косој равни, односно,
 - 1,0 m. при укрштању.
- d. Поред тога, код паралелног вођења у косој равни најближа тачка кабла 110 kV, пројектована на хоризонталну раван у нивоу постојећег кабла нижег напона, мора да буде удаљена од кабла нижег напона најмање 0,5 m.
- e. Уколико прописани размаци не могу да се остваре, кабл 110 kV се полаже у слој постелице од специјалне мешавине.

Прилог 16-7

Начелни технички услови за приближавање и укрштање
енергетских каблова са путем изван насеља

- a. Укрштање кабловског вода са путем изван насеља, када не сме да се омета саобраћај, врши се тако што се кабл полаже у бетонски канал, односно у бетонску или пластичну цев увучену у хоризонтално избушен отвор, тако да је могућа замена кабла без раскопавања пута.
- b. Вертикални размак између горње ивице кабловске канализације и површине пута треба да износи најмање 0,8 m (слика дата у наставку текста)



- с. Размак кабловског вода од пута изван насеља при паралелном вођењу, односно приближавању, треба да износи:
- за аутопут и пут првог реда - најмање 5 m за паралелно вођење и најмање 3 m за приближавање, односно,
 - за путеве другог и вишег реда - најмање 3 m за паралелно вођење и најмање 1 m за приближавање.

Прилог 16-8

Начелни технички услови за укрштање енергетских каблова са водотоком

- а. Укрштање кабла 110 kV са водотоком (река, канал и сл.), по правилу се изводи полагањем преко мостова (прилог 13-8).
Изузетно, укрштање са водотоком може да се изведе полагањем кабла на дно, или испод дна водотока.
- б. Полагање кабла на дно водотока изводи се на месту где је брзина воде најмања и где не постоји могућност већег одрона земље или насипања муља. За ово полагање се користи енергетски кабл појачан арматуром од челичних жица (на пример трожилни кабл типа ХНЕ 49/84-А).
- с. Полагање кабла испод дна водотока изводи се провлачењем кроз цев на дубини од најмање 1,5 m испод дна водотока.

Прилог 16-9

Начелни технички услови за полагање енергетских каблова преко моста

- а. За полагање преко мостова препоручује се коришћење 110 kV каблова са ХРЕ изолацијом и полимерним плаштом, тип ХНЕ 49-А.
- б. За полагање мостова са интензивним вибрацијама препоручује се коришћење трожилног кабла типа ХНЕ 49/84-А (кабл који се састоји од три поужена једножилна кабла типа ХНЕ 49-А, који је армиран округлом поцинкованом жицом и заштићен полиетиленским плаштом високе густине).
- с. Препоручује се полагање каблова испод пешачких стаза у каналима или цевима. Ови канали (цеви) не смеју да служе за одвод атмосферске воде, а мора да буде омогућено и природно хлађење каблова.
- д. Код моста већег распона уобичајено је да се у његовој унутрашњости изведе посебан тунел са конзолама или испустима за ношење каблова.
- е. Дозвољено је слободно полагање каблова по конструкцији моста ако су неприступачни нестручним лицима и ако су заклоњени од директног сунчевог зрачења.
- ф. Свуда где је то могуће, каблове на мосту треба полагати без кабловских спојница.
Препоручује се да кабловске спојнице буду удаљене најмање 10 m од крајева моста.



- g. Ако је постављање кабловске спојнице на мосту изнуђено решење, кабловску спојницу треба монтирати на носећи стуб или на неко друго стабилно место.
- h. Треба избегавати полагање енергетског кабла преко дрвеног моста. У супротном, кабл се провлачи кроз заштитну пластичну или металну цев.

На местима прелаза енергетског кабла са конструкције моста на обалне ослонце моста, као и на прелазима преко дилатационих делова моста, треба предвидети одговарајућу резерву кабла (минимално по 10 m).