

Јавно предузеће "Електромрежа Србије"  
Београд, Кнеза Милоша 11  
Клас. број: 0-9-7 3186  
Београд,

05. 07. 2016

На основу члана 56. Статута Јавног предузећа "Електромрежа Србије", Београд ("Службени гласник Републике Србије" број 9/2014) и члана 192. Закона о раду ("Службени гласник Републике Србије" број 24/2005, 61/2005, 54/2009, 32/2013 и 75/2014), Правилника о техничкој регулативи ЈП ЕМС број 1783 од 19.02.2015. и овлашћења Генералног директора од 5.11.2015. број 132/14/571 године доносим следећу:

## ОДЛУКУ

О СТУПАЊУ НА СНАГУ ИНТЕРНОГ СТАНДАРДА

ИС-ЕМС 200:2016

### ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗБОР И МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА И КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА У ПРЕНОСНОЈ МРЕЖИ

1. Интерни стандард у ЈП ЕМС ИС-ЕМС 200:2016 је урађен сходно Плану за израду и доношење техничке регулативе за 2016. годину и Програму за израду и доношење техничке регулативе од 2016-2020. године и ступа на снагу даном доношења ове одлуке.
2. Примена овог интерног стандарда је обавезујућа за све организационе делове у ЈП ЕМС.
3. Интерни стандард: Основни технички захтеви за избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора у преносној мрежи је усвојен на седници Стручног панела за техничку регулативу, методологије и стандарде Техничког савета ЈП ЕМС, која је одржана 28.06.2016. године.

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
- Директору Технике
- Кабинету
- Сектору за развој људских потенцијала
- Архиви



# **ИНТЕРНИ СТАНДАРД ИС-ЕМС 200:2016**

## **ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗБОР И МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА И КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА У ПРЕНОСНОЈ МРЕЖИ**

Мај 2016. године



# Интерни стандард: Основни технички захтеви за избор и монтажу енергетских каблова и кабловског прибора у преносној мрежи

ИС-ЕМС 200:2016

Лист/листова: 2/25

**Основ за доношење  
документа:**

На основу Правилника о техничкој регулативи ЈП ЕМС ПР-100:2015 од 19.02.2015.године и Програма техничке регулативе од 2016-2020.године, генерални директор доноси интерни стандард:

## ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗБОР И МОНТАЖУ ЕНЕРГЕТСКИХ КАБЛОВА И КАБЛОВСКОГ ПРИБОРА У ПРЕНОСНОЈ МРЕЖИ

### САДРЖАЈ

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

Аутори: мр Јован Јовић, дипл.ел.инж.  
мр Ђорђе Голубовић, дипл.ел.инж.  
Милорад Павловић, дипл.ел.инж.  
Жељко Торлак, дипл.ел.инж.  
Мирко Боровић, дипл.ел.инж.  
Валеријан Аксић, дипл.ел.инж.  
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  $\geq 110\text{kV}$  који се користе у ЈП Електромрежа Србије. Узимајући у обзир тренутно и перспективно стање кабловске мреже у преносном систему, примери се, углавном, односе на кабловске водове  $110\text{kV}$ .
- 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.
- 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 **Кабл** (енергетски кабл): део кабловског вода који се састоји од једне жиле и одговарајућих заштитних слојева.
- 2.3 **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).
- 2.4 **Проводник:** део кабла намењен провођењу струје.
- 2.5 **Жила:** део кабла који се састоји од проводника, изолације и слабопроводних слојева ако постоје.
- 2.6 **Језгро кабла:** скуп поужених жила, са одговарајућом испуном ако постоји.
- 2.7 **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.
- 2.8 **Арматура:** слој од металних трака или жица који штити кабл од прекомерних механичких напрезања и оштећења кабла.
- 2.9 **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.
- 2.10 **Слабопроводни слој (екран кабла):** слој који се поставља испод изолације и изнад изолације и служи за радијално обликовање и ограничење електричног поља.
- 2.11 **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.
- 2.12 **Полимерна изолација:** група материјала за изолацију каблова од поливинилхлорида (PVC), термопластичног полиетилена (PE) и умреженог полиетилена (ХРЕ).
- 2.13 **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.





### 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;
  - IEC 60840/2004: Енергетски каблови са полимер изолацијом и прибором за назначене напоне преко 30 kV до 150 kV: Захтеви и методе тестирања;
  - IEC 60287/2006: Енергетски каблови - Прорачун сталног струјног оптерећења (100% фактор оптерећења);
  - IEC 60853-2/1989-07: Енергетски каблови - Прорачун цикличног струјног оптерећења и струјног оптерећења у режиму нужног погона.
  - IEC 60949: Прорачун термички дозвољених струја кратког споја

### 4 ПОГОНСКИ И АМБИЈЕНТНИ УСЛОВИ

- 4.1 Кабловски вод напонског нивоа  $\geq 110$  kV ради у окружењу у коме се предвиђа нормална изложеност следећим спољашњим утицајима:
- највиша температура ваздуха: **+ 40°C** ;
  - најнижа температура ваздуха: **- 25°C** ;
  - средња годишња температура ваздуха **+ 20°C** ;
  - референтна температура тла на нивоу полагања кабла меродавна за прорачун назначеног струјног оптерећења:  **$\theta_{ref} = + 20^\circ\text{C}$**  ;
  - 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 где просуте хемијске материје могу неповољно да утичу на изолацију кабла.
- 4.2 Назначени напон **U** [kV] по вредности одговара називном (међуфазном) напону мреже **Unm** [kV] на коју је прикључен кабл.  
Назначени напон **U0** [kV] се користи за одређивање вредности испитног напона (поглавље 15) и по вредности приближно одговара фазном напону мреже:  **$U0 \approx U / \sqrt{3}$** .  
Назначени напон **Um** [kV] је максимални напон опреме и по вредности одговара највишем погонском напону мреже.

