

# ELEKTROS ERDVĖS

LEIDINYS AUTOMATIZACIJOS, ELEKTROTECHNIKOS, ENERGETIKOS, ŠILDYMO, VĒDINIMO, ELEKTRONIKOS, VALDYMO SISTEMŲ IR ŽINIŲ EKONOMIKOS TECHNOLOGIJŲ SPECIALISTAMS

Branduolinė  
energija:  
permainų vėjai

6

Potencialų  
suvienodinimas

10

IAE: baimė  
ir politika

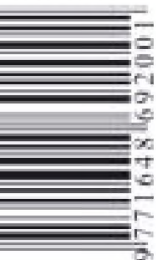
22

Energijos  
taupymas

28



ISSN 1648-6927



numero tema – **branduolinė energija**

# Potencialų suvienodinimas – pastatų saugių elektros įrenginių sudėtinė dalis

**A. Drabatiukas**

*KTK lektorius, UAB „Elektros zona“ studijų vadovas*

**A. Tranauskas**

*Valstybinė energetikos inspekcija, Kauno teritorinis skyrius*

Potencialų suvienodinimas – tai potencialų skirtumo tarp pasyviosios dalies, pašalinių laidžiųjų dalių, įžeminimo ir apsauginių laidininkų (PE), taip pat apsauginių nulinių laidininkų (PEN), prie kurių įmanoma vienu metu prisiliesti, sumažinimas, šias dalis elektriškai sujungiant tarpusavyje.

Šis apsaugos nuo elektros poveikio

būdas darbuotojų saugai ir sveikatai užtikrinti yra numatytas Elektros įrenginių eksploatavimo saugos taisyklėse. Elektros įrenginių įrengimo taisyklėse taip pat kalbama apie potencialų suvienodinimo sistemas, vietinį potencialų suvienodinimą.

Potencialų suvienodinimas turėtų būti įrengiamas naujai statomuose, rekons-

truojamuose, kapitaliai remontuojamuose gyvenamuosiuose namuose, visuomeniniuose pastatuose, pramoniniuose įrenginiuose, nepriklausomai nuo nuosavybės formos ir priklausomybės.

Dažniausiai šiuo metu pastatų elektros įrenginiuose naudojamas apsaugos nuo elektros būdas yra automatinis maitinimo išjungimas (nepainioti su apsauginiu išjungimu). Kad ši apsauga būtų efektyvi, viena iš sąlygų yra potencialų suvienodinimo sistemos įrengimas pastatų elektros įrenginiuose.

Kaip taisyklingai įrengti potencialų suvienodinimą ir kokios jo atliekamos funkcijos, kalbama LST 1741.4.47:2002 ir LST 1741.5.54:2002 standartuose, taip pat dr. E. Musial knygoje „Elektros energetiniai įrengimai ir instaliacija“.

Straipsnyje trumpai apžvelgiamas automatinis maitinimo išjungimas, potencialų suvienodinimo sistemos įrengimas elektros saugos tikslais, klasifikacija ir



paskirtis, nes ne visada šie klausimai interpretuojami teisingai.

### Automatinis maitinimo išjungimas – pagrindinė apsaugos nuo netiesioginio sąlyčio priemonė

Viena iš priemonių žmonėms apsaugoti nuo elektros srovės, kai pažeidžiama elektros įrenginio izoliacija, naudojama apsaugos sistema, kurios pagrindas yra elektros įrenginių pasyviųjų dalių (korpusų) sujungimas su žeme ir šaltinio įžeminta neutrale. Tradiciškai ši sistema Rusijoje vadinama „jnulinimu“, „Nullung“ – Vokietijoje ir Austrijoje, PME (*protective multiple earthing*) – Anglijoje, MEN (*multiple earthing neutral*) – Australijoje.

