Pobočka Slovenskej elektrotechnickej spoločnosti

Školiace pracovisko elektrotechnikov

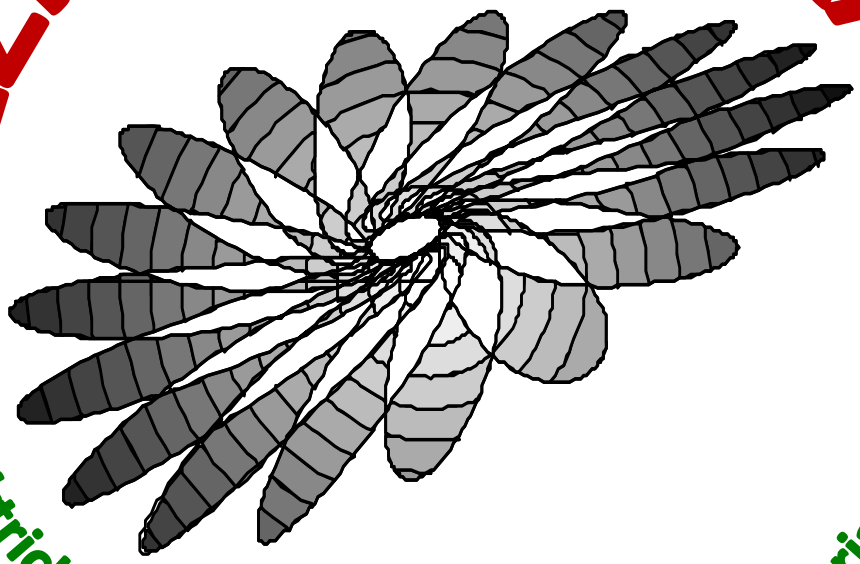
CENTRUM VZDELÁVANIA

Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika

v Liptovskom Mikuláši

Zborník prednášok z XXI. odborného seminára

BEZPEČNOSŤ PRÁCE



na elektrických inštaláciách a elektrických zariadeniach

Výchova a vzdelávanie elektrotechnikov

SES člen ZSVTS

Liptovský Mikuláš

ŠPE

28. február 2013

Školiace pracovisko elektrotechnikov

Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši

Demänová 393
031 06 Liptovský Mikuláš

tel.: 0960 423 925
mob.: 0905 358 238
fax: 0960 422 141

spe@aos.sk
www.aos.sk/spe

❶

Zabezpečuje vyučovanie všetkých odborností vysokoškolského štúdia a kurzov v Akadémii ozbrojených síl v Liptovskom Mikuláši v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pred zásahom elektrickým prúdom pri práci na elektrických inštaláciách a elektrických zariadeniach a všeobecnej bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci

❷

Vykonáva školenia, aktualizačnú odbornú prípravu a skúšky pracovníkov na získanie kvalifikácie na elektrické inštalácie a elektrické zariadenia do 1000 V_{AC} a 1500 V_{DC} podľa prílohy 2 (05.1, 05.2) Zákona č. 124/2006 Z. z. a Vyhlášky č. 508/2009 Z. z. (Všeob. 21-2 ŠOTD v OS SR)

❸

Vykonáva školenia a aktualizačnú odbornú prípravu zamestnancov a vedúcich zamestnancov podľa prílohy 2 Zákona č. 124/2006 Z. z. (01.1)

❹

Vykonáva výchovu, vzdelávanie a poradenstvo v oblasti bezpečnosti práce na elektrických inštaláciách a pri obsluhe elektrických zariadení

❺

Vykonáva poradenskú činnosť k problematike normalizácie, projektovania, revízií (OPaOS) elektrických inštalácií a bezpečného konštruovania elektrických zariadení

❻

Vypracováva metodické a didaktické učebné pomôcky a výučbové programy pre všeobecnú bezpečnosť a pre oblasť bezpečnosti práce na elektrických zariadeniach a inštaláciách

Odborný seminár: Bezpečnosť práce na elektrických inštaláciách a elektrických zariadeniach. Výchova a vzdelávanie elektrotechnikov.

Garanti odborného semináru:

Ing. Rudolf HUNA	ŠPE AOS v Liptovskom Mikuláši
Ing. Jana STAROŇOVÁ	ŠPE AOS v Liptovskom Mikuláši

Organizačný výbor:

Ing. Rudolf HUNA
Ing. Jana STAROŇOVÁ
Ing. Emil VIDO

Recenzie článkov publikovaných v zborníku prednášok vykonali:

Ing. Rudolf HUNA	AOS v Liptovskom Mikuláši
Ing. Jana STAROŇOVÁ	AOS v Liptovskom Mikuláši
doc. Ing. Ján OCHODNICKÝ, PhD.	AOS v Liptovskom Mikuláši
doc. Ing. Zdeněk MATOUŠEK, PhD.	AOS v Liptovskom Mikuláši

Zostavovatelia:

Ing. Jana STAROŇOVÁ
Ing. Rudolf HUNA

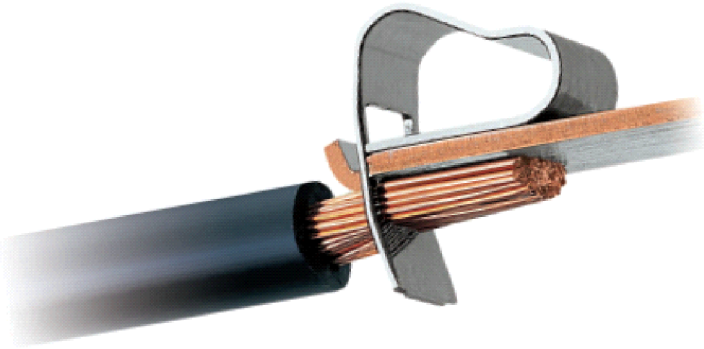
ISBN 978-80-89456-11-6

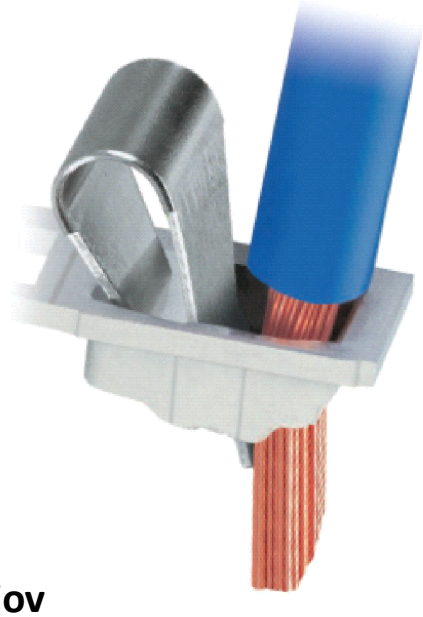
Autor, názov	Str.
Peter Matej Poznatky a skúsenosti z odbornej spôsobilosti elektrotechnikov v rezorte Ministerstva obrany SR a Ozbrojených síl SR	7
Leoš Koupý Přesnost měření při revizi na elektrických instalacích (měření impedance poruchové smyčky)	21
Ján Hronský Podiel firmy WAGO na bezpečnej práci na elektrických zariadeniach	33
Marián Brúsil, Miroslava Bočkayová Meranie elektrostatickej ochrany elektrických zariadení a pracovníkov	41
Rudolf Huna, Jana Staroňová Revízie mobilných prostriedkov elektrických (kontrola prvkov prepäťových ochrán - SPD)	57
Marcel Čatloš Nové STN z oblasti nízkonapäťových elektrických inštalácií	81
Ján Meravý Poznatky z revízií elektrických inštalácií v súlade so STN	91
Martin Herman Nežiaduce zvyšovanie teploty v elektrickej inštalácii	101
František Nebus, Mikuláš Šostronek, Ján Ochodnický, Zdeněk Matoušek Elektromagnetická kompatibilita v automobilovej technike	115

PROELEKTRO spol. s r. o.

WAGO partner

Je značka reprezentujúca špičkovú technológiu pripojovania vodičov. "Cage Clamp" a "Cage Clamp S" sú ochranné značky patentovaných pružinových pripojovacích systémov.

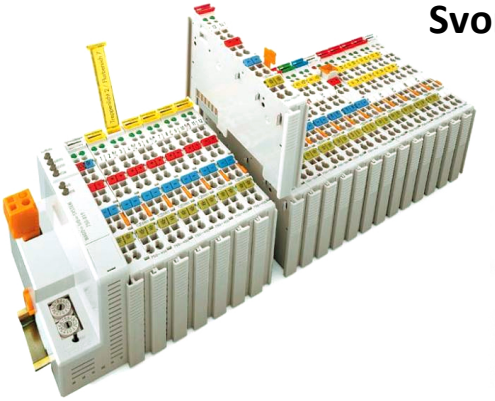




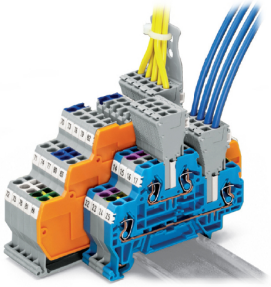
Radové svorky od 0,08 mm^2 do 95 mm^2

Konektory od 2 do 24 pólov

Svorky do plošných spojov



Svorky pre elektroinštalácie



Spracovanie a prenos dát

Riadiace systémy

WAGO nás spája

Proelektro spol. s r.o.

Na barine 22
841 03 Bratislava

Tel: 02 4569 2503
02 4569 2873

e-mail: info@wago.sk
internet: www.wago.sk

Poznatky a skúsenosti z odbornej spôsobilosti elektrotechnikov v rezorte Ministerstva obrany SR a Ozbrojených síl SR

Ing. Peter MATEJ
inšpektor pre bezpečnosť elektrických zariadení, MO SR – OdDČIP

Úvod

Odborná spôsobilosť elektrotechnikov (OSE) na činnosti na elektrických zariadeniach je v rezorte Ministerstva obrany Slovenskej republiky a Ozbrojených síl Slovenskej republiky *(ďalej len „v rezorte obrany")* vyžadovaná zamestnávateľom, pre zaradenie na pracovnú pozíciu podľa platných zákonov, vyhlášok a odborných rezortných predpisov. Výchova a vzdelávanie v oblasti OSE nie je len súčasnou záležitosťou, ale bola uplatňovaná v rezorte obrany aj v minulosti. Bol vytvorený systém školení a kurzov v útvaroch a zariadeniach obrany, ktoré vzdelávali profesionálnych vojakov a zamestnancov, pred zaradením na pracovné pozície a po vyškolení a preverení odbornej spôsobilosti úspešným uchádzačom bolo udelené osvedčenie o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike.

Ministerstvo obrany, ktoré je ústredným orgánom štátnej správy sa riadi Organizačným poriadkom Ministerstva obrany Slovenskej republiky, v ktorom sú stanovené kompetencie a pôsobnosť pre jednotlivé sekcie, úrady a zariadenia podľa organizačnej štruktúry ministerstva, pre výkon činnosti ústredného orgánu štátnej správy. Po vzniku Slovenskej republiky sa začala tvoriť nová organizačná štruktúra ŠOTD (Štátny odborný technický dozor) v rezorte Ministerstva obrany. Orgány ŠOTD tvorili:

a) **riadiaci orgán** – oddelenie ŠOTD MO SR;
b) **výkonné orgány** – oddelenia, skupiny ŠOTD logistiky GŠ Armády SR, Štábu letectva a PVO a Zdravotníckej správy GŠ Armády SR;
c) **technická inšpekcia** stavebnej a ubytovacej správy (TI SUS).

V roku 1997 bol zavedený bezpečnostný predpis „**Všeob-21-2 ŠOTD v rezorte Ministerstva obrany**". ŠOTD prešiel reorganizačnými zmenami (redukcia oddelení, zložiek, počet zamestnancov a pod.) Posledná reorganizačná zmena sa v štruktúre ŠOTD vykonala ku 1. februáru 2009, kedy došlo k zrušeniu oddelenia hlavných inšpektorov ŠOTD MO SR (bývalých hlavných skúšobných komisárov). Oddelenie do tej doby bolo začlenené na SeKO – IMO (Sekcia kontroly – Inšpekcie ministra obrany). Celá agenda, pracovné činnosti a kompetencie boli prenesené na **Odbor dozorných činností a inšpektorát práce MO SR (OdDČIP)** so sídlom v Trenčíne, bez náhrady pracovných pozícií. Pracovné činnosti a kompetencie hlavných skúšobných komisárov/hlavných inšpektorov EZ, PZ, TZ a ZZ od 1. februára 2009 prevzal inšpektor pre bezpečnosť elektrických zariadení, inšpektor pre bezpečnosť plynových zariadení a tlakových zariadení a inšpektor pre bezpečnosť zdvíhacích zariadení.