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

Unm [kV]	U [kV]	U0 [kV]	Um [kV]
110	110	64	123

- 4.3 Неутрална тачка мреже  $\geq 110$  kV је директно уземљена, тако да је коефицијент уземљења мањи од 0.8.
- 4.4 Приликом одабира електричне заштите кабла у директно уземљеној мрежи 110kV, рачуна се са типском вредношћу струје (снаге) једнофазног кратког споја (земљоспоја) од **31.5kA (6000 MVA)**.
- 4.5 Време трајања земљоспоја  **$t_z \leq 0.15\text{s}$** .
- 4.6 Кабловски водови  $\geq 110$  kV, по правилу, у нормалним уклопном стању не повезују два активна чвора у мрежи (ТС 400/110kV, и/или 220/110kV), односно раде у радијалној мрежи. Дозвољено је нормално погонско стање где кабловска петља почиње и завршава се на истим сабирницама постројења ТС x/110kV.  
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.
- 4.8 Није дозвољено стављање под напон кабловског вода  $110\text{kV}$  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  $110\text{kV}$  преносној мрежи Србије, по правилу, се користе каблови пресека проводника  **$1000\text{mm}^2 \text{ Al}$**  и са електричном заштитом пресека  **$95\text{mm}^2 \text{ Cu}$** , што одговара вредности из тачке 4.4.
- 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.
- 5.4 За специфичне случајеве у мрежи  $110\text{kV}$  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  $250^\circ\text{C}$  при краткој споју у трајању  $5\text{s}$ , односно  $90^\circ\text{C}$  трајно.



## 6 ДОЗВОЉЕНО СТРУЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ КАБЛОВСКОГ ВОДА

- 6.1 Кабл се бира, пројектује и полаже тако да је типична трајно дозвољена струја кабла, пресека  $1000\text{mm}^2 \text{ Al}$ :
- минимално  $800\text{A}$ , у случају једносистемских каблова (препоручен начин полагања)
  - минимално  $N \times 750\text{A}$ , 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 110kV се пројектује и изводи у складу са одредбама Интерног стандарда ИС-ЕМС 712:2014 - Заштита водова 110 и 220kV.
- 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 и заштита од преоптерећења и термичка слика.
- 7.3. У кабловској мрежи се, не предвиђа употреба функције аутоматског поновног укључења (АПУ).
- 7.4. Није дозвољено блокирање термичке слике (заштите од преоптерећења). Изузетно, дозвољава се привремена блокада термослике (заштите од преоптерећења), ако стручне службе утврде да је оптерећење у дозвољеним границама, а да термослика и/или заштита од преоптерећења даје непотребан налог за искључење.
- 7.5. 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.
- 7.6. Перманентни мониторинг кабла, осим по посебном захтеву стручних служби, се не предвиђа. Предвиђају се мерне тачке за циљани мониторинг кабла, са становишта праћења температуре на термички критичним местима.
- 7.7. Топлотни мониторинг сачињавају: мерни уређаји (температурни сензори), преносни пут (оптички кабл приказан на сл у тачки 10.10) и опрема за приказ података на станичном рачунару у трансформаторској станици, односно у диспечерском центру.
- 7.8. Примена топлотног мониторинга није замена за примену термичке заштите кабловског вода

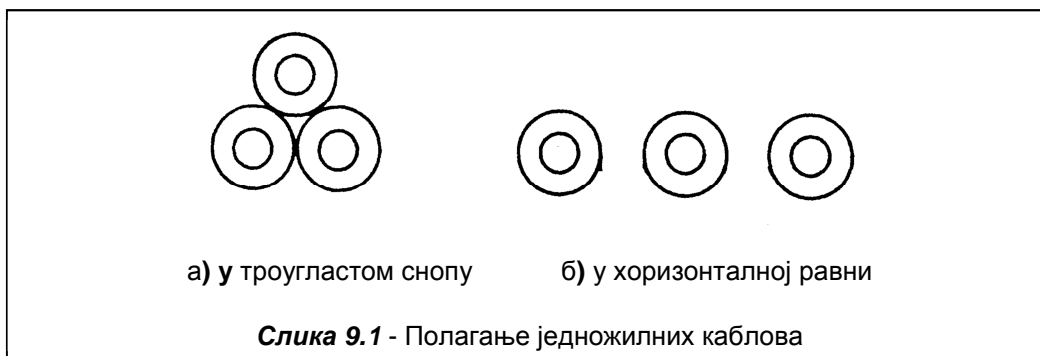
## 8 ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗГРАДЊУ ПОДЗЕМНОГ КАБЛОВСКОГ ВОДА

- 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.  
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  $\geq 110$  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 синхрон 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.



## 9 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 1.5m.  
У изузетним ситуацијама, уз сагласност стручних служби, могуће је и полагање више од два кабла у једном рову уз поштовање међусобног растојања од 1.5m.
- 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.9.1а). На краћим деоницама дозвољено је полагање каблова и у хоризонталној равни (сл.9.1б).



- 9.12 Кабловски сноп се формира провлачењем каблова кроз одговарајућу матрицу при одмотавању са три кабловска котура. Формирани сноп се на сваких 1 до 2m омотава самолепливном PVC траком ширине око 0,1 m.
- 9.13 Кабл се полаже вијугаво, тако да је дужина кабла највише 2% већа од дужине трасе.
- 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 **20xD1**, где је D1 - 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).
- 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 1m 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 10m, постављају трајне идентификационе плочице 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 5m постављају трајне идентификационе плочице на којима се налазе основни подаци о каблу.
- 9.22 На површини кабловске трасе, на сваких 50m и на местима скретања кабла постављају се ознаке кабла у виду металне (месингане) идентификационе плочице.  
На плочици морају да се налазе подаци са ознаком високог напона, ознаком кабловског вода и напонским нивоом.  
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.
- 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 9.2).
- 9.25 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.9.1а), 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.9.2.  
Кроз пројекат се врши провера потребе за преплитањем електричних заштита.

