

**КОМЕНТАР
ТЕХНИЧКЕ ПРЕПОРУКЕ бр.5**

**Примена темељних уземљивача и мера
изједначења потенцијала у објектима и
трансформаторским станицама**

- IV издање -

Обрадили :

**Томислав Бојковић
Миодраг Кировић**

март 2001.

III-е издање ТП-5 разликује се од II-ог издања (1978. година) у томе што је усклађено са новим југословенским стандардима и прописима, који одговарају стандардима које издаје Међународна електротехничка комисија (IEC), а третирају електричне инсталације у зградама.

Суштинску измену доживело је поглавље 5, па ће акценат наредног коментара бити баш на том поглављу, јер се предложена нова решења сада доста разликују од решења која су претходно коришћена у неким нашим дистрибуцијама.

У IV.-ом издању само се додатно врши усклађивање са препорукама које су у међувремену објављене (ТП-13 и Додатак 2 ТП-13)

март 2001.

1 УВОД

Шира примена темељних уземљивача започета је код нас пре више од 25 година, по угледу на нека страна, пре свега немачка, искуства. Убрзо се показују изразите предности овог уземљивача, посебно у урбаним срединама: једноставност и економичност, али пре свега практично неограничени век трајања јер нема корозије уземљивача у бетону. Присуство других металних инсталација у објекту утичу да се овај уземљивач понаша као уземљивач-петља. Зато се у ТП-5 за прорачун отпорности распростирања R_z темељног уземљивача користи упрошћен израз (отпорност округле плоче на површини тла - исти израз се користи и у DIN-VDE

0141/89.): $R_z = \frac{\rho}{2 \cdot D}$, где је ρ специфична отпорност тла, а D пречник округле плоче која има исту површину као уземљивач-петља.

Примена директне трансформације 110/10(20) kV и технике "дубоког увода" у урбана насеља наметнула је решавање проблема изношења потенцијала: при земљоспоју на 110 kV страни у ТС 110/10(20) kV долази до појаве релативно великих вредности напона уземљења ТС, који може да се пренесе преко плаштова и електричних заштита каблова 10(20) kV у ТС 10(20)/0,4 kV, и даље преко неутралног проводника у НН мрежу и у инсталације потрошача. Неповољна околност ове појаве је што заштитни уређаји који се користе за аутоматско искључење напајања у НН мрежи и инсталацијама потрошача не реагују на појаву ових потенцијала (детаљније о проблему изношења потенцијала види у ТП-7 и Коментару исте препоруке). Међутим, многобројна истраживања и обављена мерења су показала да је примена мера изједначења потенцијала далеко најпоузданија и најефикаснија мера заштите од опасних напона додира у електричним инсталацијама због уношења потенцијала преко НН мреже. И у неким другим случајевима, на пример при прекиду неутралног проводника у TN систему напајања, изједначење потенцијала је практично једина ефикасна мера заштите од електричног удара.

Пошто детаљније коментарисање ове препоруке у вези извођења темељних уземљивача и мера изједначења потенцијала не би имало посебан значај јер је ова материја довољно позната, у пракси проверена и коментарисана [1], у даљем тексту ћемо да се усредсредимо само на коментарисање поглавља 5 у које су унете значајне новине у односу на предходна издања ТП-5, а односи се на унутрашњи кабловски кућни прикључак. Прецизније речено, коментарисаће се веза између кабловске прикључне кутије (КПК) и мерно разводног ормана (МРО) у стамбеној згради са становишта изједначења потенцијала и заштите од индиректног додира. Ову материју тренутно не обрађују важећи стандарди и прописи, а укинут је пропис који је делимично третирао проблематику кућних прикључака. Упоредиће се решења која су се раније користила у неким дистрибуцијама (код неких се и даље упорно истрајава на овом решењу), са решењима која се препоручују у ТП-5 и ТП-13.

2 КПК И СИСТЕМ ИЗЈЕДНАЧЕЊА ПОТЕНЦИЈАЛА У ОБЈЕКТУ

Изједначење потенцијала у објекту постиже се галванским повезивањем страних проводних делова (водовод, централно грејање, гасовод, климатизација итд.) међусобно и са системом уземљења објекта, чиме се онемогућава појава опасних потенцијалних разлика при додиру једновремено приступачних изложених проводних делова или/и страних проводних делова.

У сваком објекту (згради) изводи се главно изједначење потенцијала (JUS N.B2.741). Због посебне опасности, у купатилу се изводи и допунско изједначење потенцијала.

Систем главног изједначења потенцијала се галвански повезује са системом уземљења објекта (зграде), али оба система могу да се изведу и као јединствени систем (тачка 5.3 у ТП-5).