A) OSE A VTZ V REZORTE OBRANY

Ministerstvo obrany podľa *§ 6 ods. (3), písm. i)* zákona č. 321/2002 Z. z. o ozbrojených silách Slovenskej republiky, pri riadení ozbrojených síl vykonáva overovanie plnenia požiadaviek bezpečnosti vyhradených technických zariadení a technických zariadení používaných v ozbrojených silách. Podľa *písm. j)* tohto odseku a paragrafu ministerstvo obrany plní ďalšie úlohy stanovené osobitnými predpismi (napríklad úlohy stanovené podľa § 12, zákona č. 575/2001 Z. z. o organizácii činnosti vlády a o organizácii ústrednej štátnej správy, v znení zákona č. 143/2002 Z. z.).

Organizačná štruktúra:

Odbor dozorných činností a inšpektorát práce MO SR (OdDČIP)

a) oddelenie inšpekcie práce a dozoru nad bezpečnosťou technických zariadení,
b) oddelenie energetickej inšpekcie, požiarneho dozoru a metrológie.

Odbor dozorných činností a inšpektorát práce MO SR, podľa Organizačného poriadku Ministerstva obrany Slovenskej republiky v oblasti OSE a VTZ plní najmä tieto úlohy:

a) vykonáva štátnu správu a plní úlohy správneho orgánu v oblasti inšpekcie práce podľa zákona č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, podľa zákona 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov, podľa

vyhlášky MPSVaR č. 508/2009 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie BOZP s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia, ďalej v oblasti výchovy a vzdelávania podľa vyhlášky MPSVaR č. 356/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách a rozsahu výchovnej a vzdelávacej činnosti, o projekte výchovy a vzdelávania, vedení predpísanej dokumentácie a overovaní vedomostí účastníkov výchovnej a vzdelávacej činnosti, v znení neskorších predpisov v rezorte ministerstva obrany,

b) v oblasti inšpekcie práce, energetickej inšpekcie a požiarneho dozoru overuje odbornú spôsobilosť fyzických osôb a právnických osôb; vydáva a odoberá osvedčenia a oprávnenia na činnosti v rezorte ministerstva obrany,

c) vydáva osvedčenia alebo stanoviská o tom, či stroje, zariadenia, pracovné prostriedky, materiály, výstroj a výzbroj pred zavedením do ozbrojených síl Slovenskej republiky spĺňajú požiadavky na bezpečnosť a ochranu zdravia, protipožiarnu bezpečnosť a na hospodárne využívanie energií,

d) určuje vyhradené technické zariadenia používané v rezorte ministerstva obrany,

e) spolupracuje s ostatnými štátnymi inšpekčnými a dozornými orgánmi na základe dvojstranných zmlúv o spolupráci alebo na základe poverenia a zabezpečuje účasť vymenovaných zamestnancov v medzirezortných komisiách so zameraním na oblasť inšpekcie práce,

f) vypracúva interné normatívne akty, vydáva metodické pokyny a opatrenia v oblasti prevádzky a zaistenia bezpečnosti technických zariadení, v oblasti energetickej inšpekcie, v oblasti požiarneho dozoru a ochrany pred požiarmi, v oblasti metrológie a v oblasti energetickej efektívnosti budov v rezorte ministerstva obrany.

Od vzniku Slovenskej republiky *v roku 1993* je oblasť OSE sprevádzaná častými zmenami v zákonoch, vyhláškach, predpisoch. Tieto zmeny však nebývajú len zmenami pre vylepšenie legislatívy, ale často aj naopak, vyvolávajú zmätok v odbornej ale aj laickej verejnosti.

Napríklad v terminológii, kedy legislatíva zmenila dlho zaužívaný názov *„revízny technik“* bol nahradený názvom *„odborný pracovník“* a nedávno (*v roku 2009*) sa opäť vrátil k pôvodnému názvu *„revízny technik“ ???* Tieto zmeny nielen že vyvolávajú chaos, ale majú aj ekonomické dopady. Menia sa tlačivá, formuláre, pečiatky... Tento obľúbený spôsob permanentnej zmeny názvov, pojmov v legislatíve môže vyvolať aj kuriozity ako v rezorte obrany pre revíznych technikov máme pečiatky, kde podľa súčasne platnej legislatívy už ani jeden typ používaných pečiatok nespĺňal predpísané názvy:

Ad1: Odborný pracovník – **E4A-102 – OTD v Ozbrojených silách SR**
(neplatný názov) *(platný názov)*

Ad2: **Revízny technik – E4A-014 – OTD** v Armáde SR
(platný názov) *(neplatný názov)*

V súčasnosti prebieha obmena pečiatok za nové, ktoré sú v súlade s platnou legislatívou:

Ad3: **Revízny technik – E4A-014 – OTD v Ozbrojených silách SR**
(platný názov) ***(platný názov)***

B) ODBOR DOZORNÝCH ČINNOSTÍ A INŠPEKTORÁT PRÁCE MO SR V OBLASTI OSE A VTZ SA RIADI ZÁKONMI A PREDPISMI:

Zákon č. 125/2006 Z. z., o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov

VYKONÁVANIE INŠPEKCIE PRÁCE

Podľa § 4 zákona č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ***inšpekciu práce na pracoviskách*** *Ministerstva vnútra Slovenskej republiky, Policajného zboru, Hasičského a záchranného zboru,* ***Ministerstva obrany Slovenskej republiky, Ozbrojených síl Slovenskej republiky****, Zboru väzenskej stráže a justičnej stráže Slovenskej republiky, Železničnej polície a Colnej správy Slovenskej republiky* ***vykonávajú ich orgány inšpekcie práce.***

ŠTÁTNY ODBORNÝ DOZOR = INŠPEKCIA PRÁCE

Podľa § 22, ods. (2) zákona č. 125/2006 Z. z. o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z. o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, *ak sa vo všeobecne záväzných právnych predpisoch používa* ***pojem štátny odborný dozor*** *v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vykonávaný podľa doterajších predpisov,* ***rozumie sa tým inšpekcia práce.***

Zákon č. 124/2006 Z. z., o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov

§ 9
Kontrolná činnosť

Podľa § 9 zákona 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov,

(1) *Zamestnávateľ je povinný sústavne kontrolovať a vyžadovať dodržiavanie právnych a ostatných predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, zásad bezpečnej práce, ochrany zdravia pri práci, bezpečného správania na pracovisku a bezpečných pracovných postupov, najmä kontrolovať:*

a) *stav bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vrátane stavu bezpečnosti technických zariadení; na ten účel v intervaloch určených osobitnými predpismi zabezpečovať kontrolu, meranie a hodnotenie faktorov pracovného prostredia, úradné skúšky, odborné prehliadky a odborné skúšky vyhradených technických zariadení,*

b) *či zamestnanec nie je v pracovnom čase pod vplyvom alkoholu, omamných látok alebo psychotropných látok a či dodržiava určený zákaz fajčenia v priestoroch zamestnávateľa,*

c) *činnosť zamestnanca na odlúčenom pracovisku a zamestnanca, ktorý pracuje na pracovisku sám,*

d) *riadne používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov, ochranných zariadení a iných ochranných opatrení.*

(2) *Zamestnávateľ je povinný odstraňovať nedostatky zistené kontrolnou činnosťou.*

§ 14
Overovanie plnenia požiadaviek bezpečnosti technických zariadení

(1) *Overovanie plnenia požiadaviek bezpečnosti technických zariadení zahŕňa*

a) *overovanie odbornej spôsobilosti zamestnávateľa na odborné prehliadky a odborné skúšky a opravy vyhradeného technického zariadenia podľa právnych predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, na plnenie tlakovej nádoby na dopravu plynov vrátane plnenia nádrží motorového vozidla plynom a vydávanie oprávnení na tieto činnosti,*

b) *vykonávanie prehliadky, riadenie a vyhodnocovanie alebo vykonávanie úradnej skúšky a inej skúšky podľa právnych predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci na vyhradených technických zariadeniach vrátane označenia vyhradeného technického zariadenia a vydávanie príslušných dokladov,*

c) *overovanie odborných vedomostí fyzickej osoby na vykonávanie skúšky, odborných prehliadok a odborných skúšok, opráv a obsluhy vyhradeného technického zariadenia podľa právnych predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a vydávanie osvedčenia alebo preukazu na tieto činnosti a*

d) *posudzovanie, či technické zariadenia, materiál, projektová dokumentácia stavieb s technickým zariadením a jej zmeny, dokumentácia technických zariadení a technológií spĺňajú požiadavky bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a vydávanie odborného stanoviska.*

(2) *Plnenie požiadaviek bezpečnosti technických zariadení podľa odseku 1 je oprávnená overovať právnická osoba, ktorá má oprávnenie vydané Národným inšpektorátom práce (ďalej len "oprávnená právnická osoba"). Činnosť oprávnenej právnickej osoby sa nevzťahuje na technické zariadenia podliehajúce dozoru orgánov podľa osobitných predpisov.*

§ 15
Oprávnenie na činnosť

(1) *Odborné prehliadky a odborné skúšky a opravy vyhradeného technického zariadenia podľa právnych predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a plnenie tlakovej nádoby na dopravu plynov vrátane plnenia nádrže motorového vozidla plynom môže pre inú fyzickú osobu alebo pre inú právnickú osobu vykonávať len zamestnávateľ, ktorý má oprávnenie na činnosť (ďalej len "oprávnenie").*

(2) *Na činnosti podľa odseku 1 vydáva oprávnenie oprávnená právnická osoba na základe písomnej žiadosti.*

§ 16
Osvedčenie na vykonávanie činnosti a preukaz na vykonávanie činnosti

(1) *Fyzická osoba môže obsluhovať určený pracovný prostriedok a vykonávať určené činnosti ustanovené právnymi predpismi a ostatnými predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci pri jeho prevádzke len na základe platného osvedčenia na vykonávanie činnosti alebo preukazu na vykonávanie činnosti (ďalej len "osvedčenie alebo preukaz") vydaného oprávnenou právnickou osobou, fyzickou osobou alebo právnickou osobou, ktorá má oprávnenie podľa § 27 ods. 3 (ďalej len "osoba oprávnená na výchovu a vzdelávanie"). Osvedčenie alebo preukaz sa vydáva na základe písomnej žiadosti, v ktorej fyzická osoba uvedie údaje podľa osobitného predpisu.*

(2) *Podmienkou na vydanie osvedčenia alebo preukazu pre fyzickú osobu je*

- ***a)*** *vek najmenej 18 rokov, ak právne predpisy alebo ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci neustanovujú inak,*
- ***b)*** *vzdelanie a prax podľa osobitného predpisu,*
- ***c)*** *zdravotná spôsobilosť podľa osobitného predpisu,*
- ***d)*** *absolvovanie odbornej prípravy v rozsahu ustanovenom osobitným predpisom,*
- ***e)*** *overenie odborných vedomostí.*

(4) ***Fyzická osoba, ktorá má osvedčenie alebo preukaz, je povinná každých päť rokov absolvovať aktualizačnú odbornú prípravu u osoby oprávnenej na výchovu a vzdelávanie****. Osoba oprávnená na výchovu a vzdelávanie uvedie v osvedčení alebo v preukaze obdobie, v ktorom fyzická osoba absolvovala aktualizačnú odbornú prípravu.*

(5) *Fyzická osoba, ktorá má osvedčenie alebo preukaz, je povinná vo svojej odbornej činnosti dodržiavať právne predpisy a ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.*

(6) *Ak fyzická osoba, ktorá má osvedčenie alebo preukaz, vo svojej odbornej činnosti závažným spôsobom alebo opakovane koná v rozpore s právnymi predpismi a s ostatnými predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, príslušný inšpektorát práce jej odoberie osvedčenie alebo preukaz.* ***Fyzická osoba, ktorej bolo odobraté osvedčenie alebo preukaz, môže požiadať o jeho vydanie najskôr šesť mesiacov po jeho odobratí.*** *Národný inšpektorát práce zverejňuje zoznam fyzických osôb, ktorým bolo osvedčenie alebo preukaz odobraté, spolu s údajmi podľa odseku 3 písm. d).*

(7) *Osvedčenie alebo preukaz stráca platnosť odobratím podľa odseku 6, alebo ak fyzická osoba, ktorá má osvedčenie alebo preukaz, neabsolvovala aktualizačnú odbornú prípravu.*

§ 27
Výchova a vzdelávanie

(1) *Problematika bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a metódy prevencie rizík sú predmetom výučby na školách pripravujúcich žiakov a študentov na výkon povolania a ďalšieho vzdelávania dospelých vrátane rekvalifikácií.*

(2) *Zamestnávateľ je povinný zabezpečiť, aby súčasťou programu vzdelávania a odbornej výchovy všetkých zamestnancov bola bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci a prevencia rizík.*

(3) *Fyzická osoba a právnická osoba môžu organizovať a vykonávať výchovu a vzdelávanie v oblasti ochrany práce v rozsahu jednotlivých činností podľa prílohy č. 2 len na základe oprávnenia vydaného Národným inšpektorátom práce* ***alebo príslušným orgánom dozoru.*** *oprávnenie sa nevyžaduje pre strednú školu a vysokú školu na prípravu žiakov a študentov na výkon povolania a pre zamestnávateľa na výchovu a vzdelávanie v oblasti ochrany práce vlastných zamestnancov a vedúcich zamestnancov podľa prílohy č. 2 skupiny 01 bodu 01.1. Výchovu a vzdelávanie bezpečnostného technika a zamestnávateľa, ktorý bude osobne vykonávať úlohy bezpečnostného technika alebo autorizovaného bezpečnostného technika, môže organizovať a vykonávať len škola alebo osoba oprávnená na výchovu a vzdelávanie, ktorá je právnickou osobou. Oprávnenie na vykonávanie výchovy a vzdelávania v oblasti ochrany práce v rozsahu príslušnej činnosti (ďalej len "oprávnenie na výchovu a vzdelávanie") sa vydáva na základe písomnej žiadosti.*

Všeob-21-2 Štátny odborný technický dozor v rezorte ministerstva obrany

Vojenský predpis Všeob-21-2 je bezpečnostným predpisom, ktorý upravuje všeobecné požiadavky a ustanovuje všeobecné podmienky, ktoré musia byť splnené z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, pri projektovaní, konštruovaní, výrobe, montáži, pri opravách, rekonštrukciách, odborných prehliadkach a odborných skúškach na elektrických, plynových, tlakových a zdvíhacích zariadeniach, ako aj pri prevádzke týchto zariadení. Predpis sa vzťahuje na objekty rezortu Ministerstva obrany a Ozbrojených síl Slovenskej republiky a technické zariadenia, ktoré sú súčasťou týchto objektov, vrátane vojenskej techniky.