Technikos progresas, elektros įrenginių modernizavimas, šiuolaikinių pagerintų charakteristikų automatinio jungiklių ir skirtuminės srovės įtaisų atsiradimas diktuoja naujus reikalavimus užtikrinant pramonės, socialinių buitinių, specialiosios paskirties įrenginių eksploatavimo apsaugą nuo elektros. Tarptautinė elektrotechnikos komisija (IEC) parengė apsaugos nuo elektros poveikio priemonių sistemą ir terminą „jnulinimas“ IEC standartuose pakeitė techninių priemonių kompleksas bendru pavadinimu „apsauga automatinio maitinimo išjungimu“. Pats jnulinimas kaip techninė apsaugos nuo elektros priemonė neišnyko, tačiau jį reikia nagrinėti kaip tam tikrais atvejais naudojamą apsaugos komplekso sudėtinę dalį.

Automatinis maitinimo išjungimas yra

būtinas, jeigu dėl prisilietimo įtampos amplitudės ir trukmės gali atsirasti žalingo žmogui fiziologinio reiškinio pavojus. Apsauginių laidininkų ir apsaugos įtaisų parametrai turi būti tokie, kad dėl trumpojo jungimo srovės per nustatytą laiką suveiktų apsaugos įtaisai, kurie išjungtų elektros įrenginio pramuštą izoliaciją turinčias aktyviasias dalis, o kartu ir fazinę įtampą gavusias pasyviasias dalis. TN, TT, IT tinklų įžeminimo sistemos skiriasi viena nuo kitos šios grandinės sudarymo būdu.

TN sistemoje kaip apsaugos įtaisus galima naudoti apsaugos nuo viršsrovio aparatus (saugiklius, automatinis jungiklius), kurie naudojami elektrai išjungti dėl kitų priežasčių, pvz., dėl apsaugos nuo trumpųjų jungimų, perkrovų, nuo ugnies ir pan., bei skirtuminės srovės apsaugos įtaisus.

Parengti IEC standartai maitinimo išjungimo trukmę nustato diferencijuotai, nuo 0,2 iki 5 s, priklausomai nuo tinklo fazinės įtampos vertės, elektros imtuvų tipų, įžeminimo sistemos ir aplinkos sąlygų. Pavyzdžiui, rozečių grandinėms srovei nepavojingose patalpose, kai TN tinklo fazinė įtampa 220 V, šis laikas sudaro 0,4 s.

Sudarant apsauginio įžeminimo sistemą įrenginyje atsiranda apsauginis laidininkas PE, kuris tam tikrais atvejais gali būti potencialiai pavojingas. Išjungiant elektros imtuvą pažeidą iki apsaugos suveikties, per apsauginį PE laidininką ant visų nepažeistų imtuvų korpusų perkeliamas potencialas, todėl ant korpusų gali atsirasti pavojinga prisilietimo įtampa.

### Potencialų suvienodinimo sistemų klasifikacija

Potencialų suvienodinimo sistemos gali būti klasifikuojamos priklausomai nuo:

- jų veikimo ribų (pagrindinės, vietinės/papildomos);
- sujungimo su žeme pobūdžio (įžemintos, neįžemintos);
- galimybės pratekėti srovei potencialų suvienodinimo laidininkais.

1 pav. pateiktos potencialų suvienodinimo sistemų naudojimo variantai.

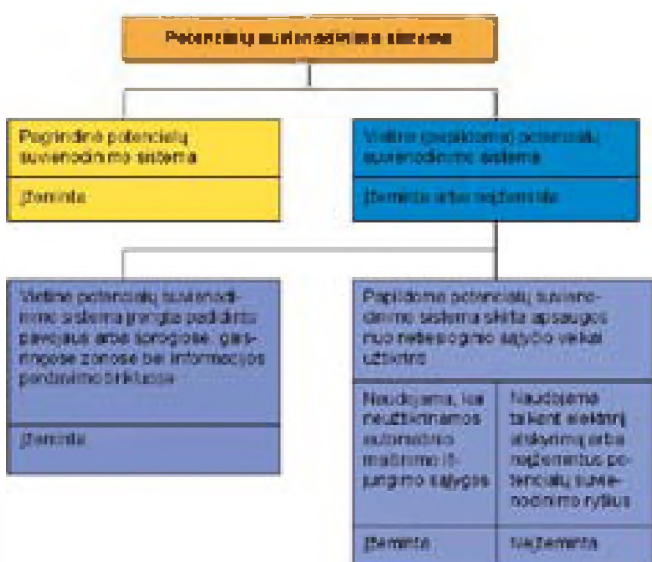
Pagrindinė potencialų suvienodinimo sistema turi būti įžeminta, o vietinė gali būti įžeminta arba ne, priklausomai nuo įrengimo tikslo. Neįžemintos potencialų suvienodinimo sistemos viena iš paskirčių – sudaryti sąlygas, kad antroji elektros įrenginių izoliacijos pažeida sukeltų trumpąjį jungimą ir jį atjungtų atitinkama apsauga.