Метална КПК, која се најчешће налази на спољашњем зиду објекта (зграде) је изложени проводни део нисконапонске мреже, али није изложени проводни део у електричној инсталацији објекта. Појава потенцијала на кућишту КПК може евентуално да угрози само лица изван зграде, али не и лица унутар зграде, јер не постоји могућност једновременог додира кућишта КПК и металних делова унутар зграде. Зато КПК не само да не треба да се укључи у систем за главно изједначење потенцијала у објекту, већ у одређеним случајевима може да буде и опасно због преношења потенцијала са КПК у електричну инсталацију, или обратно.

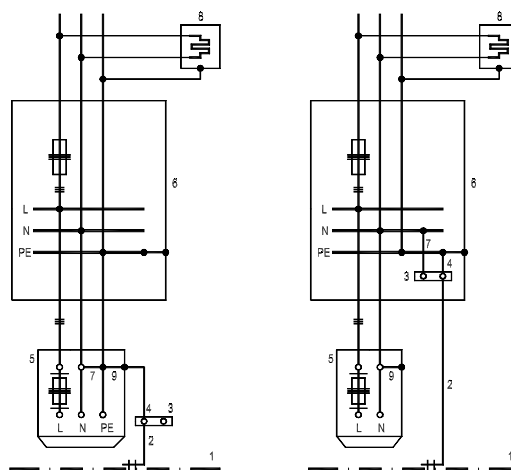
Пошто се у нашој пракси највише користе металне КПК код којих је заштитна стезалка (сабирница) у КПК метално везана за кућиште КПК, полагањем "петог" ("трећег") проводника између КПК и МРО фактички се КПК укључује у систем главног изједначења потенцијала. Зато је са становишта изједначења потенцијала у стамбеним зградама најбоље да се "пети" ("трећи") проводник уопште не поставља између КПК и МРО, што се и предвиђа у тачки 5.5 ТП-5, у ТП-13 и у Додатку 2 ТП-13.

Међутим, ако се КПК налази унутар објекта (на пример: када се у великом објекту налази посебна просторија у коју се концентришу прикључци различитих инсталација), метално кућиште КПК мора да се укључи у систем главног изједначења потенцијала унутар објекта (сл.5.3 у ТП-5). Заштитни проводник за изједначење потенцијала је пресека $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ и галвански повезује метално кућиште КПК и заштитну сабирницу у мерно разводном орману.

3 СИСТЕМИ НАПАЈАЊА И СИСТЕМИ ЗАШТИТЕ ОД ЕЛЕКТРИЧНОГ УДАРА

3.1 TN систем: недостаци старе шеме 1.а у односу на нову шему 1.б:

На сл.1 дат је случај када се у целој НН мрежи (и у КПК и у електричној инсталацији потрошача) примењује TN систем напајања.



а) стара шема

б) нова шема

1 темељни (заштитни) уземљивач; 2 земљовод; 3 главни прикључак (сабирница) за уземљење; 4 главни заштитни проводник електричне инсталације; 5 КПК; 6 мерно разводни орман; 7 мост код примене TN-C-S система за електричну инсталацију; 8 трошило у стану; 9 мост код примене TN-C система за КПК.

Сл.1: Упоређење старе и нове шеме у TN систему

У старој шеми 1а се мостићем 7 у КПК повезују N и PE стезаљке и остварује TN-C-S систем за електричну инсталацију, док се мостићем 9 метално кућиште КПК укључује у TN-C систем.

Међутим, технички је неисправно да се везивање N и PE проводника за електричну инсталацију врши у објекту (КПК) који не припада електричној инсталацији, већ НН мрежи. Поред тога, спој изведен у КПК је мање поуздан од споја који се изводи у МРО, због скученог простора и неповољних спољашњих утицаја.

Објашњење да је предходно решење повољније (комфорније) за електродистрибутера јер је довољно да "отвори" КПК па да му буде јасно какав систем напајања и систем заштите се примењује и у електричној инсталацији потрошача није тачно. Наиме, провера основног услова за TN систем мора да се изврши мерењем отпорности петље квара

- за КПК: у КПК, у односу на заштитне уређаје (осигурачи) у ТС из које се напаја КПК;
- за МРО и електричне инсталације: у МРО, у односу на осигураче у КПК.

Према томе, провера система напајања и примењене мере заштите од електричног удара у електричној инсталацији, мора да се изврши у МРО.

Уколико је КПК краћим каблом прикључена на надземну НН мрежу, она према ПТН за заштиту НН мреже [2, члан 29] не сме да буде укључена у TN систем, а то значи да између N проводника и кућишта КПК не сме да постоји галванска веза. То, опет, условљава да "пети" ("трећи") проводник, ако је изведен, не сме да се прикључи на кућиште КПК (РЕ стезаљка) уколико се у електричној инсталацији примењује TN систем, па повезивање N и РЕ проводника електричне инсталације не сме да се изврши у КПК, већ у МРО. То значи да је у овом случају "пети" ("трећи") проводник сувишан.