Štruktúra predpisu Všeob-21-2 je koncipovaná:

HLAVA 1: Všeobecné ustanovenia
HLAVA 2: Organizácia štátneho odborného technického dozoru v rezorte ministerstva obrany
HLAVA 3: Dozor nad bezpečnosťou technických zariadení
HLAVA 4: Odborná spôsobilosť pracovníkov na elektrických zariadeniach
HLAVA 5: Prechodné ustanovenia
PRÍLOHY: 1 až 19

Reorganizačné zmeny organizačných štruktúr v rezorte obrany komplikujú legislatívny proces v oblasti tvorby a novelizácie predpisov. Dochádza často k znižovaniu počtov zamestnancov až na hranicu únosnosti. Nariadenie ministra obrany Slovenskej republiky č. 46/2009 o inšpekcii práce, energetickej inšpekcii a požiarnom dozore, reaguje na súčasne platné predpisy, ktorým upresňuje niektoré neaktuálne pojmy a definície uvedené najmä v HLAVE 1 a v HLAVE 2 predpisu Všeob-21-2. Vydanie nového predpisu má definované presné pravidlá a postupy na jeho tvorbu. Tieto sú odborne a časovo náročné, ohľadom aj na často sa meniacu štátnu legislatívu. Z tohto dôvodu Odbor dozorných činností a inšpektorát práce MO SR vypracoval Nariadenie MO SR č. 46/2009 z 19. júna 2009 aj z dôvodu aktualizácie niektorých častí predpisu Všeob-21-2. Ďalšie podmienky, zahŕňajúce oblasť týkajúcu sa elektrických zariadení v HLAVE 3 a v HLAVE 4 predpisu Všeob-21-2, budú spresnené v pripravovanom „METODICKOM POKYNE INŠPEKCIE PRÁCE MINISTERSTVA OBRANY SR PRE ELEKTRICKÉ ZARIADENIA“.

N MO č. 46/2009, Nariadenie ministra obrany Slovenskej republiky č. 46/2009 o inšpekcii práce, energetickej inšpekcii a požiarnom dozore

Nariadenie ministra obrany Slovenskej republiky o inšpekcii práce, energetickej inšpekcii a požiarnom dozore má cieľ vymedziť štruktúru orgánov inšpekcie, plnenie úloh, činnosť, práva, povinnosti a spôsob vymenúvania a odvolávania inšpektorov.

Poznámka: *V tejto časti dávam do pozornosti niektoré články tohto nariadenia v súvislosti s výkonom a činnosťou inšpekcie práce pre výchovu a vzdelávanie – OSE a vyhradené technické zariadenia elektrické, so zameraním sa na kompetencie inšpektora pre bezpečnosť elektrických zariadení v rezorte Ministerstva obrany a Ozbrojených síl Slovenskej republiky.*

Čl. 2
Základné ustanovenia

(1) Výkon štátnej správy v oblasti inšpekcie práce, energetickej inšpekcie, ochrany pred požiarmi a výkon štátneho dozoru sa zabezpečuje dozornými orgánmi ministerstva obrany (ďalej len „dozorný orgán“).

(2) Dozornú činnosť vykonávajú inšpektori práce, inšpektori energetickej inšpekcie a inšpektori požiarneho dozoru. Dokumenty vydávané v súvislosti s dozornou činnosťou sa označujú úradnou pečiatkou so štátnym znakom.

(3) Dozorné orgány pri výkone dozoru vo svojej oblasti plnia úlohy správneho orgánu. Proti rozhodnutiu dozorného orgánu sa možno odvolať. Na konanie o odvolaní sa vzťahuje zákon o správnom konaní.

(4) Inšpekcia práce sa nevykonáva na pracoviskách Vojenského spravodajstva.

Príloha č. 2 k nariadeniu ministra obrany Slovenskej republiky č. 46/2009

Čl. 4
Ďalšie činnosti orgánov inšpekcie práce

Inšpektori pre bezpečnosť technických zariadení v rámci riadenia inšpekcie práce v oblasti **OSE a VTZ** plnia najmä tieto úlohy:

a) vydávajú oprávnenie fyzickej osobe alebo právnickej osobe na výchovu a vzdelávanie, v prípade porušenia podmienok podľa vydaného oprávnenia alebo porušenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci odoberajú oprávnenia, ktoré vydali,
b) odborne usmerňujú výchovu a vzdelávanie v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci,
c) vydávajú osvedčenia alebo stanoviská o tom, či výstroj, stroje, zariadenia a materiály pred zavedením do ozbrojených síl Slovenskej republiky spĺňajú požiadavky na bezpečnosť pri práci,
d) spolupracujú so štátnymi inšpekčnými a dozornými orgánmi na základe dvojstranných zmlúv o spolupráci alebo na základe poverenia,

e) overujú odbornú spôsobilosť pracoviska na vykonávanie odborných prehliadok, odborných skúšok a opráv vyhradených technických zariadení, plnenia tlakovej nádoby na dopravu plynov vrátane plnenia nádrží motorového vozidla plynom a vydávajú oprávnenia na tieto činnosti; v prípade porušenia podmienok na vydanie oprávnenia alebo porušenia zásad bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci odoberajú oprávnenia, ktoré vydali,
f) overujú odbornú spôsobilosť fyzických osôb na odborné prehliadky, odborné skúšky, opravy a obsluhu vyhradených technických zariadení a vydávajú im osvedčenia o odbornej spôsobilosti; v prípade porušenia zásad bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci odoberajú osvedčenia, ktoré vydali,
g) vypracúvajú predpisy, vydávajú metodické pokyny a opatrenia na prevádzku a zaistenie bezpečnosti technických zariadení,
h) určujú technické zariadenia používané v rezorte ministerstva obrany, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia,
i) preverujú dodržiavanie rozsahu a podmienok určených v oprávneniach a osvedčeniach,
j) posudzujú, či technické zariadenia, materiál, projektová dokumentácia stavieb s technickým zariadením a jej zmeny, dokumentácia technických zariadení a technológií spĺňajú požiadavky bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a vydávajú o tom odborné stanoviská,
k) riadia a vyhodnocujú, alebo vykonávajú opakované úradné skúšky a iné skúšky na technických zariadeniach vrátane označenia vyhradeného technického zariadenia a vydávania príslušných dokladov,
l) vedú vo svojej pôsobnosti evidenciu vydaných osvedčení OSE a odborných pracovníkov – revíznych technikov.

KONTROLNÁ ČINNOSŤ – PREVÁDZKOVATELIA VTZ

Inšpekcia práce MO SR u zamestnávateľov, (ktorými sú v rezorte obrany velitelia útvarov, riaditelia úradov a zariadení, vedúci SPO – stredísk prevádzky objektov a pod.) preveruje svojou kontrolnou činnosťou stav a úroveň dodržiavania BOZP, vrátane stavu bezpečnosti technických zariadení. Zo zistených poznatkov sa najväčšie nedostatky vyskytujú:

- v nedostatočnej údržbe elektrotechnických inštalácií/zariadení,
- vo vedení dokumentácie VTZ,
- chýba projektová dokumentácia, alebo je neúplná,
- chýbajú východiskové revízie,
- periodické revízie nie sú vykonávané v stanovených lehotách (meškajú termíny vykonania revízie),
- nie všetky revízie spĺňajú štandard revíznej správy ako po formálnej i obsahovej stránke (v správe sa revízny technik odvoláva na neplatné normy, alebo nesprávny článok STN. Revízni technici si revíznu správu nechávajú schvaľovať svojim nadriadeným zamestnancom, namiesto uvedenia v závere textu revíznej správy, že **„prevádzkovateľ vzal na vedomie“** uvádzajú text **„schvaľujem“**...).

V rezorte obrany zamestnávateľ je zároveň prevádzkovateľom technických zariadení a zodpovedá za to, že technické zariadenia vyhovujú podmienkam prevádzky, ktorá neohrozuje život a zdravie osôb, ani materiálne hodnoty.

Prevádzkovateľ na splnenie uvedených podmienok musí:

a) vytvoriť organizačné a materiálne podmienky na pravidelné ošetrovanie technických zariadení, technické prehliadky, odborné prehliadky a odborné skúšky a zabezpečiť odstránenie zistených nedostatkov;
b) poveriť obsluhou technických zariadení iba zdravotne a odborne spôsobilé osoby;
c) zabezpečiť vedenie predpísaných prevádzkových dokladov a sprievodnej technickej dokumentácie vrátane dokladov o vykonaných prehliadkach a skúškach;
d) viesť evidenciu VTZ, dokladov o ich odborných prehliadkach a odborných skúškach;
e) vypracovať v spolupráci s bezpečnostným technikom miestne bezpečnostno–prevádzkové predpisy na prevádzku VTZ;
f) starať sa o odborný rast obslúh technických zariadení a ich odborné preškoľovanie.

PRACOVISKÁ NA VÝCHOVU A VZDELÁVANIE OSE

V rezorte obrany sú zriadené pracoviská na výchovu a vzdelávanie OSE *podľa HLAVY 4 – Odborná spôsobilosť pracovníkov na činnosť na elektrických zariadeniach ods. 7, predpisu Všeob-21-2.* Overovanie OSE vykonáva OdDČIP MO SR v spolupráci s odbornými pracoviskami.

Odborné pracoviská, na základe schváleného projektu na výchovu a vzdelávanie majú na činnosť vydané inšpektorom pre bezpečnosť EZ „***oprávnenie na výchovu a vzdelávanie“.***

A/ Prápor výcviku Martin

Prápor výcviku školí personál pre útvary v podriadenosti Veliteľstva pozemných síl (vydané oprávnenie na výchovu a vzdelávanie evid. č.: **015-V-09/IEZ01-opr/EZ/VVZ-82-84-87-98**).

B/ Prápor výcviku Martin/odlúčené pracovisko – SVLO Prešov

SVLO (Stredisko výcviku leteckých odborností) školí personál pre útvary Veliteľstva vzdušných síl (vydané oprávnenie na výchovu a vzdelávanie evid. č.: **008-V-09/IEZ01-opr/EZ/ VVZ-82-84-87-98**).

C/ ZaSKIS Trenčín

Pracovisko školí personál (spojári a KIS), pre útvary Veliteľstva síl výcviku a podpory (vydané oprávnenie na výchovu a vzdelávanie evid. č.: **003-V-10/IEZ01-opr/EZ/VVZ-82-84-87-98**/pp).