Potencialų suvienodinimo sistemos sudėtinės dalys pateiktos 2 pav.

### Pagrindinė potencialų suvienodinimo sistema

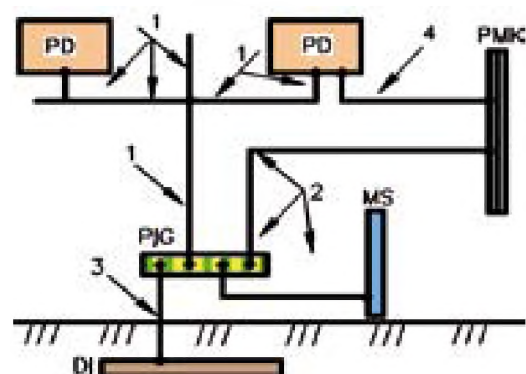
Kaip minėta, naudojant PE laidininką elektros įrenginiuose izoliacijos pažeidos atveju galimas potencialo perkėlimas ant nepažeistų elektros įrenginių korpusų. Todėl siekiant sumažinti atsiradusią įtampą ant elektros įrenginių korpusų pastatuose būtina pagrindinė potencialų suvienodinimo sistema. Esant pagrindinei potencialų suvienodinimo sistemai prisilietimo įtampa bus lygi nuliui, nes potencialas vienu metu perkeliamas

1 pav. Potencialų suvienodinimo sistemų klasifikacija

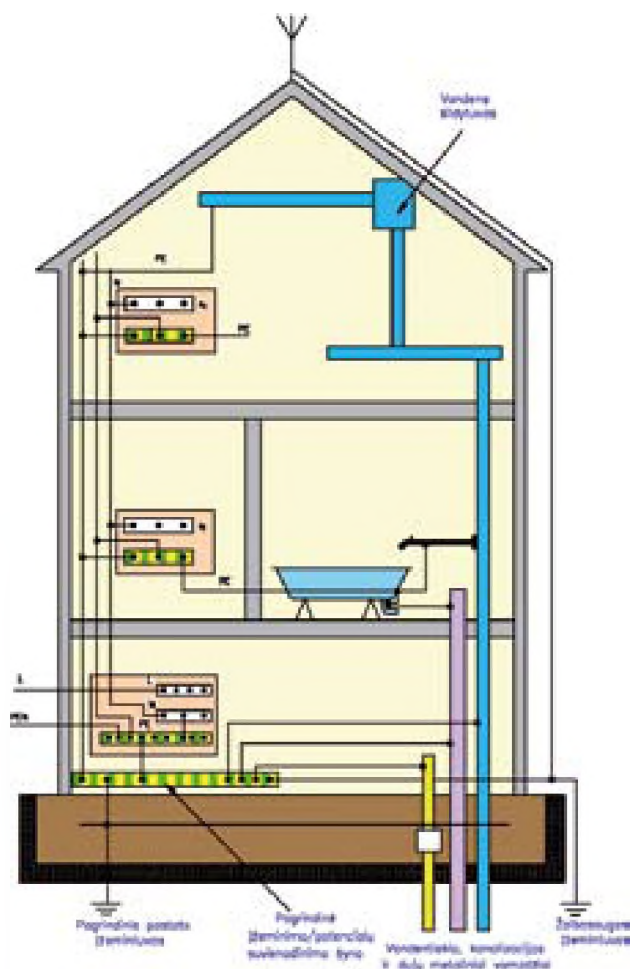


2 pav. Įžeminimo ir apsauginiai laidininkai:

