

ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.5
ПРИМЕНА ТЕМЕЉНИХ УЗЕМЉИВАЧА
И МЕРА ИЗЈЕДНАЧЕЊА ПОТЕНЦИЈАЛА У
ОБЈЕКТИМА И ТРАНСФОРМАТОРСКИМ
СТАНИЦАМА

III издање

јануар 1997.

ИЗДАВАЧ: ЈП ЕПС ДИРЕКЦИЈА ЗА ДИСТРИБУЦИЈУ
ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ СРБИЈЕ
БЕОГРАД, Војводе Степе 412

Техничко уређење: Томислав Бојковић и Босиљка Марковић

Коректура: Томислав Бојковић и Босиљка Марковић

Рачунарска обрада
цртежа: Аца Дренковић и Биљана Стојановић

Штампа: "МСТ Гајић" Београд

Тираж: 500 примерака

Из архиве:

На основу предлога Радне групе, Комисија за техничка питања при Пословној заједници електродистрибуције Србије је на 79. састанку који је одржан 20. јуна 1978 године у Ивањици усвојио:

ТЕХНИЧКУ ПРЕПОРУКУ бр.5:**ПРИМЕНА ТЕМЕЉНИХ УЗЕМЉИВАЧА И ИЗЈЕДНАЧАВАЊЕ
ПОТЕНЦИЈАЛА У ОБЈЕКТИМА И ТРАНСФОРМАТОРСКИМ
СТАНИЦАМА**

Предложена решења су у складу са важећим прописима и стандардима и задовољавају захтеве сигурности, функционалности и економичности. Ова препорука је усвојена после обављене јавне дискусије на нивоу ООУР-а Електродистрибуција СР Србије.

Чланови Комисије за техничка питања:

1. Јован Милић, Председник Комисије, "Електродистрибуција" Београд
2. мр Драгутин Станојевић, "Електродистрибуција" Београд
3. Милорад Петровић, "Електродистрибуција" Ниш
4. Драгољуб Младеновић, "Електротимок" Зајечар
5. Драган Цветковић, "Електродистрибуција" Лесковац
6. Бранко Танасијевић, "Електросрбија" Краљево
7. Милоје Јездимировић, "Електродистрибуција" Титово Ужице
8. Влајко Муњас, "Електроморава" Смедерево
9. Живота Марковић, "Електродистрибуција" Врање
10. мр Ахмедо Черкези, "Електрокосово" Приштина
11. Богдан Урошевић, "Електровојводина" Нови Сад
12. Благоје Миљковић, "Електрошумадија" Крагујевац
13. Милош Кремић, Пословна заједница ЕД Србије
14. Томислав Бојковић, Пословна заједница ЕД Србије
15. Милош Стефановић, Послована заједница ЕД Србије.

Чланови Радне групе:

1. Милан Настић, "Електродистрибуција" Београд
2. Живорад Стругар, "Електровојводина" Нови Сад
3. Томислав Бојковић, Пословна заједница ЕД Србије Београд.

јун 1978.

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС - Дирекција за дистрибуцију електричне енергије Србије је на 146.-ом састанку који је одржан 29.1.1997. године у Младеновцу донео одлуку: **усваја се**

ТЕХНИЧКУ ПРЕПОРУКУ бр. 5:

ПРИМЕНА ТЕМЕЉНИХ УЗЕМЉИВАЧА И МЕРА ИЗЈЕДНАЧЕЊА ПОТЕНЦИЈАЛА У ОБЈЕКТИМА И ТРАНСФОРМАТОРСКИМ СТАНИЦАМА

III издање

Предложена решења су у складу са важећим прописима и стандардима и задовољавају захтеве сигурности, функционалности и економичности.

Чланови Техничког савета:

- 1 Милутин Радуловић, Председник, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Драган Балкоски, ЕПС Београд
- 3 мр Јосиф Спирић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 4 мр Ненад Катић, "Електројоводина" Нови Сад
- 5 Милосав Филиповић, "Електросрбија" Краљево
- 6 Миодраг Павковић, "Електротимок" Зајечар
- 7 Милоје Јездимировић, "Електродистрибуција" Ужице
- 8 Константин Живковић, "Електродистрибуција" Ниш
- 9 мр Миладин Танасковић, "Електродистрибуција" Београд
- 10 Мирослав Марковић, "Електропривреда Црне Горе" Никшић
- 11 Милош Вујошевић, "Електродистрибуција" Подгорица
- 12 Драгић Николић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 13 Миодраг Анђелковић, "Електрокосмет" Приштина
- 14 Влајко Муњас, "Електроморава" Пожаревац
- 15 Миодраг Миљковић, "Електродистрибуција" Врање
- 16 Милорад Тушевљак, "Електропривреда Републике Српске"
- 17 Гојко Праштало, "Електродистрибуција" Бања Лука
- 18 Жарко Мићин, "Електројоводина" Нови Сад
- 19 Александар Петровић, "Електросрбија" Ваљево
- 20 Федора Лончаревић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 21 Слободан Кујовић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд

Чланови Радне групе:

- 1 Босилка Марковић, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Живорад Цветковић, "Електродистрибуција" Ниш
- 3 Станисав Минић, "Електросрбија" Краљево
- 4 Славко Јовић, "Електројоводина" Нови Сад
- 5 Жарко Мићин, "Електројоводина" Нови Сад
- 6 Радивоје Кркељић, "Електродистрибуција Црне Горе" Подгорица
- 7 Миодраг Кировић, "Дистрибуцијапројект" Београд
- 8 Томислав Бојковић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд

јануар 1997.

1 ОПСЕГ ВАЖЕЊА И НАМЕНА

- 1.1 Ова препорука се односи на извођење темељног уземљивача и изједначење потенцијала у трансформаторским станицама (у даљем тексту: ТС) и објектима који се прикључују на електродистрибутивну мрежу. Као "објекти", у смислу ове препоруке, сматрају се: стамбене зграде и просторије, фабричке хале, болнице, дечје установе и остали објекти код којих се примењују технички прописи за електричне инсталације ниског напона.
Ова техничка препорука је усаглашена са важећим техничким прописима и стандардима за електричне инсталације ниског напона.
- 1.2 Примена темељних уземљивача и изједначење потенцијала у објектима обезбеђује висок ниво заштите од индиректног додира и при појави високих потенцијала при кваровима у електричним инсталацијама или при изношењу потенцијала из напојних ТС и/или нисконапонске мреже.
- 1.3 Ова препорука треба да:
- дефинише основне техничке услове за извођење темељних уземљивача и спровођење мера изједначења потенцијала;
 - препоручи конкретна решења за случајеве који се најчешће јављају у пракси;
 - препоручи вредности отпорности распрострањања темељног уземљивача и начин испитивања ефикасности изједначења потенцијала;
 - препоручи начин прорачуна отпорности распрострањања темељног уземљивача;
 - препоручи једноставан и поуздан прелазак са ТТ на TN систем напајања.