Poznámka: Pracoviská odborne a metodicky riadi OdDČIP MO SR. *Pracoviská školia najmä mužstvo, poddôstojníkov a zamestnancov, pre obsluhu VTZ-EZ. Po vyškolení a overení znalostí im vydávajú preukaz obsluhy. Ďalej školia a overujú odbornú spôsobilosť* ***elektrotechnikov, samostatných elektrotechnikov, elektrotechnikov na riadenie činnosti alebo prevádzky****. Žiadateľom , ktorí splnili podmienky z preverenia odbornej spôsobilosti, vydá inšpektor pre bezpečnosť EZ, na základe predložených dokumentov a výsledkov hodnotenia skúšky od školiaceho pracoviska „****osvedčenie o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike“****.*

D/ Školiace pracovisko elektrotechnikov (ŠPE)/Akadémia ozbrojených síl gen. Milana Rastislava Štefánika v Liptovskom Mikuláši

Pracovisko školí/overuje odbornú spôsobilosť ***elektrotechnikov, samostatných elektrotechnikov, elektrotechnikov na riadenie činnosti alebo prevádzky***. Tieto školenia sú organizované pre študentov akadémie, zamestnancov, dôstojníkov a práporčíkov rezortu ministerstva obrany. Po úspešnom overení odbornej spôsobilosti, ŠPE vydá príslušné osvedčenie o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike. ŠPE na základe schváleného „**Vzorového projektu na výchovu a vzdelávanie/skupina 05.1, 05.2/čl. 89-91“** má vydané oprávnenie na výchovu a vzdelávanie ev. č.: **009-V-09/IEZ01-opr/EZ/VVZ-82-84-87-90.**V spolupráci s MO SR (OdDČIP) organizuje ŠPE školenia revíznych technikov a aktualizačné odborné prípravy (AOP) revíznych technikov/projektantov a konštruktérov, v súlade s vojenskými predpismi a nariadeniami, pre potreby rezortu MO SR. Uvedenú činnosť vykonávajú lektori ŠPE a inšpektor pre bezpečnosť elektrických zariadení v priestoroch a učebniach AOS Liptovský Mikuláš (Centrum vzdelávania – ŠPE). Úspešným uchádzačom po preverení odbornej spôsobilosti vydá inšpektor pre bezpečnosť elektrických zariadení z Odboru dozorných činností a inšpektorátu práce MO SR „***osvedčenie o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike – revízny technik.***“ a pečiatku RT-EZ. ŠPE školí revíznych technikov skupiny E2 a E4. Do roku 2009 vrátane, sa školili revízni technici aj skupiny E5, ktorá bola v minulosti vo vojenských útvarov dostatočne využívaná. Od roku 2010 sa skončilo školenie revíznych technikov skupiny E5. V súčasnosti revíznych technikov, ktorí sa prihlásia do kurzu (s platným OSE–RT pre skupinu E5) sa preškolia zo skupiny E5 na skupinu E4. AOP, pre revíznych technikov sa vykonáva od roku 2011, pre RT-EZ, ktorí vlastnia platné osvedčenie.

Všetkým elektrotechnikom a revíznym technikom, ktorým skončila platnosť osvedčenia, alebo požadujú vyššiu skupinu OSE, sa musia znova prihlásiť do kurzu školenia a na skúšku preverenia odbornej spôsobilosti.

Poznámka: *V súčasnosti ŠPE môže vykonávať školenia OSE/RT aj pre potreby civilného sektoru za úhradu na základe pridelených oprávnení pre výchovu a vzdelávanie v súlade so Zákonom č. 124/2006 Z. z. a Vyhláškou č. 356/2007 Z. z. od NIP Košice.*

Oprávnenia sú vydané na:

- *na vykonávanie výchovy a vzdelávania v oblasti ochrany práce* ***VVZ- 000184-06-01.1****;*
- *na vykonávanie výchovy a vzdelávania* ***revíznych technikov*** *vyhradených technických zariadení elektrických* ***VVZ-000182-06-05.2****;*
- *na vykonávanie výchovy a vzdelávanie* ***elektrotechnikov, samostatných elektrotechnikov a elektrotechnikov na riadenie činností alebo riadenie prevádzky VVZ-000183-06-05.1****.*

ODBORNÁ SPÔSOBILOSŤ PRACOVISKA – REVÍZNEHO MIESTA (RM)

A/ Rezort obrany

Inšpektor OdDČIP MO SR podľa §14, zákona č.124/2006 Z. z., a HLAVY 2 a HLAVY 3, predpisu Všeob-21-2, overuje činnosť odborných pracovísk RM). RM zriaďujú velitelia (náčelníci, riaditelia) útvarov a zariadení rezortu obrany, podľa konkrétnej potreby na činnosť na elektrických zariadeniach:

M – R – O – U – S

M – montáž,
R – rekonštrukcie,
O – opravy,
U – údržba,
S – odborné prehliadky a odborné skúšky (revízie).

Oprávnenie na činnosť (VTZ–EZ) **pre pracoviská v rezorte obrany** vydáva inšpektor pre bezpečnosť elektrických zariadení MO SR na základe žiadosti o zriadenie **„Revízneho miesta“** na činnosť podľa HLAVY 3 ods. 2, čl. 38 až 42 predpisu Všeob-21-2. Po preverení splnenia požiadaviek podľa ods. 2, čl. 40 predpisu a samotnej miestnej obhliadke pracoviska (kontroluje technické vybavenia pracoviska a náležitosti či sú v súlade s informáciami uvedenými v žiadosti), pri splnení podmienok inšpektor pre bezpečnosť elektrických zariadení MO SR vydá „**Oprávnenie na činnosť“**, ktorého platnosť je na dobu **piatich rokov**. Po skončení doby platnosti žiadateľ podáva **„Žiadosť o predĺženie platnosti oprávnenia“.**

B/ Civilný sektor

Pre civilné firmy, právnické osoby, živnostníkov a osoby, ktoré vykonávajú činnosť podľa ods. 1, § 15 zákona č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov, pre potreby rezortu obrany sa vyžaduje (podľa spisu č. p.: **SEKO-IMO-57-22/2008 – Zabezpečenie odborných prehliadok, odborných skúšok a opráv vyhradených technických zariadení)** platné *oprávnenie - osvedčenie o odbornej spôsobilosti* na predmetnú činnosť, vydané riadiacim orgánom inšpekcie práce MO SR.

Poznámka: *Nadobudnutím účinnosti Zákona č. 125/2006 Z. z., o inšpekcii práce a o zmene a doplnení zákona č. 82/2005 Z. z, o nelegálnej práci a nelegálnom zamestnávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov, bola vyňatá pôsobnosť civilných orgánov štátnej správy v oblasti inšpekcie práce z pracovísk Ministerstva obrany SR a Ozbrojených síl SR. Podľa ustanovenia § 2 ods. 4 tohto zákona, na týchto pracoviskách vykonávajú dozor rezortné orgány inšpekcie práce. Nadobudnutím účinnosti Zákona č. 124/2006 Z. z,. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v § 14 určuje spôsob overovania plnenia požiadaviek bezpečnosti technických zariadení a taktiež v ods. 2 vlastný výkon oprávnenej právnickej osoby sa nevzťahuje na technické zariadenia podliehajúce dozoru rezortných orgánov. To znamená, že v rezorte obrany vykonávanie overovania plnenia požiadaviek bezpečnosti vyhradených technických zariadení a technických zariadení používaných v ozbrojených silách je realizované v súlade s § 6 ods. 3 písm. i) zákona č. 321/2002 Z. z. o ozbrojených silách SR.*

V zmysle vyššie uvedeného je potrebné aby bolo zabezpečené:

*a) **oprávnenie na činnosť’** na vyhradených technických zariadeniach na vykonávanie odborných prehliadok, odborných skúšok (revízií) a opráv stabilných vyhradených technických zariadení (tlakových, zdvíhacích, elektrických a plynových) na plnenie tlakových nádob na dopravu plynov vrátane plnenia nádrží motorových vozidiel plynom (tak ako sú rozdelené v predpise Všeob-21-2) v útvaroch a organizáciách rezortu obrany (pre právnické osoby),*
*b) **osvedčenie o odbornej spôsobilosti** pre fyzické osoby, ktoré sú podnikateľmi a nie sú zamestnávateľmi vydané príslušnými riadiacimi orgánmi inšpekcie práce MO SR.*

*Z uvedeného dôvodu je potrebné dôsledne dbať na to, aby pri zabezpečovaní vyššie uvedených činností, ktoré sú zabezpečované najmä dodávateľským spôsobom prostredníctvom právnických alebo fyzických osôb z civilného sektoru, vlastnili **platné oprávnenie - osvedčenie o odbornej spôsobilosti na predmetnú činnosť’**, vydané príslušnými inšpektormi inšpektorátu práce MO SR.*

STN - vykonávanie revízií v rezorte obrany (MO)

V rezorte obrany sa podľa platných STN vykonávajú východiskové revízie, periodické revízie a úradné skúšky.

Revízia elektrickej inštalácie/elektrického zariadenia – *je činnosť vykonávaná na elektrickej inštalácii/zariadení, pri ktorej sa prehliadkou, meraním a skúšaním zisťuje stav z hľadiska ich bezpečnosti. Súčasťou revízie je vypracovanie správy o revízii.*

Ohľadom revízií elektrického ručného náradia a elektrických spotrebičov sa často kládla otázka, kto môže vykonávať podľa **STN 33 1600** a **STN 33 1610** revízie elektrického ručného náradia a elektrických spotrebičov, či revízny technik, samostatný elektrotechnik, elektrotechnik, alebo dokonca poučená osoba...? Táto otázka rezonuje z toho dôvodu že organizačné zložky nemajú dostatok finančných prostriedkov na revíznu činnosť elektrických zariadení a keď sa im z organizačných štruktúr vytratili pozície revíznych technikov...

Vo vykonávaní revízií nastal veľký posun až dňa 1.12.2011, keď SÚTN vydal dve zmeny noriem:
STN 33 1600/Z1, zmenou zrušil celú **prílohu A** normy STN 33 1600: 1996;
STN 33 1610/Z1, zmenou zrušil celú **prílohu D** normy STN 33 1610: 2002.
Podľa týchto príloh, **revízie elektrického ručného náradia/el. spotrebičov**, v zmysle týchto noriem mohol vykonávať **poverený samostatný elektrotechnik alebo poučený pracovník, ak pracoval pod dohľadom minimálne samostatného elektrotechnika.** (Zrušením príloh sa odstránil rozpor s predtým platnými vyhláškami č. 74/1996 Z. z., resp. 718/2002 Z. z., ako aj **v súčasnosti s platnou vyhláškou č. 508/2009 Z. z.**). **SÚTN** zrušením príloh uviedol ustanovenia týchto noriem **do súladu** v súčasnosti platnou vyhláškou č. 508/2009 Z. z., kde *v § 9, ods. (1), písm. c)* je ustanovené, citujem: ***"Stav bezpečnosti technického zariadenia kontroluje odbornou prehliadkou a odbornou skúškou revízny technik"***, koniec citátu.

Vyhláška MPSVaR SR č. 508/2009Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie BOZP s technickými zariadeniami TZ, ZZ, EZ a PZ a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia definuje v § 19 odbornú spôsobilosť na technickom zariadení elektrickom. V § 20, 21, 22, 23 a § 24 sa definuje rozsah činnosti pre tieto odborne spôsobilé osoby (tieto definície zahŕňa aj predpis Všeob-21-2 v HLAVE 4, v čl. 78, 82, 84, 87 a 90). Na základe stanovených jednotlivých stupňov odbornej spôsobilosti v elektrotechnike podľa zákona, vyhlášky a odborného predpisu, ktoré sú v rezorte obrany záväzné sa všetky druhy revízií vykonávajú odborne spôsobilými pracovníkmi – **revíznymi technikmi**.

Záver

V rezorte obrany vykonávajú inšpektori **odboru dozorných činností a inšpektorátu práce MO SR** dozornú činnosť a overovanie plnenia požiadaviek bezpečnosti vyhradených technických zariadení a technických zariadení používaných v ozbrojených silách, v súlade s § 6 ods. 3 písm. i) zákona č. 321/2002 Z. z. o ozbrojených silách SR a ďalších vyššie uvedených zákonov, vyhlášok a predpisov. Overovanie odbornej spôsobilosti v elektrotechnike vykonávajú inšpektori v spolupráci s oprávnenými rezortnými odbornými pracoviskami pre výchovu a vzdelávanie.

AudioWorld.
Rádio do steny – hrajúce vypínače a zásuvky.

Ideálne riešenie pre kúpeľne, kuchyne či spálne. Načo prenosné prehrávače?! Umiestnite si rádio, kde len chcete! Pripojiť môžete aj MP3 prehrávač alebo rádio doplniť dokovacou stanicou na iPod® či iPhone® a prehrávať obľúbenú hudbu i dobíjať zároveň! Všetky prístroje sú k dispozícii v kľúčových dizajnoch ABB – Element®, Time®, Time® Arbo, Neo®, Neo® Tech, future® linear, solo®, solo® carat a alpha exclusive® – a jediné, čo na inštaláciu potrebujete je prívod 230 V z existujúceho vypínača či zásuvky. **www.abb.sk/vypinace**

ABB, s.r.o.
Dúbravská cesta 2, 841 04 Bratislava
Tel.: 02-594 18 701, 801
E-mail: informacie.lv@sk.abb.com

Power and productivity
for a better world™

Elektroinštalačný materiál ABB. Skúsenosti a špičkové technológie za rozumnú cenu.