1 – apsauginis laidininkas PE; 2 – pagrindinės potencialų suvienodinimo sistemos laidininkas; 3 – įžeminimo laidininkas; 4 – papildoma potencialų suvienodinimo sistemos laidininkas; P/G – pagrindinis įžeminimo gnybtas (šyna); PD – elektros įrenginio pasyvioji dalis; PMK – pastato metalo konstrukcija (pašalinė laidžioji dalis); MS – vandentiekio metalinis stovas (vamzdis); DI – dirbtinis įžemintuvas

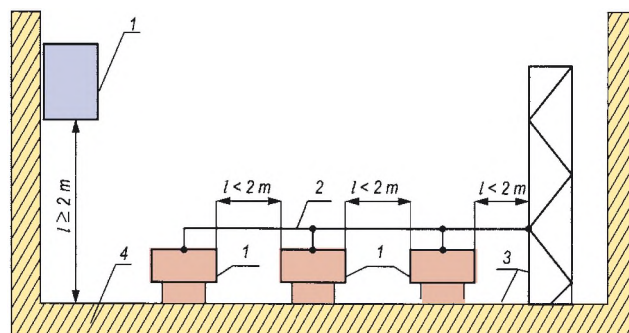


3 pav. Potencialų suvienodinimas pastato viduje



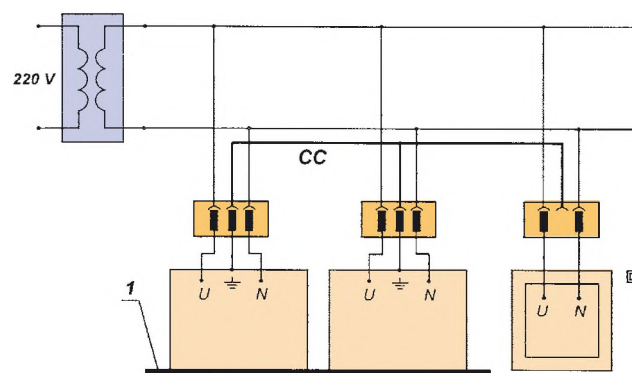
4 pav. Papildoma apsauga, naudojant neįžemintą potencialų suvienodinimo sistemą:

1 – pasyvioji dalis; 2 – potencialų suvienodinimo laidininkas; 3 – pašalinė laidžioji dalis; 4 – izoliuota erdvė



5 pav. Kelių imtuvų grandinės atskyrimas, naudojant neįžemintą potencialų suvienodinimą:

1 – izoliuotas pagrindas; CC – izoliuotas potencialų suvienodinimo laidininkas



ant visų pasyviųjų ir pašalinių laidžiųjų dalių. Be to, TN sistemoje per PE laidininką galimas potencialo įnešimas į pastatą įvykus trumpajam jungimui transformatorinės aukštosios įtampos pusėje arba susijungus linijos faziniam laidininkui su žeme. Tačiau pagrindinės potencialų suvienodinimo sistemos buvimas yra būtina, bet nepakankama sąlyga. Pagrindinė sąlyga yra įžeminimas. Taigi pagrindinė potencialų suvienodinimo sistema negali būti traktuojama kaip savarankiška apsaugos priemonė, tačiau ji būtina, kai naudojamas automatinis maitinimo išjungimas.

Pagrindinė potencialų suvienodinimo sistema pastato įvade atliekama prie pagrindinės pastato potencialo suvienodinimo šynos (įžeminimo gnybto) prijungiant:

- TN tinklo sistemos maitinančios li-

nijos apsauginį PE arba apsauginį nulinį laidininką PEN;

- pagrindinį (magistralinį) įžeminimo laidininką;
- pastatų ir tarp pastatų esančių komunikacijų metalinius vamzdžius;
- statybinių konstrukcijų, žaibolaidžių, centrinio šildymo, vėdinimo ir kondicionavimo sistemų metalines dalis;
- funkcinį įžeminimą (jeigu toks yra įrengtas ir nėra apribojimų dėl jo prijungimo prie apsauginio įžeminimo);
- telekomunikacinių kabelių metalinius apvalkalus.