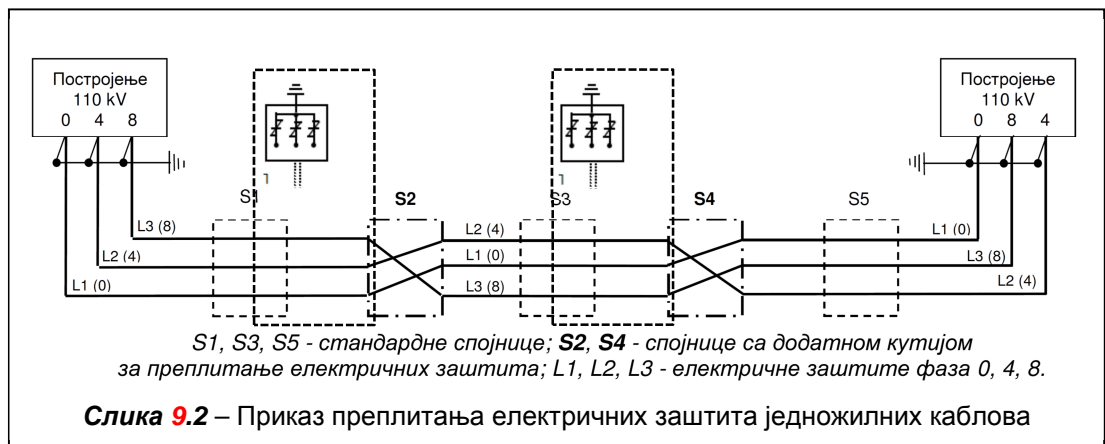




9.26 Преплитање електричних заштита врши се преко посебно изведене спојнице која омогућује да се електричне заштите све три жиле кабловског вода изоловано уведу у додатну кутију у којој се врши преплитање електричних заштита.

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.

9.27 На местима преплитања електричних заштита, постављају се и одговарајући одводници пренапона.



9.28 Број и места постављања кабловских спојница са додатним кутијама за преплитање електричних заштита бирају се тако да деонице кабловског вода буду приближно једнаких дужина.

9.29 Приликом поручивања кабла, дужине деоница бирати тако да одговарају местима преплитања каблова, и да су увек умножак од броја три.

## 10 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 У исти ров са енергетским каблом, на растојању од најмање 0.3m, обавезно се полаже и оптички кабл, који служи као пилот кабл за комуникацију подужних диференцијалних и дистантних заштита између трансформаторских станица које повезује енергетски кабл као и за пренос других информација (управљање, МТК, топлотни мониторинг кабла итд.).

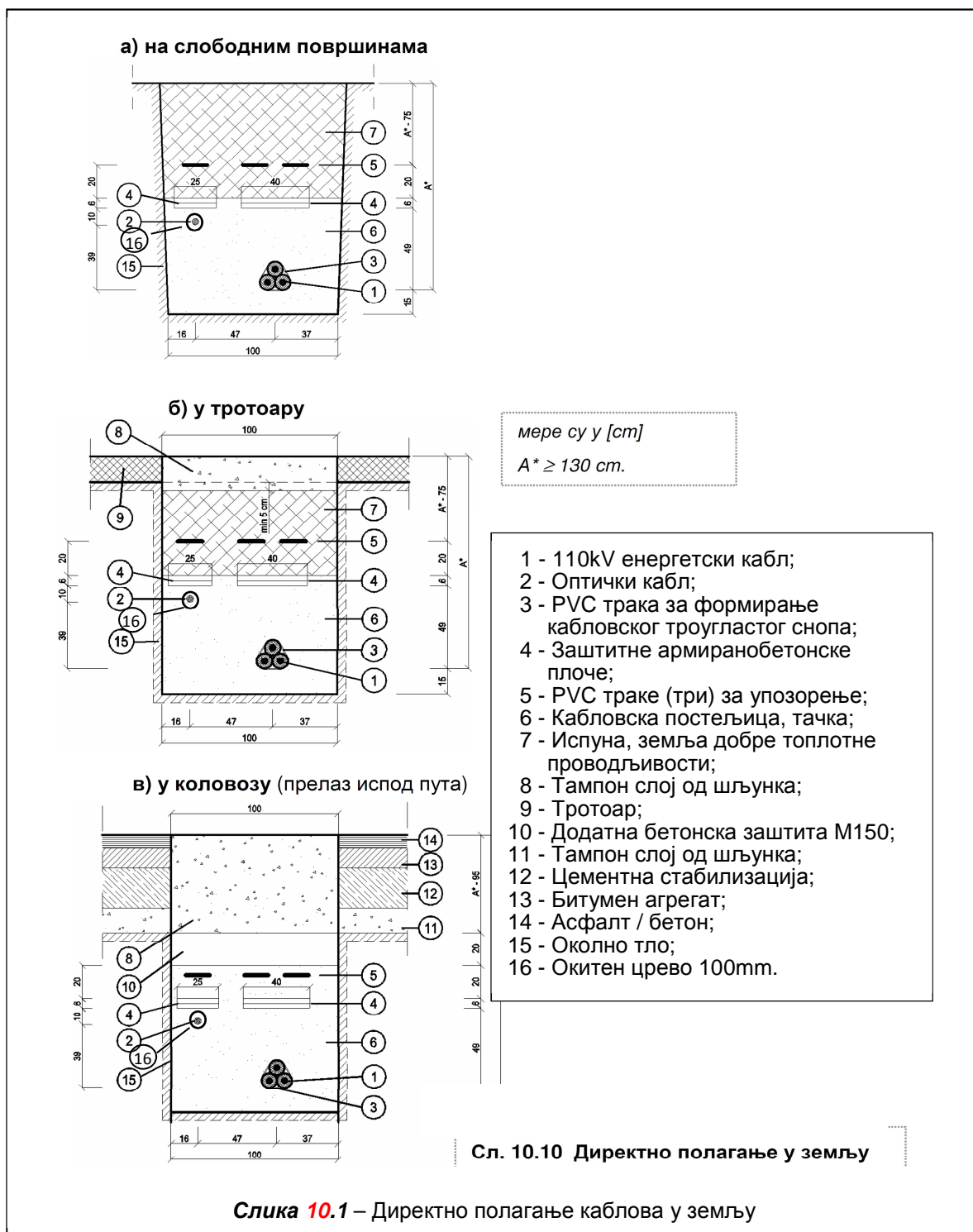
10.3 Кабловски ров се копа као отворени ров, у који се директно полаже једноструки или двоструки кабловски вод (слике 10.1 и 10.2), или се отворени ров користи за извођење кабловске канализације (поглавље 11).