ABB, s.r.o.
Dúbravská cesta 2, 841 04 Bratislava
Tel.: 02-594 18 701, 801
www.abb.sk

Power and productivity
for a better world™

Predaj meracej techniky, komponentov do rozvádzačov

amper Peha

Výhradné zastúpenie

Lovato electric

amperPEHA, s.r.o.
Donnerova 9, 841 04 Bratislava

predaj: 032/776 27 41 0918 922 395
0918 376 614 0905 895 245

amperpeha@amperpeha.sk
www.amperpeha.sk

Panelové a rozvádzačové prístroje

- Voltmetre, ampérmetre, wattmetre
- Merače frekvencie, účinníku
- Bočníky a deliče napätia
- Počítadlá prevádzkových hodín
- Ukazovatele polohy zopnutia, ...

Meracie transformátory prúdu

- Násuvné, závitové, rozoberateľné, súčtové
- Trieda presnosti 0,5 % až 3 %
- Menovitý prevod 1 … 10 000 A/1A alebo 5A
- Menovitý výkon 1 … 60 VA
- Transformátory sú schválené SMÚ ako úradné meradlá
- Skladové zásoby aj ciachovaných transformátorov

Zbernicové systémy

- Držiaky zberníc, plastové izolátory
- Svorky, distančné stĺpiky
- Prístrojové adaptéry
- Poistkové spodky, lišty a odpínače

Meracie prevodníky a analyzátory elektrických veličín

- Prevodníky prúdu, napätia, činného a jalového výkonu
- Prevodníky frekvencie, fáz. uhla, odporu, teploty
- Prevodníky prúdu so zabudovaným mer. transformátorom
- Analyzátory elektrických sietí
- Digitálne elektromery

Príslušenstvo

- Indikačné svietidlá
- Akustické signálky
- Ukazovatele stavu
- Vačkové prepínače
- Hlavné a núdzové vypínače
- Spínače pre opravy a údržbu
- Spletané a krútené vodiče

Plastové žľaby

Klimatizačná technika

Spletané a krútené vodiče

© T-štúdio, s.r.o.

Meracie a testovacie prístroje

amperPEHA, s.r.o.
Donnerova 9, 841 04 Bratislava

predaj: 032/776 27 41 0918 922 395
0918 376 614 0905 895 245

amperpeha@amperpeha.sk
www.amperpeha.sk

Zariadenia pre kontrolu elektrickej bezpečnosti

- Chrániče izolačných stavov pre striedavé, jednosmerné a kombinované IT siete
- Systémy pre lokalizáciu porúch izolácie
- Komponenty a systémy pre zdravotnícku izol. sústavu
- Monitory zvodových prúdov pre TT a TN siete
- Sieťové relé: napäťové, prúdové, frekvenčné, sekvenčné
- Prístroje na testovanie elektrických prístrojov

BENDER

Prístroje pre revíznych technikov

- Multitestery pre revízie elektrických sietí
- Testery pre revízie elektrických častí strojov
- Testery pre revízie ručného náradia
- Merače izolačných odporov
- Merače uzemnenia
- Merače impedancie slučky
- Testery prúdových ochrán
- Indikátory sledu fáz

Merače neelektrických veličín

- Dotykové a bezdotykové merače teploty
- Merače vlhkości, anemometre
- Merače hluku a intenzity svetla
- Otáčkomery (kontaktné, bezkontaktné)

Prevádzkové meracie a testovacie prístroje

- Skúšačky a testery napätia a prepojenia
- Kliešťové meracie prístroje
- Multimetre a wattmetre
- Merače dĺžky káblov
- Triediče a hľadače káblov

Analyzátory elektrických sietí

- Analyzátory výkonu
- Analyzátory harmonických
- Kombinované analyzátory
- Merače magnetického poľa

Laboratórne meracie prístroje

- Digitálne a analógové osciloskopy
- Čítače, funkčné generátory
- Stabilizované zdroje, meniče DC/AC, DC/DC

© T-štúdio, s.r.o.

www.eatonelectric.sk

Eaton Electric

technologický líder v oblasti komponentov a systémov pre kvalitu, distribúciu a riadenie elektrickej energie

Od našich produktov môžu klienti očakávať kvalitu, spoľahlivosť, bezpečnosť a absolútnu kontrolu. Prvoradým cieľom spoločnosti Eaton je uspokojenie konkrétnych zákazníckych požiadaviek, s ohľadom na väzby s novými alebo vyvíjanými produktmi a s dôrazom na poskytnutie komplexných riešení. Väčšina našich výrobkov má certifikát TÜV.

Medzi naše hlavné produkty patria:

Domové inštalácie

Ponúkame súhrn technológií zameraných na praktickú, bezpečnú, spoľahlivú, komfortnú a nadčasovú elektroinštaláciu zabezpečujúcu rozvod, istenie, riadenie a komunikáciu v budovách. Jednotlivé komponenty sú optimálne zladené, ľahko kombinovateľné a vyznačujú sa jednoduchou montážou.

Priemyselné inštalácie

Ponúkame ergonomické ovládanie a signalizáciu, bezpečné spínanie pomocou nízkeho riadiaceho napätia, automatizáciu a vizualizáciu s využitím modulárnych riešení, efektívne spínanie, ochranu a riadenie motorov. Umožňujeme zjednodušiť zásobovanie a znížiť náklady.

Rozvody elektrickej energie

Ponúkame moderné ekologické VN rozvádzače a prístroje pre rôzne aplikácie. Tieto produkty sú šetrné k životnému prostrediu a zároveň znižujú prevádzkové náklady.

Záloha a premena energie

Ponúkame kompletné riešenia správy napájania od jediného dodávateľa. Riešenia obsahujú zdroje neprerušeného napájania (UPS), ochranu proti prepätiu, spínacie zariadenia, rozvádzače (PDU), diaľkové monitorovanie, meranie, softvér, komunikáciu, stojany a služby.

EATON
Powering Business Worldwide

Eaton Electric s.r.o.
Drieňová 1/B
821 01 Bratislava 2
www.eatonelectric.sk

Přesnost měření při revizi na elektrických instalacích (měření impedance poruchové smyčky)

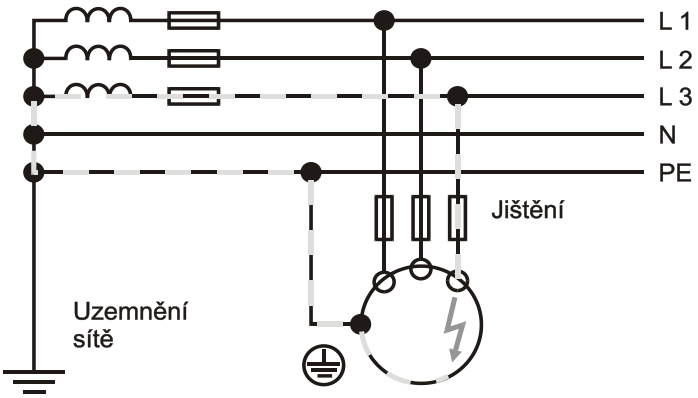
Ing. Leoš Koupý
ILLKO, s.r.o. Masarykova 2226, 678 01 Blansko, www.illko.cz, l.koupy@illko.cz

Úvod

Jedním z nejdůležitějších způsobů ochrany před nepříznivými účinky elektrického proudu je samočinné odpojení elektrického obvodu od zdroje v případě, kdy se vlivem poruchy izolace dostane nebezpečné napětí na neživé části obvodu. Tím dojde ke změně v síti, obvykle k průtoku poruchového proudu jinou cestou, než pracovními vodiči, což uvede v činnost jistící prvek, který odpojí elektrický obvod od zdroje.
Velikost poruchového proudu je ovlivněna vlastnostmi obvodu, kterým proud proteče a vzhledem k tomu, že síťové napětí způsobující poruchový proud lze v rámci určité tolerance považovat za stále stejně velké, je zřejmé, že na velikost poruchového proudu má především vliv velikost odporu, který poruchový obvod klade protékajícímu proudu. Odpor (impedanci) poruchového obvodu neboli poruchové smyčky, lze tedy považovat za nejdůležitější vlastnost ovlivňující správnou funkci ochrany samočinným odpojením od zdroje. Pro důvěryhodný výsledek měření je velmi důležité používat z hlediska měření impedance poruchové smyčky kvalitní měřicí přístroje a přesné vyhodnocení naměřených parametrů revizním technikem.

1. Impedance poruchové smyčky

Pokud dochází u sítí TN k průtoku poruchového proudu obvodem, jehož součástí je PE vodič, je nutno zajistit, aby odpor tohoto obvodu nebyl natolik velký, že způsobí omezení poruchového proudu na hodnotu, která již nedokáže vybavit jistící prvek (jistič nebo pojistku). Z toho důvodu je nutno při revizích elektrických instalací měřit odpor PE obvodu (TN) a zjistit, zda je dostatečně malý, aby poruchový proud jím protékající způsobil bezpečné vybavení jistícího prvku v předepsaném čase. Odpor, který ochranný obvod klade průchodu poruchového proudu, je nazýván impedancí poruchové smyčky, neboť nemusí obsahovat pouze reálnou (odporovou) složku, ale i induktivní nebo výjimečně i kapacitní složku. V praxi ovšem bývají tyto složky většinou tak malé, že je lze vzhledem k velikosti činného odporu zanedbat. Přestože tedy naprostá většina měřicích přístrojů měří pouze odpor ochranného obvodu a nikoliv skutečnou impedanci, je pro toto měření vžitý a v normách i uváděný pojem - ***měření impedance poruchové smyčky (Z_S).***



Obr. 1 Obvod poruchové smyčky

Na obr. 1 je naznačen (čárkovaně) průtok proudu obvodem poruchové smyčky při poruše izolace mezi živou a neživou částí elektrického zařízení. Je zřejmé, že v okamžiku vzniku poruchy se fázové napětí připojí na PE obvod a průtok poruchového proudu způsobí na všech částech s PE obvodem spojených vznik napětí. Pokud je toto takzvané dotykové napětí příliš velké, může způsobit úraz osob, které se v té chvíli dotýkají elektrických zařízení, například spotřebičů připojených k PE vodiči sítě.

Poruchová smyčka tedy musí mít takové parametry, aby při poruše izolace mezi živou a neživou částí elektrického zařízení jistící prvky odpojily chráněnou část natolik rychle, aby nedošlo k jejímu dalšímu poškození, a aby na chráněných částech nevzniklo nebezpečné dotykové napětí. Toto je zajištěno tehdy, pokud není

poruchová smyčka přerušená a pokud je její impedance dostatečně malá (čím menší impedance, tím větší poruchový proud a tím rychlejší vybavení jistících prvků).

1.1 Proudový chránič

Pro vybavení jističů nebo pojistek je třeba, aby poruchový proud dosáhl dostatečné velikosti, řádově jednotek nebo i desítek ampérů. Zpravidla nestačí náhodné uzemnění živé části, např. dotykem člověka, ale je nutno, aby se poruchový proud uzavřel obvodem s daleko menším odporem přes PE obvod nebo mezi pracovními vodiči. Proudový chránič naproti tomu reaguje na podstatně menší proudy velikosti desítek nebo stovek miliampérů, které ovšem musí odtékat mimo živou část elektrického zařízení. Je určen především k ochraně osob, které se dostanou do styku s živou částí elektrického zařízení, ale nechrání před poškozením samotné zařízení nebo elektrickou instalaci, pokud by došlo k poruše v síťové části (zkrat mezi L a N) nebo před chráničem. Díky malému vybavovacímu proudu ovšem chránič na vznik poruchy zareaguje, i když impedance poruchové smyčky bude značná. Přesto je nutno impedanci poruchové smyčky měřit, i když je v obvodu zapojen proudový chránič.

V STN 33 2000-4-41 je použití proudového chrániče označeno za ochranu doplňkovou, která má pouze zlepšit jiná opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem nebo za zvýšenou v kombinaci např. se samočinným odpojením od zdroje (kap. 415.1). STN 33 2000-6 potom stanovuje, že měření impedance smyčky sice není nutno provádět z důvodu ověření podmínky samočinného odpojení od zdroje chráničem, ovšem je nutno tímto měřením ověřit, zda k samočinnému odpojení dojde i při poruše před chráničem a zda je zajištěna spojitost vodičů.