Toks sprendimas leidžia išvengti neprognozuojamų srovių, cirkuliuojančių įžeminimo sistemoje, atsiradimo ir potencialų skirtumo ant atskirų elektros įrengimų susidarymo. Laidžiosios da-

lys, patenkančios į pastatą iš išorės, turi būti sujungtos kiek galima arčiau prie jų įvedimo į pastatą vietos. Visos pirmiau nurodytos dalys prie pagrindinės potencialų suvienodinimo šynos jungiamos laidininkais, kurių žymuo schemose yra CC.

Labai aukštuose arba ilguose pastatuose, kai apsauginių laidininkų skerspjūvis yra nedidelis, o ilgis gana didelis, potencialų suvienodinimo įvade sistemos gali nepakakti ir nutolusiose vietose dėl pažeidimo gali susidaryti neleistina prisilietimo įtampa. Tokiu atveju rekomenduojama elektros perdavimo kryptimi įrengti papildomas potencialų suvienodinimo sistemas (3 pav.).

Pagrindinės potencialų suvienodinimo šynos (PPSS) vaidmenį dažnai atlieka pagrindinis įžeminimo gnybtas; jį gali būti įrengta viduje įvadinio įrenginio arba atskirai nuo jo. Įvadinio įrenginio

viduje kaip PPSS naudojama PE šyna. Kartais PPSS sumontuojama uždaro kontūro, įrengto pagal pastato perimetrą, pavidalu.

Įrengiant PPSS ne įvadinėje spintoje, ji montuojama priežiūrai prieinamose vietose, arti įvadinio įrenginio. PPSS skerspjuvis turi būti ne mažesnis už maitinančios linijos PE (PEN) laidininko skerspjuvį. Šyna gali būti varinė, taip pat leidžiama naudoti plieną. Naudoti aliuminį šynai gaminti dėl jo takumo ir varžtų atspalaidavimo galimybės draudžiama. Šynos konstrukcijoje turi būti numatyta laidininkų atjungimo galimybė tik instrumentu. Vietose, prieinamose tik kvalifikuotam personalui, PPSS montuojama atvirai, kitose vietose ji turi turėti apsauginį užrakinamą apgaubą. Ant apgaubo arba sienoje virš šynos turi būti įžeminimo žymuo. Jeigu pastatas turi kelis atskirus elektros įvadus, PPSS montuojama kiekvienam įvadiniam įrenginiui.

### Vietinė potencialų suvienodinimo sistema. Bendrosios pastabos

Vietinė potencialų suvienodinimo sistema gali būti naudojama įvairiems tikslams. Dažniausiai tokia sistema įrengiama padidintos rizikos erdvėse, kur žmogaus kūno varža pastebimai sumažėja, palyginti su įprastinėmis sąlygomis, pvz., gydymo ir terapijos patalpose, statybų aikštelėse, vonios kambarių ir baseinų zonose, kempingų teritorijose ir pan. Šiuo atveju viena iš potencialų suvienodinimo funkcijų – neleisti tarp skirtingų imtuvų korpusų susidaryti juntamam potencialų skirtumui.

Be to, vietinis potencialų suvienodinimas atliekamas tuomet, kai izoliacijos pažeidimas atveju galimas srovės tekėjimas keliu „ranka-ranka“ (4 pav.).

Vietinis neįžemintas potencialų suvienodinimas būtinas taikant apsaugai nuo elektros pavojų apsauginio atskyrimo

būda, kai per skiriamąjį transformatorių maitinami keli imtuvai (5 pav.)

Šiuo atveju pasyviųjų dalių sujungimas CC laidininku ne tik suvienodina potencialus izoliacijos pažeidimo metu, bet ir sudaro sąlygas automatinio išjungimo įtaisui per nustatytą laiko tarpą išjungti grandinės maitinimą.