10.4 Само 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.



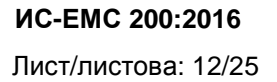


- 10.5 У изузетним ситуацијама, уз сагласност стручних служби, могуће је да се, због разних препрека и инсталација, кабл полаже на мању дубину. У том случају треба да се предвиди додатна заштита кабла од механичких оштећења применом заштитних цеви, бетонских кабловица, заштитних бетонских плоча итд.
- 10.6 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 поперечно на трасу кабла, уз сагласност стручних служби, може да се предвиди и бочна механичка заштита кабловског вода.
- 10.7 Приликом нивелације дубине кабловског канала мора да се уважи и будућа планирана кота терена.
- 10.8 При раскопавању тротоара и/или коловоза за кабловски ров, ширина одсеченог асфалта треба са обе стране рова да буде за око 20 cm већа од ширине рова, ради лакшег каснијег копања и набијања слојева испуне рова.
- 10.9 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.
- 10.10 Дно кабловског рова треба да се поравна и очисти од камења и других оштрих материјала.



10.11 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.

10.12 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.





- 10.15 Специфична топлотна отпорност мешавине у исушеном стању треба да буде  $\rho_p \leq 1 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ .
- 10.16 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  $\rho_t$  треба обавезно применити кабловску постелу 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 постеле и околног тла, и спречава исушивање тла.

- 10.17 Затрпавање (испуна) кабловског рова врши се земљом добре топлотне проводљивости (зона испуне рова), у слојевима од по 0.3 m изнад постеле. 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 допремљена земља контролисаног квалитета, осим на топлотно критичним местима када се цео кабловски ров испуњава до врха специјалном мешавином.

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

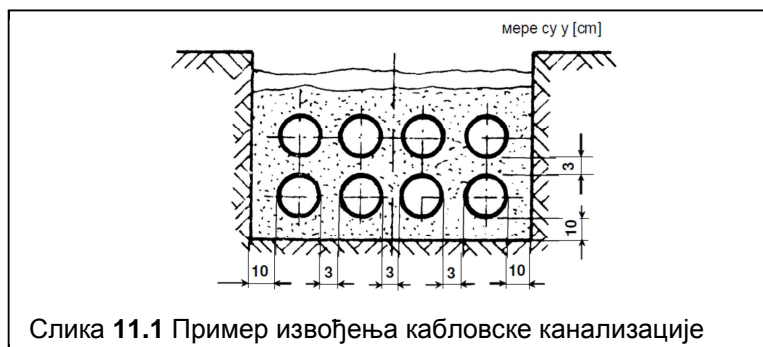
PVC упозоравајућа трака је црвене боје, са утиснутим упозорењем да се испод траке налази енергетски кабл. Ширина траке треба да буде око 0.1m, а квалитет материјала треба да гарантује век трајања траке од 30 година.

- 10.19 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).

## 11 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.

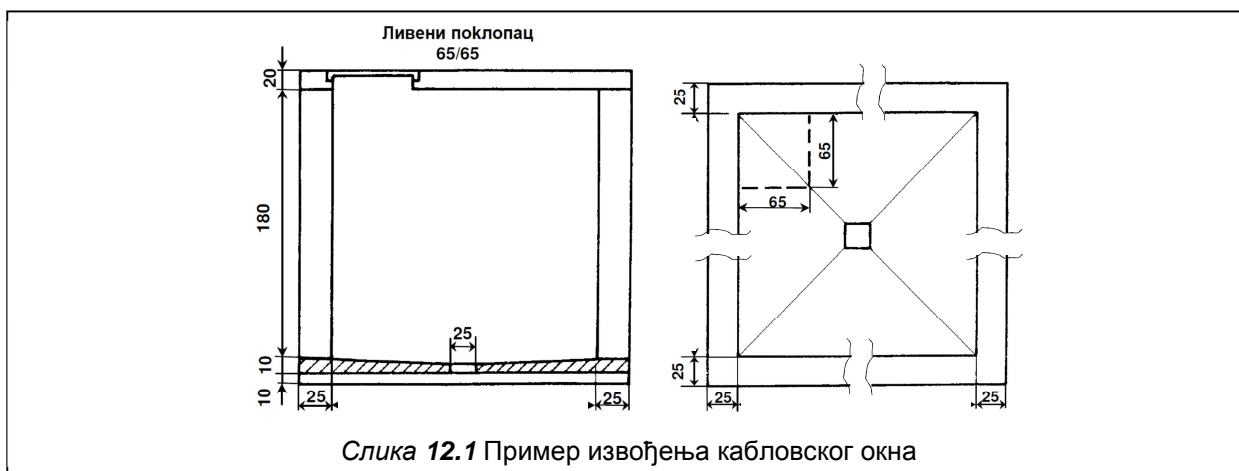


- 11.4 Препоручује се постављање цеви у једном нивоу, а ако ситуација то захтева, уз сагласност стручних служби, дозвољава се највише два нивоа (сл.11.1).  
Изузетак је увођење у трансформаторску станицу, које се посебно пројектује.
- 11.5 Ако се у кабловску канализацију полажу каблови различитих напонских 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.