2. Měření impedance smyčky

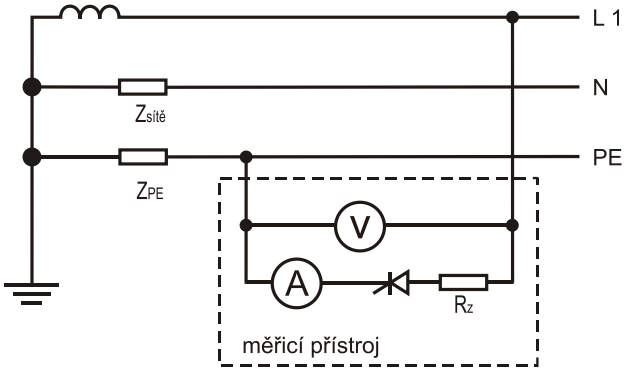
2.1 Princip měření

Princip měření impedance smyčky je ve všech měřicích přístrojích použit shodný. Přístroj simuluje vznik poruchy izolace mezi živou a neživou částí sítě a z průtoku simulovaného poruchového proudu vyhodnotí velikost impedance obvodu.

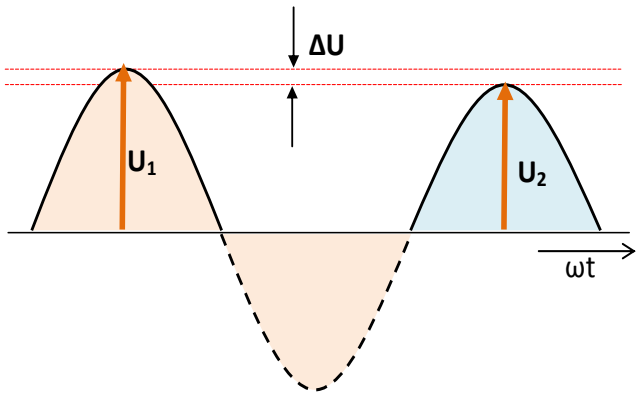
Měřič impedance je připojen mezi fázový vodič L a vodič PE (případně mezi L a N pokud se měří impedance sítě). Po zahájení měření přístroj změří nejprve napětí zdroje naprázdno U_1. Potom do obvodu připojí zatěžovací odpor R_Z, kterým proteče měřicí proud I a zároveň změří napětí U_2 v obvodu při zatížení simulovaným poruchovým proudem. Rozdíl $U_1 - U_2$ je úbytek napětí na měřené impedanci $\mathbf{Z_S}$ při průtoku proudu I a přístroj vyhodnotí impedanci jako:

$$\boldsymbol{Z_S} \leq \frac{\boldsymbol{U_1 - U_2}}{\boldsymbol{I}} \quad \boldsymbol{\Omega}$$

Je zřejmé, že čím menší je impedance smyčky, tím menší je úbytek napětí na ní, a tím menší je tedy rozdíl napětí při nezatížené a zatížené síti. Dále je třeba si uvědomit, že napětí U_1 a U_2 jsou napětí sítě, tedy asi 230 V a rozdíl mezi nimi se pro impedance menší než 1 Ω pohybuje v závislosti na velikosti měřicího proudu v nejlepším případě řádově v jednotkách voltů. Na **přesnost měření** takto malých napěťových rozdílů mají samozřejmě vliv jakékoliv rušivé jevy v síti a velké nároky jsou také kladeny na elektronické měřicí obvody přístroje. Proto čím menší je měřená impedance, s tím větší nejistotou (chybou) je měření provedeno.



Obr. 2 Princip měření impedance poruchové smyčky



Obr. 3 Úbytek napětí na měřené impedanci

Na **přesnost měření impedance Z_S** mají především vliv:

- přesnost měření napětí
- nestabilita síťového napětí
- rušení v síti
- zkreslení tvaru sinusového průběhu napětí

2.2 Problematika měření impedance poruchové smyčky

Z principu měření impedance poruchové smyčky a požadavků na toto měření kladených, vyplývají následující závěry:

1. Při měření je nutno dosáhnout dostatečné, pokud možno co nejvyšší přesnosti měření pro relativně malé hodnoty impedance. Zvyšování měřicího proudu naráží na omezení v měřicím přístroji (zvětšování rozměrů zatěžovacího odporu, odvod vznikajícího tepla apod.) Dobu měření zase nelze prodlužovat z důvodu zajištění bezpečnosti při měření.
2. Jsou-li v elektrické instalaci použity proudové chrániče, potom měřicí proud, který je pro chránič poruchovým proudem způsobí jeho vybavení a tím je měření znemožněno. Řešením, které se nabízí, je snížení měřicího proudu na takovou úroveň, kdy ještě nedojde k vybavení chrániče. To ovšem vede ke značnému zhoršení přesnosti měření.
3. Čím vyšší je vybavovací proud jistících prvků v síti, tím menší musí být impedance poruchové smyčky. Čím menší je impedance smyčky, tím přesnější přístroj je nutno k měření použít.
4. Pro měření v instalacích jištěných jistícími prvky s vyšším vybavovacím proudem je nutno použít přesnější měřicí přístroj. Vhodnost použití měřicího přístroje pro měření v dané síti je tedy předem třeba pečlivě zvážit.

3. Požadavky na přesnost měření impedance poruchové smyčky

Z měření parametrů v elektrotechnice je jasné, že naměřené hodnoty měřicím přístrojem nejsou absolutně přesné. Skutečná hodnota měřené veličiny se této přístrojem zobrazené hodnotě více či méně blíží a nachází se v intervalu definovaném chybou měření. Při vyhodnocení výsledků měření při revizích je třeba s chybou měření počítat a především tehdy, kdy naměřená hodnota se blíží mezní hodnotě veličiny povolené normou je třeba chybu měření spočítat a vyhodnotit, zda po jejím zohlednění je výsledek z hlediska STN ještě vyhovující.

3.1 Technické parametry měřicího přístroje

Přesnost měření, tzn. definování chyby měření a další údaje důležité pro vyhodnocení měření lze nalézt v návodu k použití každého měřicího přístroje v kapitole označené obvykle jako **„Technické parametry“**. Které údaje důležité pro provoz měřicího přístroje by v jeho návodu k použití neměly chybět, definují normy STN EN 61557. Vysvětleme si tedy nejdůležitější pojmy z technických parametrů nutné pro správné stanovení chyby měření.

Základní chyba měření – chyba měřicího přístroje určená za referenčních podmínek. Tento údaj je důležitý pro kalibrační laboratoř, která má provést kalibraci přístroje.

Pracovní chyba měření – chyba měřicího přístroje určená za pracovních podmínek. Chybu stanoví výrobce přístroje tak, že k základní chybě přičte veškerá možná zhoršení přesnosti, která mohou vzniknout okolními vlivy, jestliže přístroj není provozován za referenčních podmínek. Tento údaj je důležitý pro uživatele přístroje. Není-li v návodu k použití tato chyba uvedena, nelze prakticky měřicí přístroj pro revize použít.

Pracovní podmínky – podmínky, za kterých lze přístroj provozovat a je při nich definována pracovní chyba měření. Mezi pracovní podmínky může patřit např. okolní teplota, relativní vlhkost vzduchu, napájecí napětí přístroje apod. Tento údaj je důležitý pro uživatele přístroje.

Referenční podmínky – podmínky použití předepsané pro vzájemné porovnání výsledků měření např. při kalibraci přístroje v kalibrační laboratoři. Jsou obdobné jako pracovní podmínky, ale jejich toleranční pásmo je značně menší. Při referenčních podmínkách je definována základní chyba měření. Tento údaj je důležitý pro kalibrační laboratoř, která má provést kalibraci přístroje.

Měřicí rozsah – rozsah hodnot, které je přístroj schopen měřit s definovanou přesností, jinak řečeno nalézá-li se hodnota měřené veličiny v tomto rozsahu, lze stanovit, s jakou absolutní chybou byla změřena.

Rozlišovací schopnost – nejmenší rozdíl mezi indikacemi zobrazovacího zařízení, který může být prokazatelně rozlišován. U digitálních přístrojů se jedná o nejmenší hodnotu, kterou je přístroj schopen rozlišit, např. jedno číslo na posledním místě zobrazovaného údaje, které se pro účely udávání chyb měření nazývá digit.

Jmenovitý rozsah – pod tímto pojmem je v technických podmínkách míněn rozsah, ve kterém přístroj měří s relativní pracovní chybou menší nebo rovnou hodnotě požadované příslušnou normou. Jak bude vysvětleno dále, je tento parametr pro měřiče impedance jeden z nejdůležitějších údajů, které lze z technických podmínek vyčíst.

Vysvětleme si ještě, co je to absolutní a relativní chyba měření. S těmito pojmy se sice v technických parametrech přístrojů nelze setkat, ale jsou důležité pro pochopení toho, co je míněno chybou měření uvedenou v návodu k použití a jaké požadavky na **přesnost přístrojů** kladou STN.

Absolutní chyba měření – tento údaj bývá uváděn v technických parametrech přístroje jako základní nebo pracovní chyba a lze z něj stanovit absolutní hodnotu (velikost) nejistoty, s jakou byla konkrétní hodnota naměřena přímo v jednotkách měřené veličiny. Je-li absolutní hodnota chyby přičtena a odečtena od naměřené hodnoty, definuje interval, ve kterém se nachází skutečná (pravá) hodnota měřené veličiny.

Relativní chyba měření – pro účely posouzení použitelnosti přístroje z hlediska STN a stanovení jmenovitého pracovního rozsahu je touto chybou míněn procentuální podíl absolutní hodnoty chyby z naměřené hodnoty vztažený k jmenovité hodnotě.

3.2 Vyjádření přesnosti měření a výpočet chyby

V technických parametrech měřicího přístroje je přesnost měření vyjádřena absolutní chybou. Obvykle se chyba měření skládá ze dvou částí. První část bývá proměnná a její absolutní hodnota závisí na velikosti naměřené hodnoty. Nazývá se chybou z měřené hodnoty. Druhá část je konstantní v celém měřicím rozsahu, na velikosti naměřené hodnoty nezávisí a nazývá se chybou z měřicího rozsahu. Součet obou částí je absolutní hodnotou chyby a jejím přičtením a odečtením od naměřené hodnoty lze stanovit interval, ve kterém se pohybuje skutečná (pravá) hodnota měřené veličiny. V technických podmínkách se lze setkat s různými tvary vyjádření chyb měření. Digitální přístroje, které na trhu převládají, mají chyby měření uváděny nejčastěji ve tvaru:

$$\pm (x\ \%\ z\ MH + y\ D)$$

Kde:

- ***x % z MH*** je proměnná část chyby a spočítá se jako příslušné procento z naměřené hodnoty, tzn. z údaje na displeji přístroje;
- ***y D*** je neproměnná část chyby a značí počet digitů, tj. čísel udávaných v technických parametrech jako rozlišovací schopnost.

Postup výpočtu chyby měření a jejího vyhodnocení pro měřič impedance bude vysvětlen na následujícím příkladu:

Bylo provedeno měření impedance poruchové smyčky přístrojem, u kterého lze v technických parametrech v návodu k použití vyčíst následující údaje:

Měřicí rozsah:	0,00 až 9,99 Ω
Rozlišovací schopnost:	0,01 Ω
Základní chyba:	± (1% z MH + 3D)
Jmenovitý rozsah:	0,18 až 9,99 Ω (dle STN EN 61557 část 3)
Pracovní chyba:	± (2% z MH + 5 D)

Přístrojem byla změřena impedance poruchové smyčky. Na displeji měřicího přístroje se zobrazil údaj 0,50 Ω.

Absolutní hodnotu pracovní chyby měření lze vypočítat takto:

± (2% z MH + 5 D) => ± (0,01 Ω + 0,05 Ω) = ± 0,06 Ω

Skutečná (pravá) hodnota odporu PE vodiče se tedy nachází v rozmezí:

0,50 ± 0,06 Ω, tj. 0,44 Ω až 0,56 Ω

Z hlediska vyhodnocení měření impedance poruchové smyčky důležitá horní hranice vypočteného pásma chyby měření, tzn. při výpočtu, zda je impedance poruchové smyčky dostatečně malá, aby jištění instalace vypnulo v předepsaném čase, je nutno počítat s tím, že skutečná hodnota impedance může být až 0,56 Ω a nikoliv naměřených 0,50 Ω.

3.3 Jmenovitý rozsah

Z tohoto údaje v technických parametrech přístroje lze vyčíst, v jakém rozsahu měření nepřesahuje procentuální podíl absolutní hodnoty pracovní chyby z naměřené hodnoty, vztažený k této naměřené hodnotě, velikost požadovanou STN EN 61 557. Smysl stanovení maximální relativní pracovní chyby měření tkví v tom, aby k měření příslušných veličin při revizích byl použit přístroj s dostatečnou přesností.

Znamená to, že měřič impedance lze použít při revizi pro výpočet jištění tehdy, pokud velikost měřené impedance se nachází uvnitř jmenovitého rozsahu. Měřenou impedancí je v tomto případě míněna výpočtem zjištěná hodnota, která určuje, zda jištění instalace bude v případě poruchy pracovat správně.