Посебно је апсурдно инсистирање да се повезивање N и РЕ проводника електричне инсталације по сваку цену изведе у КПК, а не у МРО, ако се користи КПК од синтетичког материјала, што је сада масовна појава. Овде се непотребно полаже не само "пети" ("трећи") проводник између КПК и МРО, већ се повећавају димензије КПК само зато да се у КПК монтира заштитна РЕ сабирница (стежаљка), чија је једина намена да се у КПК, која је иначе елеменат НН мреже, изврши спајање N и РЕ проводника електричне инсталације објекта (зграде)!

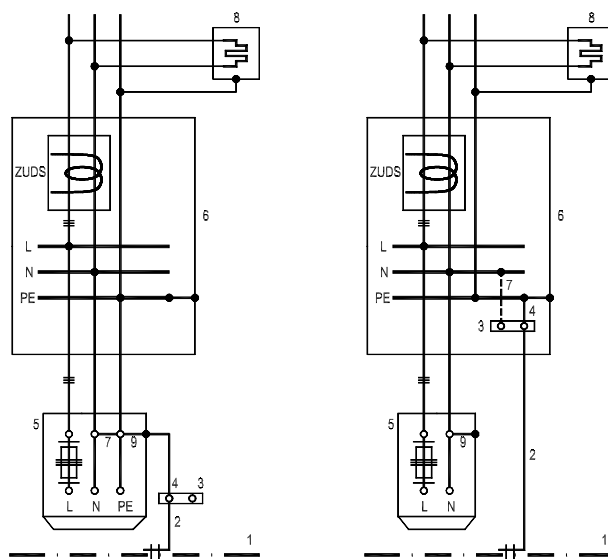
Према новој шеми 1.6, **избацивање "петог" ("трећег") проводника између КПК и МРО омогућује да се за КПК и електричну инсталацију по потреби користе исти или различити системи напајања и исти или различити системи заштите од електричног удара. Није занемарљива ни економска уштеда.**

3.2 Различити системи напајања: недостаци старе шеме 2.а у односу на нову шему 2.б:

На сл.2 дат је случај када се у КПК примењује TN-C систем, док се у електричној инсталацији примењује TN-C-S или TT систем, са заштитним уређајем диференцијалне струје (ZUDS).

За металну КПК се користи заштита искључењем напајања помоћу уређаја прекомерне струје (НВ осигурачи у ТС) у TN-C систему ако је испуњен основни услов заштите у TN систему и ако је испуњен бар још један од следећих услова:

- 1 да се у целој НН мрежи користи TN систем;
- 2 да вредност укупне отпорности уземљења неутралног проводника у напојној ТС не прелази $0,2 \Omega$;
- 3 да објекат има темељни уземљивач или заштитни уземљивач у виду прстена око објекта;
- 4 да се КПК налази изнад асфалтираног тротоара улице;
- 5 да се обликује потенцијал око КПК, иако се у Додатку 2 ТП-13 ова мера посебно не препоручује јер се сматра да ако није испуњен ни један од предходних услова 1 до 4 треба користити КПК од изолационог материјала.



а) стара шема

б) нова шема

1 темељни (заштитни) уземљивач; 2 земљовод; 3 главни прикључак (сабирница) за уземљење; 4 главни заштитни проводник електричне инсталације; 5 КПК; 6 мерно разводни орман; 7 мост код примене TN-C-S система за електричну инсталацију; 8 трошило у стану; 9 мост код примене TN-C система за КПК.

Сл.2: Упоређење старе и нове шеме у различитим системима

Да би КПК била укључена у TN-C систем, по старој шеми 2.а мора да се поставе мостићи 7 и 9, али тада због постојања "петог" ("трећег") проводника електрична инсталација потрошача прелази у TN-C-S систем. Ако је испуњен бар један од услова: 3.2.1, 3.2.2 или 3.2.3, шема 2.а је технички коректна и практично се своди на случај 3.а1, само што се уместо осигурача користи ZUDES.

Према старој шеми 2.а постоји такође могућност да се преко неутралног проводника пренесе потенцијал из НН мреже у електричну инсталацију. Потенцијална опасност лежи у чињеници да се у електричним инсталацијама у којима се користе заштитни уређеји диференцијалне струје (ZUDES) не поставља проблем изношења потенцијала при земљоспоју у ТС 110/X kV или 10(20)/0,4 kV, јер изложени метални делови (кућишта електричних апарата) и страни проводни делови (металне масе) нису галвански везани за неутрални проводник.