## **12 КАБЛОВСКО ОКНО (ШАХТ)**

- 12.1 Кабловско окно (шахт) се користи 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 0.65m x 0.65m. Дозвољава се употреба кружног отвора минималног пречника 0.65m.
- 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

## **13 ПОВЕЗИВАЊЕ НОВОГ ОБЈЕКТА НА ПОСТОЈЕЋИ КАБЛОВСКИ ВОД**

- 13.1 Повезивање новог објекта на постојећи кабал 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 потрене 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.
- 13.5 По правилу, на делу од новог објекта до постојећег кабла се не предвиђа уградња допунских *cross bonding* спојница.  
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.





#### **14 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, кабл мора да биде механички заштићен, провлачењем кроз металне цеви, од дубине од 0.5m до висине од 4m изнад тла.
- 14.3 Металне цеви морају да буду адекватно (изнад нивоа тла) повезане на уземљивач стуба.
- 14.4 Кабл мора да буде тако одабран и причвршћен на стуб, да може да издржи све аксијалне силе које се појављују.
- 14.5 На горњем делу стуба се поставља сервисна платформа која, ради сервисирања и испитивања, омогућава приступ кабловским главама и другим везним елементима.
- 14.6 Електричне заштите каблова се кратко спајају и посебним једножилним каблом (ужетом) повезују на уземљивач стуба.  
Није дозвољено да се за ову намену користи конструкција стуба.
- 14.7 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 демон-таже омогући евентуалног пробно стављање надземног вода под напон.
- 14.8 На преласку са кабловског вода на надземни вод постављају се одговарајући одводници пренапона, који могу да буду и висећег типа.
- 14.9 Предвидети уградњу заштитних капа на кабловским главама, како би се смањио утицај птица.
- 14.10 На видном месту се на стубу постављају опоменске идентификационе плочице на којима стији ознака и кабловског и надземног вода.

#### **15 ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ПОЛАГАЊЕ И УКРШТАЊЕ КАБЛОВА 110kV И ОСТАЛИХ ИНФРАСТРУКТУРНИХ ОБЈЕКТА**

- 15.1 Начелни технички услови за полагање и укрштање енергетских каблова 110kV и других инфраструктурних објеката дати су у прилозима:
- Приближавање и укрштање енергетских и телекомуникационих каблова (*прилог 15-1*)
  - Приближавање и укрштање енергетских каблова са железничком и трамвајском пру-гом (*прилог 15-2*)
  - Приближавање и укрштање енергетских каблова са цевима водовода и канализације (*прилог 15-3*)
  - Приближавање и укрштање енергетских каблова са топловодом (*прилог 15-4*)
  - Приближавање и укрштање енергетских каблова са гасоводом (*прилог 15-5*)
  - Међусобно приближавање и укрштање енергетских каблова (*прилог 15-6*)
  - Укрштање енергетског кабла са путем изван насеља (*прилог 15-8*)
  - Укрштање енергетског кабла са водотоком (*прилог 15-8*)
  - Полагање енергетских каблова преко мостова (*прилог 15-9*)
- 15.2 Потпуне техничке услове, за сваки конкретан објекат дају стручне службе ЈП ЕМС.

#### **16 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 институ-ција.
- 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 лиценце.
- 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 (стегаљка, 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.
- 16.10 Радници који монтирају кабловске спојнице и завршнице на кабловима морају да имају лиценцу за обављање таквих радова.

## **17 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, као представнику других истих или сличних типова, на пример:
- испитивање атмосферским ударним напоном;
  - типско испитивање парцијалних пражњења;
  - мерење фактора диелектричних губитака  $\tan \delta$  као функција напона, односно температуре проводника;
  - типско напонско испитивање са цикличним загревањем кабла;
  - типска напонска испитивања наизменичним напоном;
  - типска испитивања механичких особина изолације и плашта;
  - типска мерења дебљина изолације и плашта итд.
- 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, а обухвата:
- мерење електричне отпорности проводника;
  - рутинска (обавезна) напонска испитивања;
  - мерење нивоа парцијалних пражњења;



- 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. По правилу обухвата захтеве рутинског испитивања, а по договору и поједина специјална испитивања.
- 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 Напонско испитивање изолације после полагања новог кабла 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.
- 17.10 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.
- 17.11 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.
- 17.12 Приликом испитивања старих каблова, стручне службе могу да пропишу и вредности испитних напона који су ниже од вредности предвиђених стандардима.
- 17.13 Током експлоатације, врше се периодичне провере параметара кабловског вода (нпр, парцијална пражњења, фактора диелектричних губитака  $\tan\delta$ , итд.) како би се утврдило стање кабловског вода.

## **18 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 пропалживача 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.

## **19 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 кабови се транспортују на котурима.  
Котури треба да буду такве конструкције да омогуће дозвољени полупречник савијања кабла приликом намотавања. Величина котура, 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.

## **20 РЕЗЕРВЕ**

Уз сваку наруџбину каблова (по конкретном пројекту) потребно је испоручити елементе истог типа онима који су предвиђени за уградњу:

- један котур кабла који има дужину већу, или једнаку дужини најдуже положене непрекидне деонице кабла.
- један проводни изолатор за кабловску завршницу са свом пратећом опремом потребноа за монтажу кабловских завршница
- један комплет (3 комада) кабловских спојница са свом пратећом опремом потребноа за израду кабловских спојница,
- један одводник пренапона,
- један комплет нужног специјалног алата,
- један сет трака за репарирање плашта кабла
- итд.

## **21 ДОКУМЕНТАЦИЈА**

Произвођач (испоручилац) је обавезан 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 23.7 и 23.8);
- на увид: сертификате о испитивањима типа (тачка 23.4);
- 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

## **22 ПРЕЛАЗНЕ И ЗАВРШНЕ ОДРЕДБЕ**

Интерни стандард је усвојен на седници Стручног панела за техничку регулативу, методологије и стандарде Техничког савета ЈП ЕМС одржаној дана 28.06.2016. године, а на снагу ступа потписивањем од стране Генералног директора.