Měřič impedance dokáže měřit hodnoty v celém měřicím rozsahu, tedy i mimo jmenovitý rozsah. Pokud by ovšem byl k měření nízké hodnoty impedance byl použit málo přesný měřicí přístroj, může nastat situace, kdy nelze rozhodnout, zda jištění bude v případě poruchy pracovat správně.

Padne-li tedy dotaz zda je měřič impedance vhodný k měření při revizích, lze hledat odpověď právě v technických podmínkách v parametru – jmenovitý rozsah. Přístroj je z hlediska norem vhodný pro taková měřením kdy vypočtená impedance, do které jištění ještě pracuje správně, se nachází uvnitř jmenovitého rozsahu přístroje, kterým chceme provést kontrolní měření. Na příkladu bude výběr vhodného měřicího přístroje popsán v dalších kapitolách.

3.4 Ovlivnění impedance vnějšími vlivy

Při revizi je třeba ověřit, že jištění obvodů instalace bude spolehlivě fungovat nejen tehdy, kdy je měření prováděno, ale především v okamžiku budoucího možného průchodu poruchového proudu, kdy se velikost impedance může změnit. V tabulce jsou uvedeny vlivy, které ovlivňují velikost impedance v době vzniku skutečného poruchového a v okamžiku měření, tedy v době průchodu poruchového proudu simulovaného měřicím přístrojem.

Tab. 1 Vlivy ovlivňující velikost impedance

Impedance v době poruchy	Impedance v době měření
Jiná teplota vodičů než v době měření vlivem zatížení sítě nebo okolní teploty	
Jiný charakter zatížení (L, C), než v době měření	Rušení nebo zkreslení síťového napětí
Poruchový proud 10^1 A ÷ 10^3 A	Měřicí proud 3 A ÷ 20 A
Oteplení vodičů vlivem průchodu poruchového proudu	Přechodové děje vznikající při měření proudovými pulsy

Je zřejmé, že impedance poruchové smyčky může být v době vzniku skutečné poruchy značně vyšší, než ve chvíli, kdy je prováděno měření, a to především vlivem oteplení vodičů.

Proto je v STN 33 2000-6 v příloze C.61.3.6.3 doporučeno, aby se změna impedance způsobená možným oteplením vodičů zohlednila vynásobením naměřené impedance koeficientem 1,5 a při výpočtu jištění se pak pracovalo s touto zvýšenou hodnotou. Koeficient 1,5 však nezahrnuje vliv nepřesnosti měření způsobené měřicím přístrojem. Z toho důvodu je nutno naměřenou hodnotu zvýšit o možnou chybu měření a pro výpočet jištění použít hodnotu zvýšenou o absolutní chybu měření vynásobenou navíc koeficientem 1,5:

$$1{,}5 \times Z_{sm} + \Delta Z_{sm} \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Kde: I_a je proud zajišťující samočinné působení odpojovacího ochranného prvku v předepsané době (STN 33 2000-4-41 kap. 411.4.);

U_0 je jmenovité střídavé napětí proti zemi;

$Z_S(m)$ je naměřená hodnota impedance smyčky L – PE;

$\Delta Z_S(m)$ je absolutní chyba měření.

4. Ověření jištění proti nadproudům

4.1 Předpoklady pro správnou funkci jištění

Charakteristiky jistících přístrojů a impedance PE obvodu musí být takové, aby v případě vzniku poruchy mezi L a obvodem PE došlo k automatickému odpojení napájení ve stanovené době. Impedance poruchové smyčky tedy musí odpovídat podmínce:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a} \quad \Omega$$

V skutečné instalaci se ovšem hodnota impedance poruchové smyčky mění v závislosti na okolních podmínkách. Z toho důvodu je třeba při ověřování předpokladů pro správnou funkci jištění změřenou hodnotu impedance poruchové smyčky zvýšit vynásobením koeficientem 1,5 a impedance potom musí odpovídat podmínce:

$$Z_{S(m)} \leq \frac{U_0}{I_a} \times \frac{2}{3} \quad \Omega$$

Kde: $Z_{S(m)}$ je naměřená hodnota impedance;
U_0 je jmenovité napájecí AC napětí proti zemi;
2/3 je koeficient zahrnující součinitel oteplení vedení, bezpečnostní součinitel a napěťový součinitel zatížené sítě;
I_a je proud který vyvolá vypnutí jištění v předepsané době.

4.2 Příklad praktického ověření funkčnosti jištění

Nyní si ukažme praktický postup při ověření jištění u konkrétního ochranného obvodu. Aby z příkladu vyplynula i úvaha o vhodnosti volby měřicího přístroje, byl zvolen případ ověření jištění stroje napájeného napětím 400 V/50 Hz, tj. 3 x 230 V proti zemi, který je jištěn pojistkami o jmenovitém vypínacím proudu In = 200 A. Předepsaná doba odpojení pro stroje je 5 s. Z charakteristiky pojistek se odečte proud Ia, který vyvolá vypnutí jištění v předepsané době. Pro čas odpojení 5 s je to proud asi 840 A. Výpočtem podle příslušného vzorce zjistíme, jakou maximální hodnotu může mít impedance poruchové smyčky:

$$Z_{S(m)} \leq \frac{230\ V}{840\ A} \times \frac{2}{3} = 0{,}18\ \Omega$$

Srovnáme-li technické parametry dvou různě přesných měřičů impedance, například přístroje **ZEROTEST 46** a **EUROTEST 61557**, zjistíme porovnáním spodních hranic jejich jmenovitých rozsahů, že pro měření stroje s popsaným jištěním je vhodný pouze přístroj EUROTEST 61557. Přístrojem ZEROTEST 46 by bylo možno měření sice také provést, ale z hlediska požadavků STN EN 61557 je přístroj pro měření impedance poruchové smyčky v obvodech s taktovým jištěním nevhodný, neboť požadovaná maximální hodnota 0,18 Ω je mimo jmenovitý rozsah přístroje.

Tab. 2 Technické parametry měřících přístrojů

Technické parametry	EUROTEST 61557	ZEROTEST 46
Měřicí rozsah	0,00 ÷ 19,99 Ω	0,00 ÷ 1,00 Ω
Rozlišení	0,01 Ω	0,01 Ω
Pracovní chyba měření	± (3% z MH + 3 D)	± 9 D
Jmenovitý rozsah	0,11 – 1999 Ω	0,30 ÷ 22,9 Ω

Provedeme tedy měření přístrojem EUROTEST 61557 a naměříme u stroje hodnotu impedance poruchové smyčky 0,10 Ω. Připočítáním chyby měření zjistíme, jaké maximální hodnoty může impedance poruchové smyčky stroje dosáhnout:

Chyba měření = 3% z 0,1 Ω + 3 D = 0,003 + 0,03 = ± 0,033 Ω
Výsledná hodnota impedance = 0,1 Ω + 0,033 Ω = 0,13 Ω

Měřením zjištěná velikost impedance poruchové smyčky stroje po zohlednění nejistoty měření je 0,13 Ω. To je méně než maximální vypočítaná hodnota impedance 0,18 Ω, a lze tedy předpokládat, že jištění stroje bude v případě poruchy fungovat správně.

Kdybychom i přes - z hlediska normy - nevyhovující přesnost provedli měření přístrojem ZEROTEST 46 a naměřili stejnou hodnotu, tedy 0,10 Ω, dojdeme po zohlednění chyby měření k následujícímu výsledku:

Chyba měření = 9 D = ± 0,09 Ω
Výsledná hodnota impedance = 0,1 Ω + 0,09 Ω = 0,19 Ω

Impedance 0,19 Ω je již pro správnou funkci jištění nevyhovující, ale skutečná hodnota impedance se může pohybovat kdekoliv mezi 0,01 Ω až 0,19 Ω. To je vzhledem k mezní hodnotě 0,18 Ω příliš velký interval a těžko tedy můžeme rozhodnout, zda jištění v případě poruchy zareaguje v předepsaném čase, nebo ne.

5. Měřicí přístroje pro měření impedance poruchové smyčky

5.1 Univerzální přístroje

Ověření funkčnosti předřazeného jištění je nedílnou součástí každé revize elektrické instalace. Proto je funkcí měření impedance vybaven každý univerzální měřicí přístroj, určený k revizím instalací.

Zmiňme se tedy pouze o přístroji **EUROTEST 61557** (výrobce METREL), který je vybaven velmi dobrým měřičem impedance. Přístroj měří impedanci poměrně značným proudem (až 24 A), což umožňuje měřit s vysokou přesností. Spodní hranice jmenovitého rozsahu je 0,11 Ω, zatím co u jiných podobných přístrojů začíná až od 0,2 Ω nebo ještě výše. Přístroj měří skutečnou impedanci včetně indukční složky, nejen tedy pouze odpor jako značná část podobných přístrojů. Určitou slabinou přístroje je pouze měření impedance v obvodech s proudovými chrániči. Použitá metoda měření polovinou vybavovacího proudu chrániče již z principu vede k velké chybě měření a v obvodech jištěných chrániči s malými reziduálními proudy je naměřená hodnota spíše orientační.

Vybrané technické parametry pro funkci měření **impedance poruchové smyčky *(Z_S)***:

- Měřicí proud – cca 23 A
- Měřicí rozsah – 0,00 Ω ÷ 1999 Ω
- Nejvyšší rozlišovací schopnost – 0,01 Ω
- Jmenovitý rozsah - 0,11 ÷ 1999 Ω

5.2 Jednoúčelové přístroje

Jednoúčelové měřiče impedance jsou oblíbené, především pokud mají tvar rozměrově nevelkého přístroje drženého v ruce. S výhodou se pak využívají jak pro měření impedance při revizích na obtížně přístupných místech tak i pro rychlá orientační měření a hledání závad. Jako zástupce jednoúčelových měřičů impedance si představme přístroj **ZEROTESTpro**. Přístroj je mimo standardní měření impedance vybaven i funkcí měření impedance v obvodech s proudovými chrániči pomocí metody krátkého proudového impulsu. Díky této metodě byla dosažena poměrně slušná přesnost měření, využitelná i pro měření v instalacích s běžnými jištěními a ocení ji především uživatelé, kteří přístrojem budou chtít měřit odpor uzemnění náhradní metodou za použití síťového napětí z chráničem jištěné instalace.

Z dalších funkcí lze jmenovat:

- Okamžité vyhodnocení měření pomocí v paměti uložené tabulky charakteristik jistících prvků;
- Zobrazení 1,5 násobku změřené hodnoty impedance;
- Zobrazení velikosti zkratového proudu odpovídajícího naměřené impedanci;
- Zobrazení naměřené hodnoty impedance zvýšené o chybu měření.

Vybrané technické parametry:

- Měřicí proud – cca 4,5 A
- Měřicí rozsah – 0,00 Ω ÷ 200 Ω
- Nejvyšší rozlišovací schopnost – 0,01 Ω
- Jmenovitý rozsah - 0,27 ÷ 200 Ω

5.3 Speciální měřiče velmi malých impedancí

Pro obvody jištěné jistícími prvky s poměrně vysokými vybavovacími proudy nejsou běžné měřicí přístroje z hlediska přesnosti měření použitelné. Proto se ve většině případů využívá pro ověření funkce jištění výpočet založený na údajích o parametrech ochranného obvodu získaných z projektové dokumentace. Nevýhody tohoto postupu při pravidelných revizích jsou zřejmé. Pokud je projektová dokumentace vůbec k dispozici, nemusí odpovídat skutečnému stavu a bez fyzického prověření ochranného obvodu, aby se vyloučily možné závady vzniklé během montáže, nebo provozu instalace se stejně nelze obejít. Pro účely měření impedance v obvodech jištěných prvky s vysokými vybavovacími proudy se vyrábí speciální přesné měřiče impedance. Jedním z nich je přístroj **ZEROLINE 60**, který je určen pro běžná provozní měření v instalacích jištěných přístroji s vybavovacími proudy do cca 400 A, ale vzhledem k volitelnému měřicímu proudu jej lze použít i pro měření v běžných instalacích s méně proudově zatížitelnými jistícími prvky. Přístroj měří skutečnou impedanci poruchové smyčky s rozlišením na 1 mΩ. Pro velmi přesné měření lze využít tzv. „čtyřvodičovou metodu“, která zajistí eliminaci přechodového odporu v místě připojení přístroje k měřenému obvodu. Přístroj má zabudovánu i funkci měření impedance v obvodech s proudovými chrániči. Použitá metoda blokování chráničů pomocí stejnosměrného proudu umožňuje dosažení poměrně vysoké přesnosti měření i při využití této funkce.