### Papildomas potencialų suvienodinimas

Kai trumpojo jungimo srovė elektros įrenginio izoliacijos dėl pažeidimo yra per maža, kad per nustatytą laiką suveiktų apsaugos nuo viršsrovio įtasis, elektros įrenginyje arba jo dalyje būtina įrengti papildomą potencialų suvienodinimo sistemą. Taip nutinka, jeigu atstumas nuo pagrindinės įžeminimo šynos iki skirstomojo skydo arba skydelio yra gana didelis. Šiuo atveju potencialų suvienodinimo laidininkais tarpusavyje turi būti sujungtos visos vienu metu galimos paliesti stacionariųjų elektros įrenginių pasyviosios ir pašalinės laidžiosios dalys, tarp jų ir šakučių laidų PE kontaktai.

Vonios ir dušo patalpoms papildomas potencialų suvienodinimas yra privalomas ir turi apimti net pašalines laidžiąsias dalis, išeinančias už šių patalpų ribų. Šis reikalavimas taikomas ir vonios bei dušo patalpoms, kuriose nenaudojami jokie elektros įrenginiai arba jie yra įrengti kitoje patalpoje, kurioje aplinka nelaidi. Kilnojamųjų vonių ir dušų kabinų elektrai laidžios metalinės dalys taip pat turi būti prijungtos prie potencialų suvienodinimo laidininko. Šiose patalpose neleidžiama naudoti neįžemintų vietinių potencialų suvienodinimo sistemų. Tačiau jas draudžiama sujungti su žeme per elektros įrenginių pasyviąsias dalis ir per pašalines laidžiąsias dalis.

Kaip teigia dr. E. Musiał, potencialų suvienodinimo laidininkų nereikia nedidelių matmenų laidžiosioms dalims, kurios nėra natūraliai įžemintos ir negali

pridėti svetimumo potencialo, pvz., durų staktoms, sieninei spintelei arba baterijai polivinilchloridiniame vamzdyje. Su teikus jiems žemės potencialą, galima padidinti traumos pavojų.

Šiuo metu vyksta diskusija apie būtinybę įtraukti į potencialų suvienodinimą izoliacinės medžiagos vamzdžius, kuriuose pastoviai yra vanduo. Teigiama, kad vanduo, kurio tūrinė varža iki  $50 \Omega \cdot m$ , taip pat gali sukelti elektros traumą.

Efektyviam potencialų suvienodinimo sistemos darbui jungiamųjų laidininkų varža tarp elektros įrenginių pasyviųjų ir pašalinių laidžiųjų dalių turi atitikti sąlygą:

$$R \leq \frac{50}{I_a};$$

čia  $I_a$  – srovės vertė, kuri apsaugos nuo viršsrovių įtasis atjungia per 5 s;

50 V – kintamoji ilgalaikė leistinoji prisilietimo įtampa normaliomis sąlygomis, pavojingomis sąlygomis – 25 V.

### Potencialų suvienodinimo sistemų laidininkų matmenys ir prijungimas

Kaip potencialų suvienodinimo sistemų laidininkai gali būti naudojami viengysliai variniai neizoliuoti arba izoliuoti laidininkai, daugiagyslių laidų varinės gyslos, plieniniai neizoliuoti arba dengti antikorozine danga laidininkai. Aktyvios korozijos aplinkoje būtina naudoti izoliuotus arba kitaip apsaugotus nuo korozijos laidininkus. **Neįžemintų potencialų suvienodinimo sistemose naudojami tik izoliuoti laidininkai.** Jų skerspjuvis ir izoliacijos spalva turi atitikti PE laidininkams keliamus reikalavimus. Pašalinės laidžiosios dalys, skirtos pastoviam naudojimui, pvz., statybinės metalo konstrukcijos, metaliniai vandentiekio vamzdžiai, tam tikrais atvejais gali būti naudojamos kaip potencialų suvienodinimo laidininkai.

6 pav. Potencialų suvienodinimo laidininkų prijungimo pavyzdžiai





Potencialų suvienodinimo laidininkai turi būti tiesiami ant lygaus paviršiaus kuo trumpesne trasa tose vietose, kur nėra mechaninių pažeidimų galimybių. Šių laidininkų prijungimas prie pasyviųjų arba pašalinių laidžiųjų dalių gali būti vykdomas agresyvioje aplinkoje suvirinant, kitur – varžtais, jungėmis ir pan. (6 pav.). Kontaktai turi būti apsaugoti nuo korozijos ir atsipalaidavimo. Neleidžiama laidininkų jungti nuosekliai. Vandens ar dujų skaitikliai turi būti šuntuojami.