За сва тумачења ставки из овог Интерног стандарда и евентуалних ситуација које нису обрађене овим Упутством надлежна је Техника.



**Прилог 15-1**

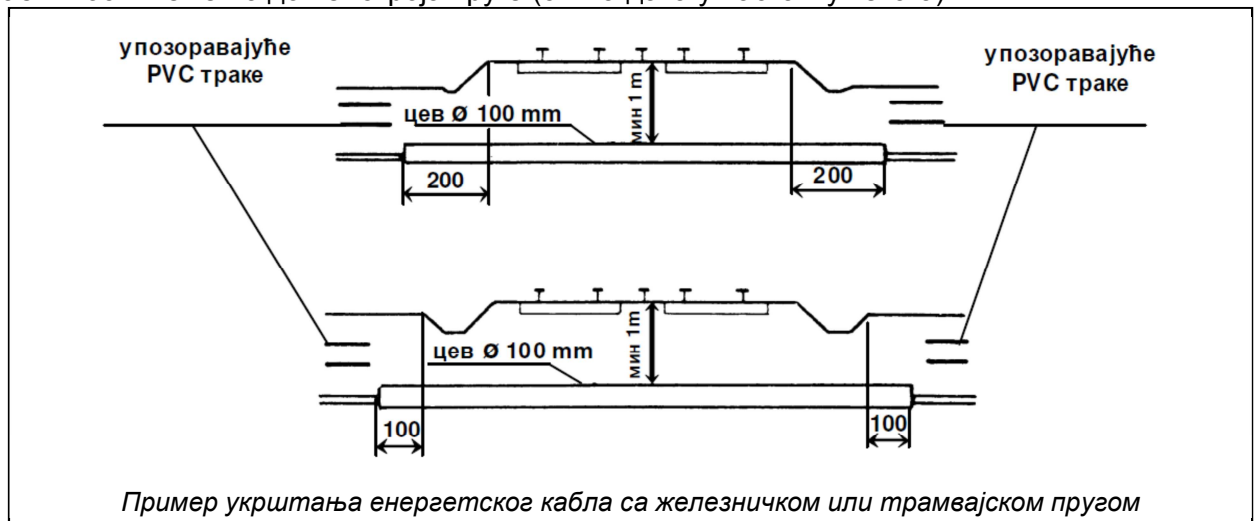
**Начелни технички услови за приближавање и укрштање  
енергетских и телекомуникационих каблова**

- Заштита телекомуникационих постројења од утицаја електроенергетских постројења је дефинисана одредбама стандарда SRPS N.C0.101.
- Дозвољено је паралелно вођење телекомуникационог (ТК) и 110kV кабла на међусобном размаку од најмање 1 m.
- Приликом укрштања, енергетски кабл се, по правилу, поставља испод ТК кабла. Укрштање ТК кабла и 110kV кабла врши се на 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°.
- Уколико не могу да се постигну 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.
- Оптички кабл који служи само за потребе релејне заштите кабловског вода, управљање, надзор, МТК и сл. може да се полаже у исти ров са енергетским каблом без поштовања прописаних размака. Удаљење оптичког кабла у односу на енергетски кабл може бити условљено једино сигурносним размаком због обављања радова (размак не сме да буде мањи од 0,3 m).

**Прилог 15-2**

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

- 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).



- 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.
- Укрштања са железничком и трамвајском пругом се изводе под правим углом, тако да кабл буде најмање 1 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 15-3**

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

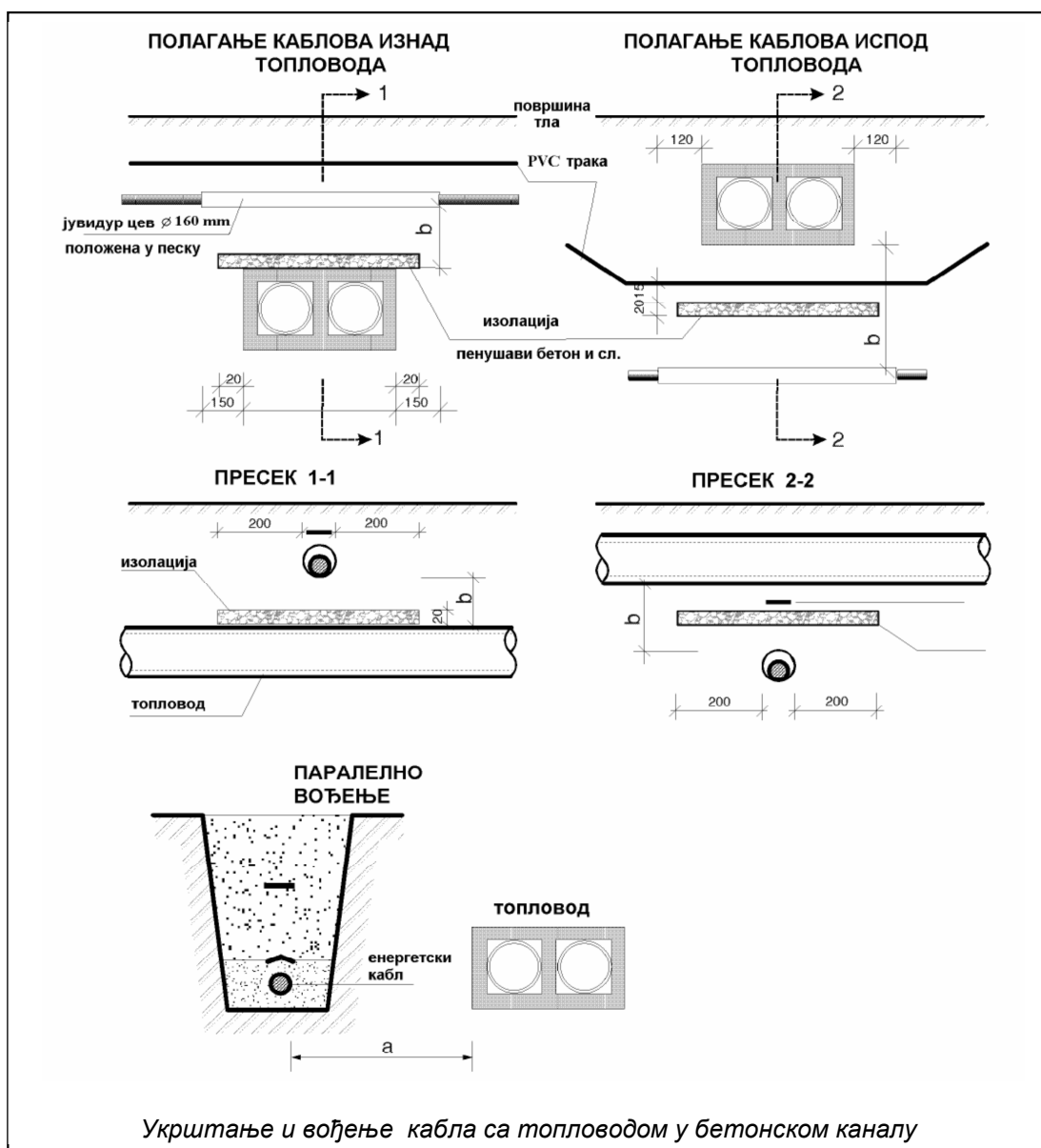
- a. Није дозвољено паралелно вођење енергетских каблова испод, или изнад водоводних и канализационих цеви (паралелно вођење у вертикалној равни).
- b. Најмањи размак кабла 110kV од водоводне или канализационе цеви при паралелном вођењу у хоризонталној или косој равни треба да износи - 2m за цев пречника већег од 200mm и 1.5m за цев мањег пречника.
- c. 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.
- d. При укрштању 110kV кабл може да буде положен испод или изнад водоводне или канализационе цеви на растојању од најмање 0.5m.
- e. 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 0.5 m.