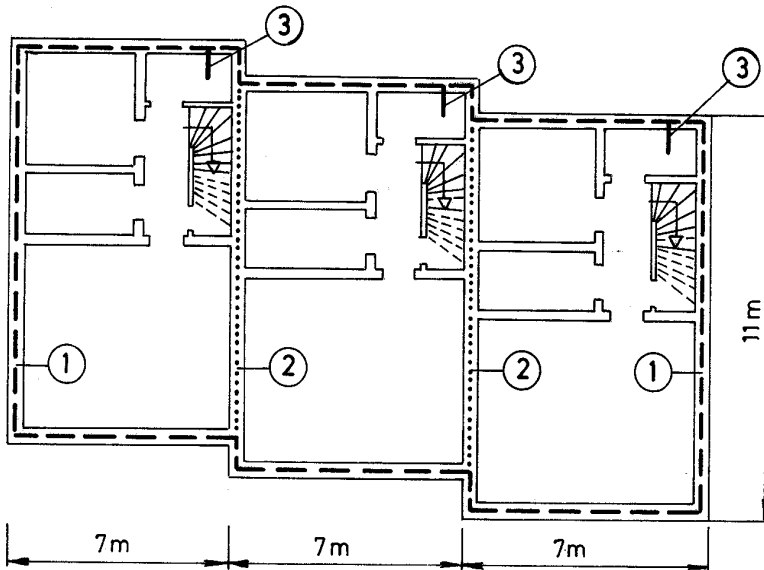
2 ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ (JUS N.A0.826, IEC 50)

- 2.1 **Уземљивач:** један или више проводника који су положени у тло и са њим су у непосредном контакту, или један или више проводника који су положени у бетон који је по великој површини у додиру са тлом.
- 2.2 **Темељни уземљивач:** уземљивач положен у бетону који је по великој површини у додиру са тлом, или армиранобетонска конструкција у тлу.
- 2.3 **Земљовод:** заштитни проводник који спаја главни прикључак (сабирницу) за уземљење са уземљивачем, односно проводник који спаја громобранску инсталацију са уземљивачем.
- 2.4 **Укупна отпорност уземљивача:** електрична отпорност између главног прикључка (сабирнице) за уземљење и референтне земље.
- 2.5 **Изложени проводни део:** проводни део електричне опреме који може да се додирне и који није под напоном, али који може да дође под напон у случају квара.

- 2.6 **Страни проводни део:** проводни део који није део електричне инсталације, а може да преноси потенцијал, на пример: метална конструкција зграде, металне цеви и инсталације за гас, воду или грејање и неелектрични уређаји повезани са њима.
- 2.7 **Изједначење потенцијала:** електрични спој којим се разни изложени проводни делови и страни проводни делови доводе на исти потенцијал.
- 2.8 **Вод за изједначење потенцијала:** заштитни проводник за обезбеђење изједначења потенцијала.
- 2.9 **Заштитни проводник (PE - проводник):** проводник који се захтева према мерама заштите од електричног удара за електрично спајање изложених проводних делова, страних проводних делова, главног прикључка (сабирнице) за уземљење, уземљивача, уземљене тачке извора напајања или вештачке неутралне тачке.
- 2.10 **Заштитно неутрални проводник (PEN - проводник):** уземљени проводник у коме су изједначене функције заштитног и неутралног проводника.
- 2.11 **Главни прикључак (сабирница) за уземљење:** прикључак (сабирница) предвиђен за спој заштитних проводника, укључујући и проводнике за изједначење потенцијала и проводник за радно уземљење.
- 2.12 **TN систем ("нуловање"):** систем напајања са једном директно уземљеном тачком са којом су помоћу заштитних проводника спојени изложени проводни делови (маса) инсталације.
- 2.13 **TN-S систем:** систем напајања код кога је кроз цео систем раздвојена неутрална и заштитна функција (на пример: главни заштитни проводник електричне инсталације прикључен на заштитну сабирницу у ТС).
- 2.14 **TN-C систем ("класично нуловање"):** систем напајања код кога је кроз цео систем обједињена неутрална и заштитна функција.
- 2.15 **TN-C-S систем ("нуловање са посебним заштитним проводником"):** систем напајања код кога су у једном делу система обједињена неутрална и заштитна функција (на пример у нисконапонској мрежи), а раздвојена у другом делу система (на пример у инсталацији потрошача).
- 2.16 **TT систем ("заштитно уземљење"):** систем напајања са једном директно уземљеном тачком, а изложени проводни делови (маса) инсталације су спојени са земљом преко уземљења које је електрички независно од уземљења система напајања.

3 ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ТЕМЕЉНИХ УЗЕМЉИВАЧА

- 3.1 **Темељни уземљивач** је једноставан, ефикасан и економичан уземљивач. Највећа му је предност што се уземљивач налази у бетону који га штити од корозије, па је век трајања овог уземљивача практично неограничен. Темељни уземљивач омогућава поуздан контакт уземљивача са тлом, при чему промене метеоролошких услова околине (температура, влажност итд.) не утичу битно на промену вредности укупне отпорности распрострањања темељног уземљивача.
- 3.2 **Темељни уземљивач је основни уземљивач објекта** На њега се преко земљовода и главног прикључка (сабирнице) за уземљење прикључују заштитни проводници електричне инсталације. На главни прикључак за уземљење прикључује се и проводник (проводници) за главно изједначење потенцијала у објекту (поглавље 5).
Прихватни систем громобранске инсталације се преко спусних проводника и земљовода директно везује за темељни уземљивач.
- 3.3 Да би темељни уземљивач био прописно изведен и одговорио својој намени, **при пројектовању и изградњи објекта неопходна је сарадња и усклађеност динамике извођења радова од стране грађевинара, електричара и извођача других инсталација**.
- 3.4 Темељни уземљивач се уграђује у спољашње зидове темеља објекта у облику затворене контуре (прстена), а код већих објеката уземљивач се уграђује и у попречне унутрашње зидове темеља објекта (сл.3.4).



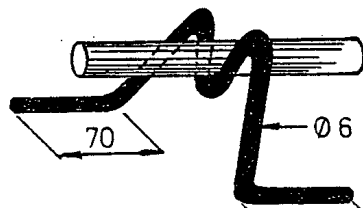
1 темељни уземљивач: поцинковано округло гвожђе или трака;
2 попречне везе уземљивача; 3 прикључак на главни прикључак за уземљење (земљовод).

Сл.3.4 Извођење темељног уземљивача објекта

- 3.5 **Темељни уземљивач мора да има директан контакт (преко бетона) са тлом.** Зато између темељног уземљивача и тла не сме да буде изолација објекта од влаге.
- 3.6 **Темељни уземљивач се уграђује у слој бетона** тако да између уземљивача и тла овај слој буде дебљине најмање 10 см, што се обезбеђује коришћењем посебних носача (слике: 3.10, 4.2, 4.3, и 4.5) или полагањем уземљивача при врху темељне челичне конструкције (сл.4.4.2).

Да би уземљивач у темељу имао сталну влажност, а да једновремено буде осигуран од корозије, **користи се бетон који у једном кубном метру садржи најмање 300 kg цемента.**

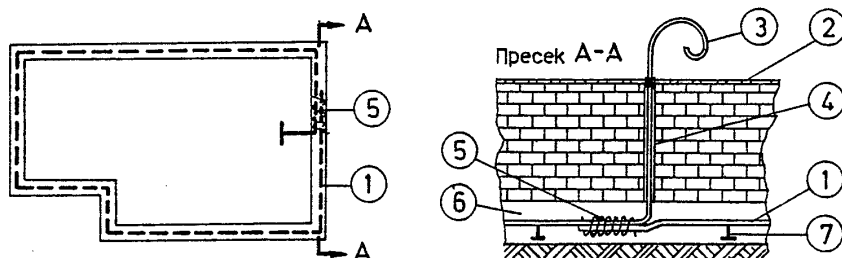
Ради одржавање потребног растојања уземљивача од тла, при наливању бетона се користе одговарајући носачи уземљивача. Препоручује се коришћење префабрикованих носача од поцинкованог материјала или од бетона. Међутим, код мањих индивидуалних објеката дозвољено је да се користе импровизовани носачи, на пример као на сл. 3.6.