Уколико електрична инсталација не испуњава услове за рад у TN-C-S систему или ако постоји опасност од изношења потенцијала из ТС, шема 2.а је применљива само ако се поступи на један од следећа два начина:

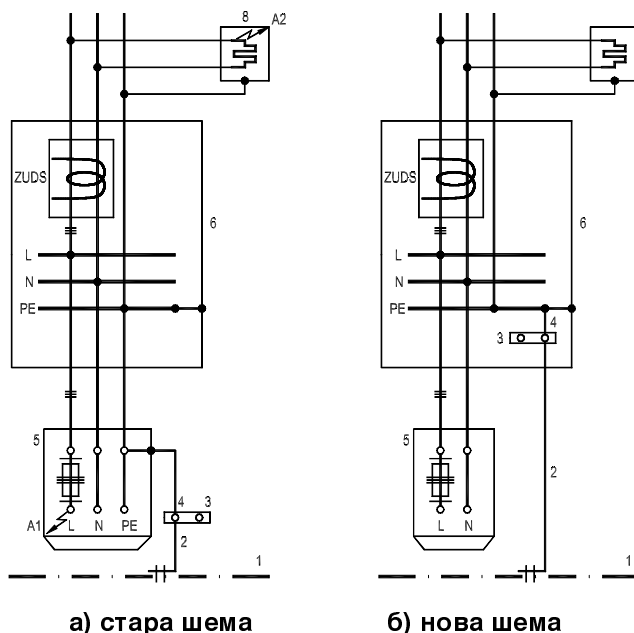
- да се прекине галванска веза између PE стезалке у КПК и PE сабирнице у МРО, чиме би "признали" да је уградња "петог" ("трећег") проводника била бесмислена, или

- да се скине мостић 7 у КПК, али тада КПК прелази у ТТ систем, када су овавезне додатне заштитне мере код КПК, о чему ће бити речи у 3.3.

Нова шема према сл.2.6, у односу на шему на сл.2.а, нема описане недостатке: за КПК и за електричну инсталацију могу да се користе, као и у шеми 1.6, различити системи напајања и одговарајући системи заштите од индиректног додира, а у случају опасности од изношења потенцијала из напојне ТС преко неутралног проводника довољно је да се скине мостић 7 који повезује N и PE сабирницу у МРО.

3.3 ТТ систем: недостаци старе шеме 3.а у односу на нову шему 3.б:

На сл.3 дат је случај када се у електричној инсталацији потрошача примењује ТТ систем, док се у металној КПК користи ТТ систем са додатном заштитном мером обликовања потенцијала или се користи КПК са потпуном изолацијом (заштитно изоловање, сл.3.6).



1 темељни (заштитни) уземљивач; 2 земљовод; 3 главни прикључак (сабирница) за уземљење; 4 главни заштитни проводник електричне инсталације; 5 КПК; 6 мерно разводни орман; 8 трошило у стану

Сл.3: Упоредњење старе и нове шеме у ТТ систему

Према ПТН за заштиту НН мреже [2, члан 36], за металну КПК није дозвољена примена ТТ система јер осигурачи у напојној ТС не могу да реагују при квару у КПК због малих вредности струје земљоспоја, па ради заштите од индиректног додира код металне КПК мора да се предузму додатне заштитне мере (асфалтирање или обликовање потенцијала, услови 3.2.4 или 3.2.5).

Недостаци старе шеме 3.а су следеће:

- При квару у металној КПК (тачка А1) потенцијал се преко "петог" ("трећег") проводника уноси у електричну инсталацију. Иако је овакав квар релативно редак, опасност лежи у чињеници да је дуготрајан јер га ни један уређај за аутоматски прекид напајања не региструје због мале вредности струје земљоспоја. У овом случају примена решења према сл.3.а је опасна.
- При квару у електричној инсталацији (тачка А2), петља квара непотребно се продужава преко мање поузданог спојног места у КПК.
- У случају примене КПК од изолационог материјала, апсурдност примене "петог" ("трећег") проводника је очигледна.

Нова шема према сл.3.б, у односу на шему на сл.3.а, нема описане недостатке.

4 ЗАКЉУЧЦИ

Ранија пракса у неким дистрибуцијама да се између КПК и МРО полаже "пети" ("трећи") проводник треба да се дефинитивно напусти, јер за даљу примену овог решења нема ни техничко ни економско оправдање, а у неким случајевима може да буде и опасно. Решење без овог заштитног проводника је једноставније, економичније и пружа могућност независног решавања проблема система напајања, система изједначења потенцијала и система заштите од индиректног додира за КПК и електричне инсталације у објекту.

Примена металних КПК је дозвољена ако су испуњени услови да КПК ради у TN-C систему (Додатак 2 ТП-13). У супротном, треба да се користи КПК од изолационог материјала.

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. 13/78 и Сл. лист СРЈ бр.37/1995.).*
- 3 *Техничке препоруке ЕД Србије.*