**Прилог 15-4**

**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:
  - o 2,0 m при паралелном вођењу, у хоризонталној или косој равни, односно,
  - o 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, пенушаваг бетона (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.



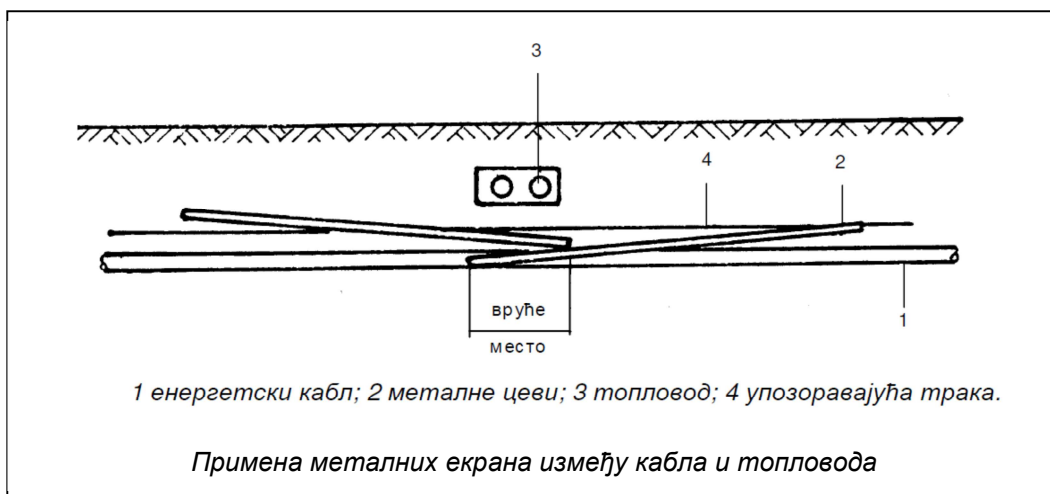
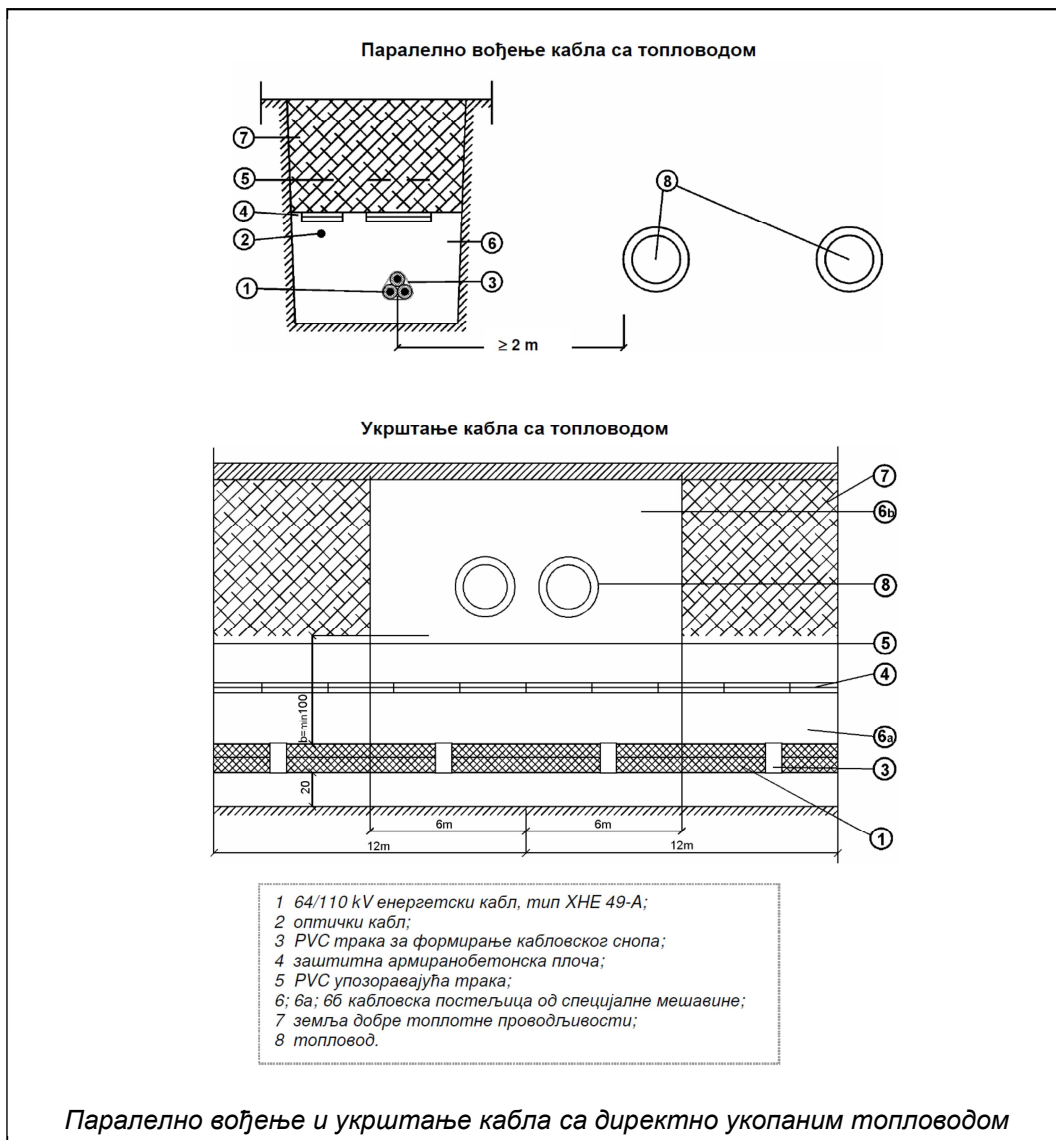