Сл.3.6 Носач темељног уземљивача од импровизованог материјала

- 3.7 **Темељни уземљивач се поставља у склопу грађевинских радова при изградњи објекта.** Како касније овај уземљивач није приступачан, са темељног уземљивача треба благовремено извести потребан број прикључака (земљовода), а пре свега:
- прикључак (један или више њих) за везу са главним прикључком (сабирницом) за уземљење (сл.3.4);
 - прикључке за везу са громобранском инсталацијом;
 - прикључке за везу са уземљивачима блиских суседних објеката (евентуално).
- 3.8 За извођење темељног уземљивача (JUS N.B2.754) користи се вруће поцинковано пуно округло гвожђе пречника најмање 10 mm или челична трака пресека најмање 100 mm², али не тања од 3 mm.
Дебљина слоја цинка треба да износи најмање 70 µm.
- 3.9 Треба избегавати настављање уземљивача. Код већих објеката, где је настављање немогуће избећи, треба користити заваривање или стандардни спојни материјал. Исто важи и за извођење спојева за прикључке на темељни уземљивач.
Од спојног материјала који су предвиђени југословенским стандардима, могу се користити:
- укрсни комад "жица-жица": JUS N.B4.934;
 - укрсни комад "жица-трака" : JUS N.B4.935;
 - укрсни комад "трака-трака": JUS N.B4.936.

- 3.10 При извођењу темељног уземљивача код мањег објекта, овај уземљивач може да се изведе без наставка. Пример таквог извођења дат је на сл. 3.10. На месту затварања контуре врши се преклапање уземљивача на дужини од најмање 1 m, а затим се трака (округло гвожђе) без прекида полаже до главног прикључка за уземљење. На месту преклапања довољно је да се као спој користи гвоздена жица пречника најмање 2 mm на дужини од најмање 150 mm.



1 уземљивач; 2 изолација објекта; 3 прикључак за главни прикључак за уземљење; 4 изолациони премаз или пластична цев; 5 место преклапања уземљивача; 6 слој бетона; 7 носач уземљивача.

Сл.3.10 Извођење темељног уземљивача код мањих објеката

- 3.11 Тракасти уземљивач се полаже вертикално ("насатице").
- 3.12 Прикључак са темељног уземљивача (земљовод), који пролази кроз зид и не налази се у слоју бетона, треба да се заштити од корозије, на пример: премазивањем слојем врелог битумена, убацивањем у изолациону цев и сл. Прикључак не сме да оштети изолацију објекта од влаге.

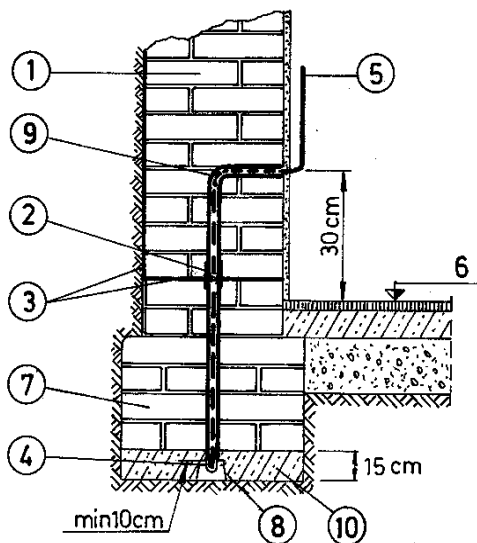
4 ИЗВОЂЕЊЕ ТЕМЕЉНОГ УЗЕМЉИВАЧА У ЗАВИСНОСТИ ОД КОНСТРУКЦИЈЕ ОБЈЕКТА ИЛИ ТС

4.1 Извођење темељног уземљивача зависи од начина извођења темеља објекта, као и од начина извођења изолације објекта од влаге.

На сликама: 4.2, 4.3, и 4.4 приказани су примери извођења темељних уземљивача када је изолација објеката изнад темеља објеката (случајеви када су темељи објеката од опеке или камена, од набијеног бетона или од армираног бетона), док је на сл.4.5 приказан пример и звођења темељног уземљивача ако је изолација објекта постављена испод темеља објекта.

4.2 Ако је темељ објекта зидан опеком или каменом, темељни уземљивач се изводи на следећи начин (сл.4.2).

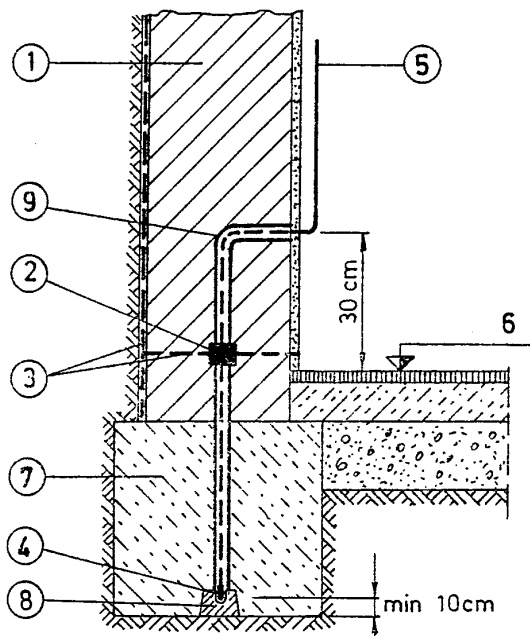
У ископани ров за темељ најпре се положи уземљивач. Да би се обезбедило да између у земљивача и тла буде најмање 10 cm, уземљивач се поставља на одговарајуће носаче. Затим се изводи потребан број прикључака. На крају се убацује слој бетона дебљине 15 cm и наставља зидање темеља и зидова објекта.



1 спољашњи зид; 2 битуменска заптивка; 3 изолација објекта; 4 темељни уземљивач; 5 прикључак за главни прикључак за уземљење; 6 ниво подрума; 7 темељ од цигала; 8 носач уземљивача; 9 изолациони премаз или пластична цев; 10 слој бетона.

Сл.4.2 Извођење темељног уземљивача у зиданом темељу

4.3 Код темеља од набијеног бетона, темељни уземљивач се изводи тако што се прво положи уземљивач и изведу прикључци са темељног уземљивача, после чега се бетонира темељ (сл.4.3).



1 спољашњи зид; 2 битуменска заптивка; 3 изолација објекта;
 4 темељни уземљивач; 5 прикључак за главни прикључак за уземљење;
 6 ниво подрума; 7 темељ од набијеног бетона; 8 носач уземљивача;
 9 изолациони премаз или пластична цев.

Сл.4.3 Извођење темељног уземљивача у темељу од набијеног бетона

4.4 Код већих објеката, код којих преовлађује армиранобетонска конструкција, као темељни уземљивач може да се користи метална конструкција објекта или се темељни уземљивач изводи посебно.