Pagrindinės potencialų suvienodinimo sistemos laidininkų skerspjūvis turi būti ne mažesnis kaip 50 proc. konkretaus elektros įrenginio didžiausio apsauginio laidininko skerspjūvio, jeigu varinio potencialų suvienodinimo laidininko skerspjūvis yra ne didesnis nei 25 mm<sup>2</sup>. Didesnio skerspjūvio laidininkų



dažniausiai naudoti nebūtina. Tačiau visais atvejais pagrindinės potencialų suvienodinimo sistemos varinių laidininkų skerspjūvis turi būti ne mažesnis kaip 6 mm<sup>2</sup>, aliumininių – 16 mm<sup>2</sup>, plieninių – 50 mm<sup>2</sup>.

Papildomos potencialų suvienodinimo sistemos laidininkų skerspjūvis

- prijungiant dvi pasyviąsias dalis turi būti ne mažesnis už mažiausio apsauginio laidininko, prijungto prie šių dalių, skerspjūvį;
- jungiant pasyviąją dalį su pašaline laidžiąja dalimi – 50 proc. apsauginio laidininko, prijungto prie pasyviosios dalies, skerspjūvio.

Visais atvejais atskirai paklotų varinių laidininkų skerspjūvis turi būti ne mažesnis kaip:

- 2,5 mm<sup>2</sup> – esant apsaugai nuo mechaninių pažeidimų;
- 4 mm<sup>2</sup> – nesant apsaugos nuo mechaninių pažeidimų.

Atskirai paklotų aliumininių laidų skerspjūvis turi būti ne mažesnis kaip 16 mm<sup>2</sup>.

Elektros įrenginių įrengimo taisyklės reikalauja, kad gyvenamuosiuose pastatuose prie potencialų suvienodinimo sistemos būtų prijungtos visos atviros pasyviosios stacionariųjų elektros įrenginių dalys, prie kurių būtų galima prisiliesti, taip pat pašalines laidžiosias dalys ir visų rūšių elektros įrenginių (įskaitant ir šakučių lizdus) apsauginiai laidininkai (PE). Tačiau būtina turėti omenyje, kad tai negarantuoja visiško sistemos per visą jos ilgį įžeminimo dėl nelaidžių tarpų buvimo bei pastato inžinerinių tinklų perdarymo bei keitimo. Todėl būtina tikėtis, kad rekonstruojant pastato inžinerinius tinklus (vandentiekio, šilumos, oro kondicionavimo) potencialų suvienodinimo grandinės elektrinis vientisumas bus pažeistas. Be to, bute arba biure įrengti papildomą potencialų suvienodinimo sistemą yra techniškai sudėtinga ir brangu, todėl šiose patalpose kaip alternatyva gali būti naudojami skirtuminės srovės apsaugos įtaisai.

Taigi potencialų suvienodinimas yra papildoma apsaugos nuo elektros netiesioginio sąlyčio atvejų priemonė, kuri turi būti naudojama kartu su kitomis apsaugos priemonėmis. TN tinklo sistemoje pagrindinis techninis sprendimas kol kas lieka automatinis maitinimo išjungimas.

Straipsnio apimtis neleidžia nuodugniau išnagrinėti potencialų suvienodinimo sistemų sudarymo informacijos apdorojimo bei perdavimo ir žaibosaugos įrenginiams principus. Šioms potencialų suvienodinimo sistemoms, be saugių darbo sąlygų užtikrinimo, keliami papildomi reikalavimai, tarp jų:

- apsauga nuo elektrolitinės korozijos;
- elektromagnetinio suderinamumo užtikrinimas;
- apsauga nuo didelių atgalinių srovių per funkcinio įžeminimo FE ir apsauginius PE ir PEN laidininkus.

Apie tai kalbėsime kitame straipsnyje.