- е. Ако се изоловане цеви топловода полажу директно у земљу (слика дата у наставку текста), вредност дозвољеног размака између енергетског кабла и топловода код укрштања, односно паралелног вођења, која је дата у предходном тексту, треба повећати за најмање 0.3 m.
- ф. Уколико не могу да се постигну 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  $10^{\circ}\text{C}$ , 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 постељица од специјалних мешавина утицај топловода на кабл буде већи од  $10^{\circ}\text{C}$ , 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 110kV 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 15-5**

**Начелни технички услови за приближавање и укрштање  
енергетских каблова са гасоводом**

- a. Није дозвољено паралелно вођење енергетских каблова испод или изнад гасовода (паралелно вођење у вертикалној равни).
- b. Најмањи размак 110kV кабла од гасовода треба да износи:
  - 2,0m при паралелном вођењу, у хоризонталној или косој равни, односно,
  - 1.5m при укрштању.Претходни размаци могу да се смање на 1 m ако се кабл провуче кроз заштитну цев дужине најмање 2m са обе стране места укрштања, или целом дужином паралелног вођења.
- c. 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 0,5m

**Прилог 15-6**

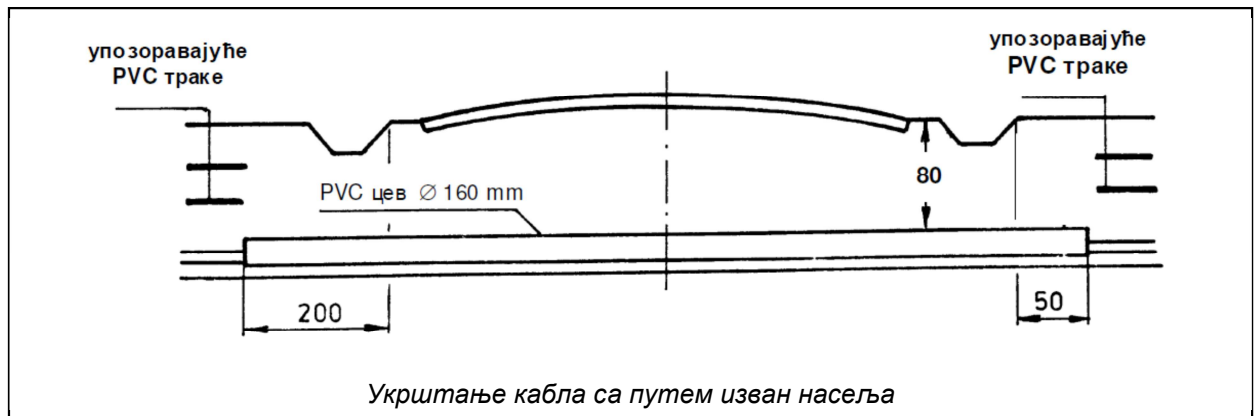
**Начелни технички услови за приближавање и укрштање  
са другим енергетским кабловима**

- 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 110kV кабла испод или изнад НН, СН или других **110kV** каблова (паралелно вођење у вертикалној равни).
- c. Најмањи размак 110kV кабла од постојећег НН, СН или другог 110kV кабла треба да износи:
  - 1,5m при паралелном вођењу, у хоризонталној или косој равни, односно,
  - 1.0m. при укрштању.
- d. Поред тога, код паралелног вођења у косој равни најближа тачка кабла 110kV, 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 постељице од специјалне мешавине.

**Прилог 15-7**

**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 5m за паралелно вођење и најмање 3m за приближавање, односно,
  - за путеве другог и вишег реда - најмање 3m за паралелно вођење и најмање 1m за приближавање.

Прилог 15-8

#### Начелни технички услови за укрштање енергетских каблова са водотоком

- а. Укрштање кабла 110kV 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 15-9

#### Начелни технички услови за полагање енергетских каблова преко моста

- а. За полагање преко мостова препоручује се коришћење 110kV 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.



- e. Дозвољено је слободно полагање каблова по конструкцији моста ако су неприступачни нестручним лицима и ако су заклоњени од директног сунчевог зрачења.
- f. 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.
- i. 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 10m).