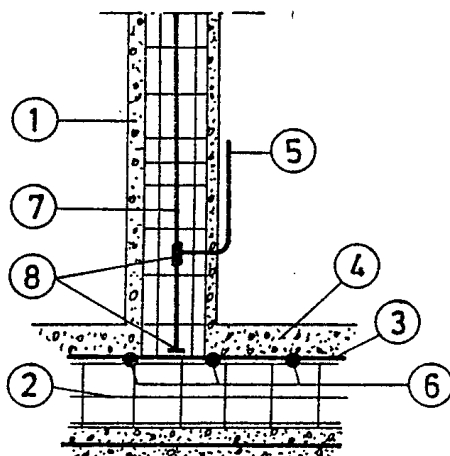
4.4.1 У случају да се армиранобетонска конструкција темеља објекта користи као темељни уземљивач, поступа се на следећи начин:

Одабере се најмање једна арматурна шипка бетонског гвожђа (обично при врху "роштиља" темељне гвоздене конструкције), која мора да буде положена у виду непрекинутог прстена у спољашње и попречне зидове темеља објекта. Непрекидност и добра галванска веза обезбеђује се, по правилу, електричним заваривањем. На овај уземљивач се затим заварују арматурне шипке стубова, које се користе као спусни проводници громобранске инсталације, а са њих може да се изврши прикључење и на главни прикључак (сабирницу) за уземљење. При томе сви одводи морају да се вежу за шипку која се користи као темељни уземљивач.

4.4.2 Посебан темељни уземљивач у оквиру армиранобетонске конструкције изводи се на следећи начин (сл. 4.4.2):

Преко "роштиља" гвоздене конструкције, у спољашње и попречне зидове темеља полаже се посебан уземљивач у виду непрекинутог прстена. Уземљивач се на више места везује за гвоздену конструкцију (најбоље: заваривањем). Са уземљивача се преко стандардног укрсног комада изводи прикључак на главни прикључак за уземљење.

Повезивање темељног уземљивача са прихватним системом громобранске инсталације изводи се тако што се у оплату вертикалних стубова, пре сипања бетона, уметне посебан спусни проводник - земљовод и преко укрсног комада веже за темељни уземљивач, или се одабере једна арматурна шипка конструкције стуба и завари на темељни уземљивач.



1 армиранобетонски стуб; 2 бетонско гвожђе; 3 посебан уземљивач или арматурна шипка; 4 бетонска плоча; 5 прикључак за главни прикључак за уземљење (земљовод); 6 заварена места; 7 спусни проводник громобранске инсталације; 8 укрсни комад.

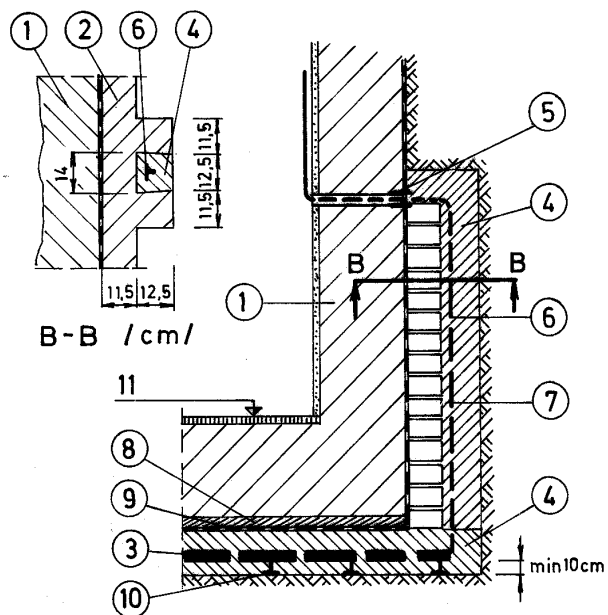
Сл.4.4.2 Извођење уземљивача у темељу од армираног бетона

4.5 Ако се изолација објекта од влаге поставља испод темеља објекта, тада се темељни уземљивач изводи испод или поред изолације, како би преко бетона или директно био у вези са тлом.

На сл.4.5 приказан је начин извођења темељног уземљивача испод изолације објекта од влаге која је изведена у виду заштитног корита: Испод темеља и изолације објекта од влаге поставља се слој бетона у који се поставља уземљивач. Прикључак са темељног уземљивача на главни прикључак (сабирницу) за уземљење изводи се са спољашње стране, у заштитном каналу који је испуњен бетоном. Уземљивач и остали прикључци уводе се у објекат изнад нивоа темељног корита.

Ако би извођење темељног уземљивача испод изолације према сл.4.5 било компликовано и скупо, за објекат може да се изведе уземљивач од бакарног ужета, које се директно полаже у тло.

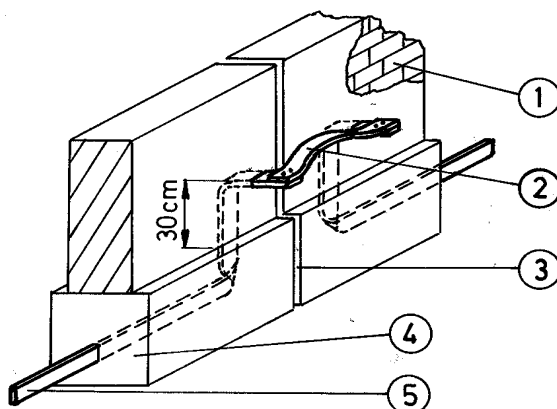
Да би се армиранобетонска конструкција објекта довела на потенцијал темељног уземљивача, треба да се изведе и прикључак (земљовод) са бетонског гвожђа армиранобетонске конструкције темеља на главни прикључак за уземљење. Овај прикључак се изводи на један од начина из тачке 4.4.



1 спољашњи зид; 2 заштитни канал; 3 темељни уземљивач; 4 слој бетона; 5 битуменска заптивка; 6 прикључак за главни прикључак за уземљење; 7 заштитно корито; 8 заштитни слој; 9 изолација; 10 носач уземљивача; 11 ниво подрума.

Сл.4.5 Извођење темељног уземљивача ако је изолација од влаге испод темеља објекта

4.6 Код објеката који су преко дилатационих отвора подељени у неколико делова, на местима дилатационих спојева темељни уземљивач се прекида и еластично премошћава са унутрашње стране зида (сл.4.6).



1 зид; 2 дилатационо премошћење; 3 дилатациони спој; 4 основа темеља; 5 темељни уземљивач.

Сл.4.6 Премошћење дилатационих спојева објекта

4.7 **Темељни уземљивачи ТС** изводе се према овој препоруци и према ТП-7.

5 ИЗЈЕДНАЧЕЊЕ ПОТЕНЦИЈАЛА У ОБЈЕКТИМА И У ТС

5.1 **Изједначење потенцијала у објекту** постиже се галванским повезивањем водоводних и других металних инсталација (централно грејање, гасовод, климатизација итд.) и осталих металних делова међусобно и са системом уземљења објекта, чиме се онемогућава појава опасних напона додира како за случај пробоја изолације у електричној инсталацији објекта, тако и за случај преношења потенцијала из нисконапонске мреже, на пример: при земљоспоју у ТС 110/ X kV ("X" = 35 kV, 20 kV, 10 kV), при прекиду неутралног проводника нисконапонске мреже у TN систему напајања итд.

Мере изједначења потенцијала треба доследно да се спроводе код нових објеката и при реконструкцији постојећих објеката, а препоручује се и код постојећих објеката.

У сваком објекту (згради) изводи се (JUS N.B2.741):

- главно изједначење потенцијала;
- допунско изједначење потенцијала у купатилу (мокром чвору).
У објектима као што су: болнице, дечје установе, фабричке хале итд. допунско (локално) изједначење потенцијала може да се примени свуда где је ова мера неопходна и ефикасна.

5.2 **Главно изједначење потенцијала** (сл.5.2) изводи се међусобним галванским повезивањем страних проводних делова, што је могуће ближе месту где се ови делови уводе у објекат.

У систем главног изједначења потенцијала укључују се:

- водоводна инсталација;
- централно грејање;
- инсталације за гас;
- уземљење ТВ антена, телефонске инсталације и сл;
- метална канализација;
- лифт и други страни проводни делови.

Систем главног изједначења потенцијала се галвански повезује са главним заштитним проводником електричне инсталације и темељним (заштитним) уземљивачем објекта.

Ради боље прегледности и могућности контроле и мерења, **препоручује се да се главно изједначење потенцијала изведе преко сабирнице за главно изједначење потенцијала**.

Прихватни систем громобранске инсталације се преко спусних проводника и земљовода директно везује за темељни уземљивач.

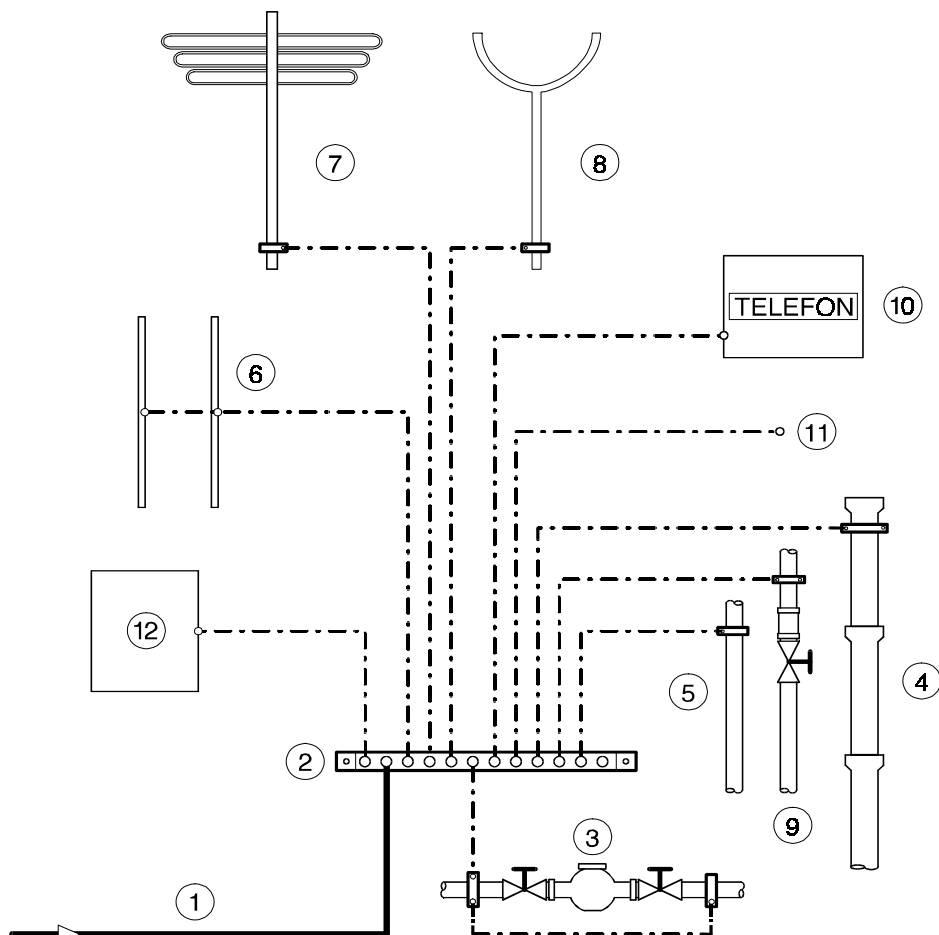
Систем главног изједначења потенцијала има и функцију унутрашње громобранске инсталације (JUS N.B4.802).

5.3 **Галванско повезивање система главног изједначења потенцијала и система уземљења објекта** може да се изводе на више начина, на пример:

- а) На сл.5.3.а приказан је пример повезивања када се главно изједначење потенцијала изводи преко посебне сабирнице.
- б) На сл.5.3.б приказан је пример повезивања када се главни прикључак (сабирница) за уземљење користи и као сабирница за изједначење потенцијала, ако по величини и пресеку омогућава остваривање квалитетних галванских спојева за све прикључке.

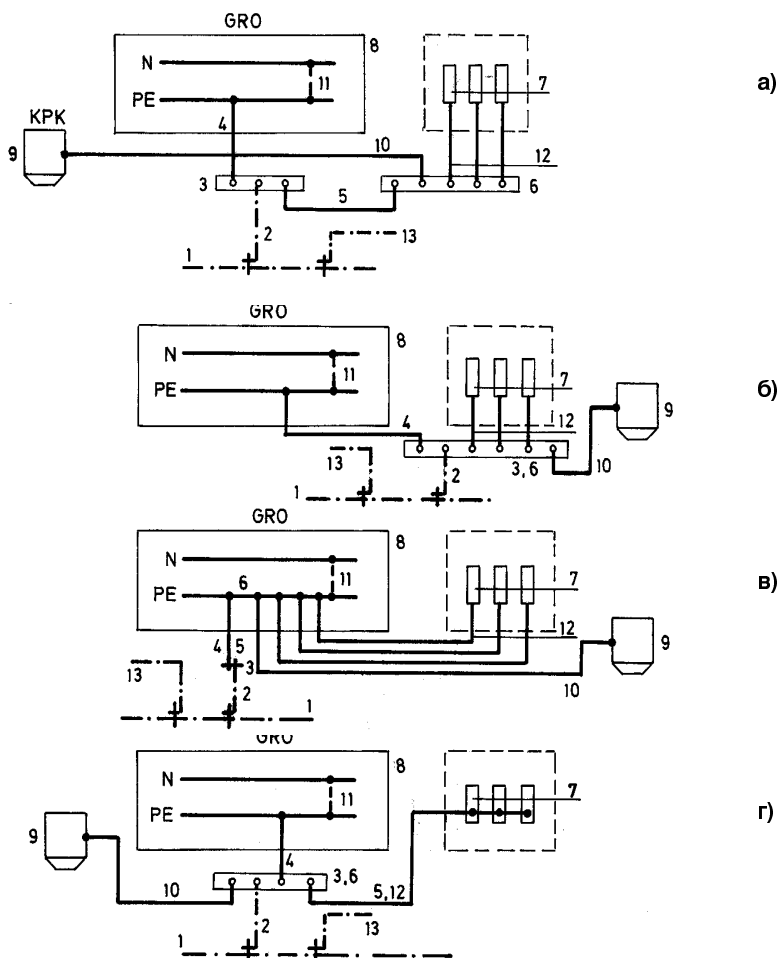
в) На сл.5.3.в приказан је пример када се заштитна сабирница у мерно разводном орману користи и као сабирница за изједначење потенцијала.

Ако би извођење главног изједначења потенцијала према сликама 5.3.а, 5.3.б и 5.3.в било непрактично и скупо због великих дужина заштитних проводника који повезују стране проводне делове и одговарајућу сабирницу, главно изједначење потенцијала може да се изведе директним међусобним галванским повезивањем појединих страних проводних делова на погодном месту, на пример у подруму, вешерници и сл. У овом случају се главни заштитни проводник за изједначење потенцијала прикључује на главни прикључак (сабирницу) за уземљење (сл.5.3.г).



1 на главни прикључак за уземљење или на уземљивач; 2 сабирница за главно изједначење потенцијала; 3 водоводна инсталација; 4 ливене цеви канализационе инсталације; 5 инсталација централног грејања; 6 вођице лифта; 7 земаљска антена; 8 сателитска антена; 9 инсталација за гас; 10 орман телефонске инсталације; 11 вентилациони канали; 12 кућишта (ормани) електричне опреме.

Сл.5.2 Главно изједначење потенцијала



1 темељни (заштитни) уземљивач; 2 земљовод; 3 главни прикључак (сабирница) за уземљење; 4 главни заштитни проводник електричне инсталације; 5 главни заштитни проводник за изједначење потенцијала; 6 сабирница за главно изједначење потенцијала; 7 страни проводни делови; 8 мерно разводни орман; 9 КПК унутар зграде, 6 тп² Си; 11 мост код примене TN-C-S система; 12 проводници за изједначење потенцијала страних проводних делова; 13 земљовод громобранске инсталације.

Сл.5.3 Веза система главног изједначења потенцијала са системом уземљења објекта

5.4 **Допунско изједначење потенцијала у купатилу стана (ЈУС Н.Б2.771), мокром чвору и сл.** изводи се тако што се помоћу проводника за изједначење потенцијала међусобно повежу страни проводни делови као што су: метална када, одводна метална цев, метална водоводна цев, металне цеви грејања итд.

Проводник за допунско изједначење потенцијала мора да се повеже са заштитним (РЕ) проводником електричне инсталације, односно са заштитно-неутралним (PEN) проводником ако се користи TN-C систем напајања. Препоручује се да се ово везивање изведе помоћу посебног додатног проводника за изједначење потенцијала положеног између купатила (мокрог чвора) и заштитне сабирнице у разводној табли.

На сл.5.4 дат је пример извођења допунског изједначења потенцијала у мокром чвору комфорног стана у новоградњи. Дозвољено је и галванско повезивање суседних страних проводних делова, као и комбинација таквог решења са директном везом страног проводног дела са сабирницом (стегаљком) за допунско изједначење потенцијала у мокром чвору.

Ако би полагање посебног заштитног проводника између купатила (мокрог чвора) и заштитне сабирнице у разводној табли било непрактично и скупо (на пример: у постојећим инсталацијама), за везу између заштитног проводника инсталације и међусобно галвански повезаних металних делова може да се користи заштитни проводник прикључка за бојлер или добро водна метална водоводна цев.

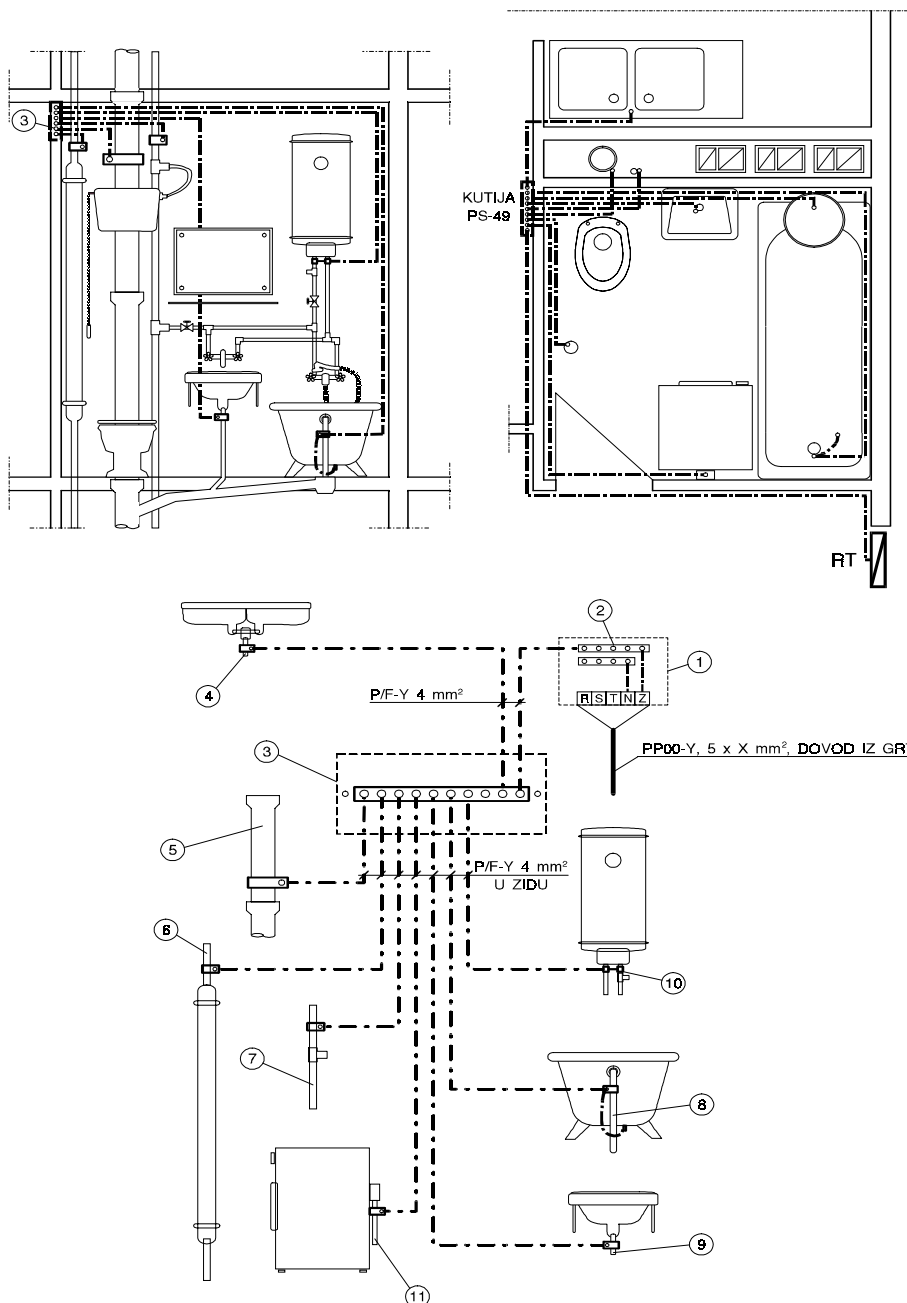
Допунско изједначење потенцијала у купатилу стана се изводи независно од тога какав систем напајања или систем заштите од индиректног додира је примењен и какви су остали услови напајања.

Допунско изједначење потенцијала у купатилу стана се изводи и када у купатилу нема електричне инсталације, ако електрична инсталација постоји у другим просторијама стана.

5.5 **Метална кабловска прикључна кутија (КПК, Додатак 2 ТП-13) која се налази на спољашњем зиду објекта (зграде) је изложени проводни део нисконапонске мреже, али није изложени проводни део у електричној инсталацији објекта. Зато КПК се не укључује у систем за главно изједначење потенцијала у објекту.**

Како системи напајања и мере заштите од индиректног додира за КПК и у електричној инсталацији нису у директној зависности (на пример: за КПК може да се користи TN-C систем, а у електричној инсталацији TT систем са заштитним уређајем диференцијалне струје), **између КПК и главног разводног ормана није потребно постављање посебног заштитног проводника** ("пети" проводник у трофазној, односно "трећи" проводник у монофазној електричној инсталацији - види Коментар ТП-5).

5.6 **Метална КПК која се налази унутар објекта (зграде) је изложени проводни део у објекту и мора да буде укључена у систем главног изједначења потенцијала објекта (сл.5.3, тачка 5.16). Заштитни проводник за изједначење потенцијала КПК је пресека 6 mm^2 Си и галвански повезује метално кућиште КПК и заштитну сабирницу у главном разводном орману.**



1 разводна табла у стану; 2 заштитна сабирница у разводној табли;
 3 сабирница за допунско изједначење потенцијала у мокром чвору;
 4 метални одвод судопере; 5 ливена канализациона цев; 6 цев централног
 грејања; 7 водоводна цев; 8 метална када и одвод на кади; 9 метални одвод
 лавабоа; 10 бојлер; 11 метални одвод веш машине.

Сл. 5.4 Допунско изједначење потенцијала у мокром чвору

- 5.7 **Ако се у електричној инсталацији користи TN-C-S систем, тада у мерно разводном орману треба галвански повезати заштитну сабирницу и сабирницу неутралног проводника.** То треба да буде једина веза заштитног и неутралног проводника у електричној инсталацији до трошила. **Ова веза се обавезно изводи испред главног заштитног уређаја** од прекомерне, односно диференцијалне струје. **У постојећим електричним инсталацијама, где је спајање заштитног и неутралног проводника изведено у КПК, дозвољено је да ова веза и даље остане. Дозвољено је и да се спајање заштитног и неутралног проводника изведе и у КПК и у главном разводном орману.**
- 5.8 **Ако се у електричној инсталацији користи TN-C систем напајања,** главни заштитни проводник повезује главни прикључак (сабирницу) за уземљење и сабирницу заштитно-неутралног (PEN) проводника у мерно разводном орману.
- 5.9 **Бакарни проводници не смеју непосредно да се везују за челичне цеви инсталација,** већ треба да се користе посебни елементи (обујмице и сл.) којима се обезбеђује поуздан галвански спој. Спојеве треба заштитити од корозије. Водови за изједначење потенцијала треба да буду обележени зелено-жутом бојом.
- 5.10 Једним водом за изједначење потенцијала може међусобно да се веже више металних делова појединих инсталација.
- 5.11 Сви спојеви између металних делова појединих инсталација и сабирнице за главно изједначење потенцијала, односно главног прикључка (сабирнице) за уземљење, треба да се изведу изолованим проводницима или кабловима. **Земљовод** који спаја темељни (заштитни) уземљивач са главним прикључком (сабирницом) за уземљење изводи се поцинкованим округлим гвожђем или поцинкованом челичном траком.
- 5.12 **Заштитни проводници су следећих пресека (JUS N.B2.754 и JUS N.B2.771):**
- пресек главног заштитног проводника електричне инсталације (сл.5.3) треба да буде раван најмање пресеку неутралног проводника на прикључку објекта;
 - пресек проводника за допунско изједначење потенцијала у купатилу (мокрим чвору) треба да буде раван најмање пресеку заштитног проводника који повезује заштитне сабирнице (стегаљке) главне разводне табле у стану, али треба да износи најмање $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$;
 - пресек свих осталих проводника за изједначење потенцијала треба да износи најмање $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.
- 5.13 Спој вода за изједначење потенцијала на кућну водоводну инсталацију треба да се изведе иза водомера, гледано у смеру протицања воде. Премошћење водомера (хидрофора и сл.) није неопходно са становишта изједначења потенцијала, али се препоручује ради заштите од опасних потенцијалних разлика на крајевима при замени тих направа.

- 5.14 Препоручује се да се **сабирница за главно изједначење потенцијала** изведе од пласног бакра пресека 30 mm x 5 mm, дужине у зависности од броја прикључака, а поставља се на приступачном месту у приземљу, подруму објекта и сл.
Сви прикључци на главни прикључак (сабирницу) за уземљење, односно на сабирницу за главно изједначење потенцијала, треба да буду обележени тако да се зна са којим делом инсталације су у вези.
- 5.15 Код великих објеката са више улаза, сваки улаз треба да има свој главни прикључак (сабирницу) за уземљење. Сваки улаз такође може да има своју сабирницу за главно изједначење потенцијала.
- 5.16 Препоручује се да велики објекти имају специјалне просторије намењене прикључцима, у које се поставља главни прикључак (сабирница) за уземљење, сабирница за главно изједначење потенцијала, КПК итд.
- 5.17 **Изједначење потенцијала у ТС изводи се према ТП-7.**

6 ЗАШТИТА ОД ИНДИРЕКТНОГ ДОДИРА

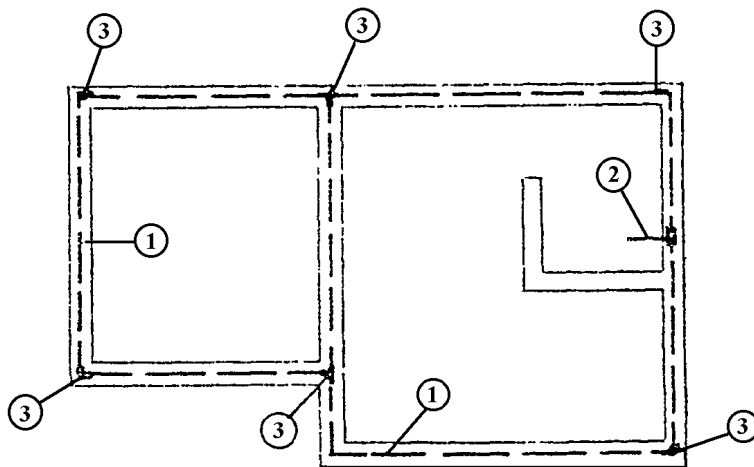
- 6.1 **Сваки нови објекат у градским и приградским насељима треба да има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначења потенцијала** без обзира на то какав систем напајања се примењује у објекту. Исто важи и за нове објекте у сеоским насељима у којима се користи TN систем.
Примена темељних уземљивача је препоручљива, али није обавезна, у мањим објектима сеоских насеља у којима се користи TT систем са заштитним уређајима диференцијалне струје (ЗУДС).
- 6.2 **Свака ТС 35/10 kV, ТС 20/0,4 kV и ТС 10/0,4 kV, која се гради као слободностојећи објекат, мора да има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначења потенцијала (ТП-7).** На тај начин отпада потреба коришћења изолационих тепиха или коришћење неких других додатних заштитних мера унутар ТС.
- 6.3 Ако се ТС 20/0,4 kV или ТС 10/0,4 kV монтира у неки објекат (зграду), тада се темељни уземљивач објекта (зграде) користи као уземљивач заштитног, односно здруженог, уземљења ТС (ТП-7).
- 6.4 **Темељни уземљивач објекта или ТС користи се и као уземљивач громобранске инсталације.** Прихватни систем громобранске инсталације се преко спусних проводника и земљовода директно везује за темељни уземљивач (сл. 6.4).
- 6.5 Ако се у објекту користи TT систем са заштитним уређајем диференцијалне струје (ЗУДС), тада се темељни уземљивач објекта користи као уземљивач тог уређаја.
- 6.6 **У електричним инсталацијама ниског напона које се напајају из електродистрибутивне мреже, дозвољена је примена:**
- TN система напајања, при чему могу да се користе заштитни уређаји прекомерне струје и заштитни уређаји диференцијалне струје (ЗУДС);

- ТТ система напајања, под условом да се користе заштитни уређаји диференцијалне струје (ЗУДС).

Не препоручује се примена ТТ система напајања ако се користе појединачни уземљивачи и заштитни уређаји прекомерне струје (осигурачи, прекидачи), због тешкоћа да се постигну прописане ниске вредности отпорности распрострања уземљивача.

Код изградње нових и реконструкције постојећих електричних инсталација у стамбеним зградама не препоручује се примена TN-C система напајања.

Заштита од индиректног додира КПК изводи се према Додатку 2 ТП-13.



*1 темељни уземљивач; 2 прикључак на главни прикључак за уземљење;
3 земљовод (спусни проводник) громобранске инсталације*

Сл.6.4 Темељни уземљивач са прикључцима за громобранску инсталацију

7 ОТПОРНОСТ РАСПРОСТИРАЊА ТЕМЕЉНОГ УЗЕМЉИВАЧА

7.1 Темељни уземљивач је површински замкасти уземљивач.

Отпорност распростирања темељног уземљивача може приближно да се прорачуна према изразу:

$$R \approx \frac{\rho}{2 \cdot D} = \frac{0,44 \cdot \rho}{\sqrt{S}}$$

где је :

R - отпорности распростирања темељног уземљивача у омима (Ω);

ρ - специфична електрична отпорност тла у омметрима (Ωm);

D - пречник плоче у метрима (m) исте површине као површина S темељног уземљивача зграде.

Пример:

Прорачунати отпорност распростирања темељног уземљивача стамбене зграде са сл.3.4, при просечној вредности специфичне електричне отпорности тла од $\rho \approx 100 \Omega m$.

Решење:

Површина коју заузима зграда износи:

$$S = 3 \cdot 7 \cdot 11 = 231 \text{ m}^2.$$

Узимајући у обзир реалну ситуацију да се код већих зграда челична арматура у темељу зграде не налази само у спољашњим зидовима, као и због присуства других металних инсталација, отпорност распростирања темељног уземљивача приближно може да се рачуна као за плочу на површини тла, па добијамо:

$$R \approx \frac{0,44 \cdot \rho}{\sqrt{S}} = \frac{0,44 \cdot 100}{\sqrt{231}} = 2,9 \Omega.$$

7.2 Прорачун отпорности распростирања темељног уземљивача није потребан, нити је потребно доказивање (мерењем) одређене вредности отпорности распростирања, када се објект налази у нисконапонској мрежи у којој се примењује TN систем напајања.

7.3 Ако се темељни уземљивач објекта користи као уземљивач заштитног уређаја диференцијалне струје (ЗУДС), отпорност распростирања темељног уземљивача треба да има вредност:

$$R = \frac{U_d}{I_n} = \frac{50}{0,5} \leq 100 \Omega$$

где је:

- U_d - дозвољени напон додира, чија трајна дозвољена вредност износи 50 V за случај квара у електричној инсталацији ниског напона;
 I_n - назначена вредност диференцијалне струје заштитног уређаја диференцијалне струје (ЗУДС), која обично износи 0,5 А.

- 7.4 Ако се темељни уземљивач користи за заштитно (здружено) уземљење ТС, отпорност распростирања темељног уземљивача треба да задовољи захтеве ТП-7.

8 ИСПИТИВАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ МЕРА ИЗЈЕДНАЧЕЊА ПОТЕНЦИЈАЛА У ОБЈЕКТИМА

- 8.1 Ефикасност спроведених мера изједначења потенцијала у објектима проверава се мерењем.
- 8.2 **Изједначење потенцијала је ефикасно** ако се мерењем отпорности између заштитног контакта електричне инсталације и металних делова других инсталација добије вредност највише 1 Ω у ма којој просторији објекта. За веће објекте довољно је извршити мерење у просторијама које су најудаљеније од места где је извршено галванско повезивање, на пример мерењем на последњем спрату објекта. При мерењу отпорности U/I методом, напон мерења не сме да пређе 50 V, при чему струја мерења треба да буде већа од 5 А.

9 ТЕМЕЉНИ УЗЕМЉИВАЧ И ПРЕЛАЗАК НА TN СИСТЕМ

- 9.1 Ако се у нисконапонској мрежи примењује ТТ систем са појединачним уземљивачима и заштитним уређајима прекомерне струје, тада **темељни уземљивачи објеката могу да се искористе за једноставан и ефикасан прелазак са ТТ, на TN систем.**
То се постиже на следећи начин:
- 9.1.1 Сваки објекат који има изведен темељни уземљивач и спроведене мере изједначења потенцијала, и у коме је електрична инсталација изведена са посебним заштитним проводником, може одмах да пређе на TN-C-S систем, уколико је испуњен и основни услов за TN систем којим се обезбеђује да се деловањем заштитног уређаја сигурно и брзо искључује место квара.
- 9.1.2 Сваки објекат у коме је примењен TN систем, који испуњава услове из тачке 9.1.1, може затим да се прикључи на нисконапонску мрежу без обзира што се у осталом делу мреже користи ТТ систем. Време трајања паралелног рада објеката са TN и ТТ системом у истој нисконапонској мрежи није ограничено и не захтева додатна улагања нити прекид напајања електричне енергије.
- 9.2 Прелазак на TN систем код објеката који немају темељни уземљивач и спроведене мере изједначења потенцијала, и њихов паралелан рад са објектима код којих је примењен ТТ систем са појединачним уземљивачима и заштитним уређајима прекомерне струје, могућ је само под условом да се при квару у електричној инсталацији са ТТ системом на неутралном проводнику не може да појави и дуже задржи напон већи од 50 V. Овај услов је испуњен ако су у објектима

у којима се примењује TN систем спроведене мере изједначења потенцијала и ако је испуњен бар један од следећа два услова:

9.2.1 Укупна отпорност уземљења неутралног проводника целокупне нисконапонске мреже најмање 2,5 пута је мања од отпорности распрострањања објекта који од свих објеката који користе TT систем са појединачних уземљивачима и заштитним уређајима прекомерне струје има најмању вредност.

Овај начин је применљив само у неразвијеним нисконапонским мрежама, где доминирају мањи објекти са релативно великим вредностима отпорности распрострањања појединачних уземљивача.

9.2.2 Укупна отпорност уземљења неутралног проводника целокупне нисконапонске мреже није већа од $0,2 \Omega$, у ком случају није потребна провера величине отпорности распрострањања појединачних уземљивача.

Овај начин је применљив у развијеним, претежно кабловским, нисконапонским мрежама (градски конзум).

Литература:

- 1 *Електричне инсталације у зградама (Збирка прописа и стандарда са коментаром)*
Савезни завод за стандардизацију, Београд 1992.
- 2 *Правилник о техничким нормативима за заштиту НН мрежа и припадајућих ТС (Сл. лист СФРЈ бр.13/1978. и Сл. лист СРЈ бр.37/1995.)*
- 3 *Техничке препоруке ЕД Србије.*

САДРЖАЈ

Р. бр.		Стр.
1	Опсег важења и намена	1
2	Термини и дефиниције	1
3	Основни технички услови за извођење темељних уземљивача	3
4	Извођење темељног уземљивача у зависности од конструкције објекта или ТС	6
5	Изједначење потенцијала у објектима и у ТС	10
6	Заштита од индиректног додира	16
7	Отпорност распростирања темељног уземљивача	18
8	Испитивање ефикасности мера изједначења потенцијала у објектима	19
9	Темељни уземљивач и прелазак на TN систем	19