Z důležitých technických parametrů lze uvést:

- Měřicí proud – volitelný 30 A, 20 A, 10 A
- Měřicí rozsah – 0,000 Ω ÷ 20,00 Ω
- Nejvyšší rozlišovací schopnost – 0,001 Ω
- Jmenovitý rozsah - 0,038 ÷ 1,500 Ω pro měřicí proud = 30 A

Závěr

Cílem článku bylo shrnout problematiku měření impedance poruchové smyčky především z hlediska použitelnosti měřicích přístrojů pro měření za konkrétních podmínek, které se mohou v elektrických instalacích vyskytovat. Jak bylo ukázáno, nelze v mnoha případech pro měření využít jakýkoliv měřič impedance, který je právě k dispozici, ale je nutno podle konkrétních podmínek zvážit, jaké parametry by měl pro dané měření přístroj mít. Vlastnosti přístroje, především přesnost měření, je nutno zvažovat zvláště při měření velmi malých impedancí, kdy použití méně přesných přístrojů může ovlivnit výsledek revize. V obvodech jištěných prvky s vysokými vybavovacími proudy mohou při poruše téci značné zkratové proudy a chybné vyhodnocení funkčnosti předřazeného jištění může vést ke značným škodám na instalaci nebo v případě vzniku požáru i na objektu.

GHV Trading

MERACIE PRÍSTROJE

www.ghvtrading.sk ■ www.ghvtrading.cz

GHV Trading, spol. s r.o., Kounicova 67a, 602 00 Brno
Tel. CZ: +420 541 235 532-4, 541 235 386 ■ Tel. SK: +421 255 640 293, 948 528 908
E-mail: ghv@ghvtrading.cz ■ ghv@ghvtrading.sk

GHV Trading

Komponenty pro rozváděče / Měřicí technika

Iskra
Iskra MIS, d.d.

MBS

WEIGEL

socomec
Innovative Power Solutions

- Přístrojové transformátory proudu
- Analogové a digitální rozváděčové přístroje
- Měřicí převodníky elektrických veličin
- Elektroměry
- Bočníky

www.ghvtrading.**cz** / www.ghvtrading.**sk**

GHV Trading, spol. s r.o., Kounicova 67a, 602 00 Brno
tel. **CZ**: +420 541 235 532-4, 541 235 386
tel. **SK**: +421 255 640 293, 948 528 908
ghv@ghvtrading.**cz**, ghv@ghvtrading.**sk**

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification

HENSEL

Elektroinstalační a rozvaděčové systémy

Neomezené množství aplikací!

Novinka

Hensel ENYSTAR je první variabilní skříňový systém s velkými dveřmi pro všechny velikosti skříní, který umožňuje rychlé a snadné sestavení rozváděčů do 250 A, IP 65. Čtyři skříně vyrobené z vysoce kvalitního termoplastu lze spojit dohromady v jakékoli kombinaci a vytvořit tak systém na míru místu použití. Otevřené boční stěny, integrované těsnění a spolehlivé spojení skříní vytvářejí odolnou sestavu, která nabízí téměř neomezené možnosti použití pro elektrickou instalaci.

www.hensel-electric.cz

Hensel, s.r.o., Bezděkov 1386, 413 01 Roudnice nad Labem
tel.: 416 828 111, fax: 416 828 222, e-mail: odbyt@hensel.cz

ENYSTAR
Univerzální rychle sestavitelný skříňový systém

KV
- z kvalitného termoplastu
- krytie IP 65
- **menovitý prúd 63 A**
- **nieje modulárne**
- dvierka

ENYSTAR
- z kvalitného termoplastu
- krytie IP 65
- UV odolnosť
- **menovitý prúd 250 A**
- **modulárne**
- dvierka

Mi
- z kvalitného termoplastu/polykarbonát
- krytie IP 65
- UV odolnosť
- **menovitý prúd 630 A / 1 000 A**
- **modulárne**
- odnímateľné veko

Hensel, s.r.o., Bezděkov 1386, 413 01 Roudnice nad Labem
tel.: +421 948 964 505 e-mail: prodej@hensel.cz

Podiel firmy WAGO na bezpečnej práci na elektrických zariadeniach

Ing. Ján Hronský
Proelektro spol. s r. o.

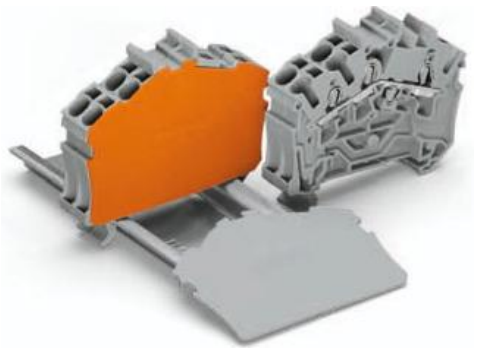
Úvod

Bezpečnosť a ochrana zdravia predstavuje prvoradú prioritou pre všetkých, ktorí sa podieľajú na konštrukcii, výrobe a využití elektrických prístrojov. Pôsobenie elektrického prúdu na ľudský organizmus je všeobecne známy, od ľahkého „pošteklenia“ až po fatálne následky. Spoločnosť WAGO venuje tejto problematike vysokú pozornosť. Z tohto pohľadu sú z výrobného sortimentu najdôležitejšie mechanické prvky, ako sú svorky a konektory a tie elektronické prvky, ktoré sú určené pre nízke napätia. Ale aj výrobkom určeným pre malé napätia sa pri konštrukcii venuje rovnaká pozornosť. Konštruktéri pri návrhu zohľadňujú všetky predpisy a požadované parametre si ešte sprísnia. Snahou spoločnosti WAGO je, aby prístroje nimi vyrobené, nikdy neboli príčinou zásahu elektrickým prúdom, požiaru, alebo inej havárie. Výrobky WAGO spĺňajú všetky požiadavky noriem a predpisov, ale súčasne vyžadujú dodržovanie týchto predpisov aj od ich používateľov, pretože v konečnom dôsledku príčinou väčšiny zásahov a následných úrazov a nešťastí je ľudský faktor.

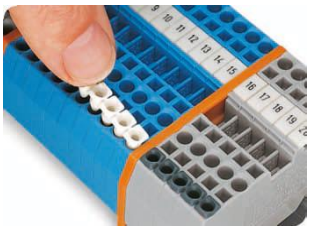
Na bezpečnú obsluhu a prácu na elektrických zariadeniach je potrebné pozerať z dvoch uhlov pohľadu, a to **na ochranu proti priamemu** zásahu človeka elektrickým prúdom a **na bezpečnosť z hľadiska požiarnej ochrany** a tým sekundárneho ohrozenia zdravia človeka. WAGO k týmto dvom faktorom pridáva ešte ďalšie a to z pohľadu: „čo ak sa už stane niečo nepredpokladateľné“. Aj vtedy sa dá ešte niečo urobiť, aby nedošlo k najhoršiemu.

Ochrana proti priamemu zásahu človeka elektrickým prúdom

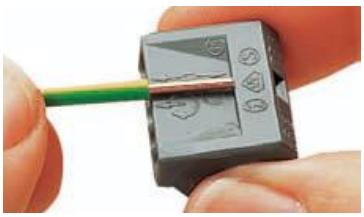
Ochrana proti priamemu zásahu človeka elektrickým prúdom v prípade svoriek a konektorov je riešená hlavne krytím, ochranu polohou v tomto prípade nemôžeme vždy zabezpečiť. Požadované krytie pre prístroje určené pre montáž do elektrických skríň je IP 20, t.j. ochrana proti náhodnému dotyku živej elektrickej časti predmetom väčším ako 12 mm, teda aj prstom.



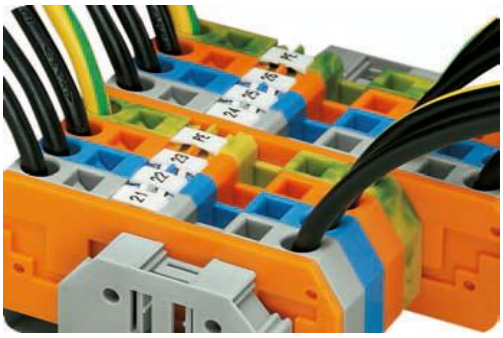
Svorky WAGO sú konštruované tak, aby túto požiadavku vždy spĺňali. Správne namontovaná svorka neumožní náhodný dotyk živej časti. Jediným kritickým miestom je montážny otvor pre vodiče. Tento pri svorkách pre väčšie prierezy môže mať priemer viac ako 12 mm a v prípade, že tam nie je zapojený vodič je tu priame riziko dotyku. Tento prípad WAGO rieši dodatočnými záslepkami určenými do týchto otvorov. V prípade, že je zapojený vodič, tento svojou izoláciou vypĺňa priestor a voľný dotyk živej časti už nie je možný. Ešte je jedna možnosť a to, keď je do veľkého montážneho otvoru zapojený extrémne tenký vodič. Vtedy sa odporúča v záujme zvýšenia krytia použiť redukčnú záslepku, ktorá vhodne zredukuje veľkosť otvoru.

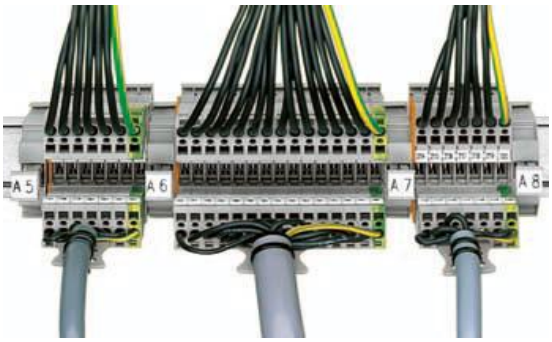


Konštruktér svorky už viac pre ochranu proti náhodnému dotyku spraviť nemôže. Ostáva už len na montážnych technikoch - inštalatéroch, ako zapoja vodiče do svorky. Pokiaľ dodržia predpísanú dĺžku odizolovania (je uvedená v popisnom letáku svorky, ako aj na samotnej svorke), požadované krytie bude splnené. Na mnohých typoch svoriek je priamo mierka na dĺžku odizolovania:



Správne namontovaný vodič potom vyzerá takto:

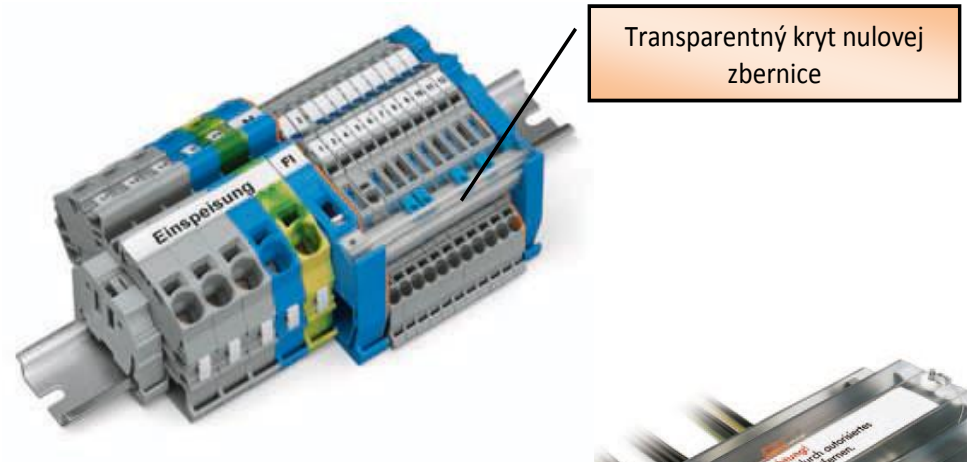




Pri nedodržaní dĺžky odizolovania hrozia dva stavy. Pri krátkom odizolovaní nedôjde k elektrickému kontaktu - spoju, systém nebude fungovať, ale z hľadiska bezpečnosti to nie je nebezpečný stav. Horšie je, keď vodič je odizolovaný na väčšej dĺžke, potom sa ľahko stane, že odizolovaný vodič sa nachádza aj mimo svorky a tu už hrozí náhodný dotyk živej časti pod napätím. Tu potom musí fungovať kontrolný mechanizmus pred uvedením zariadenia do prevádzky:

- kvalitná montáž elektroinštalatérom;
- revízia elektroinštalácie revíznym technikom.

WAGO má v ponuke aj iné spôsoby ochrany proti náhodnému dotyku živej časti. Sú to hlavne kryty zberníc na kombinovaných elektroinštalačných svorkách, ktorých súčasťou je aj neutrálna/nulová zbernica, mechanicky upevnená tesne za svorkovnicou, mimo jej telesa:



Nakoniec ponúka aj celkové bezpečnostné kryty svorkovníc, ktoré navyše majú možnosť zaplombovania proti nežiaducej manipulácii. Je to už vyšší stupeň ochrany, ktorý nie je predpísaný, ale výrazne zvyšuje stupeň bezpečnosti najmä v tých miestach, ku ktorým môže mať prístup aj osoba bez elektrotechnického vzdelania.

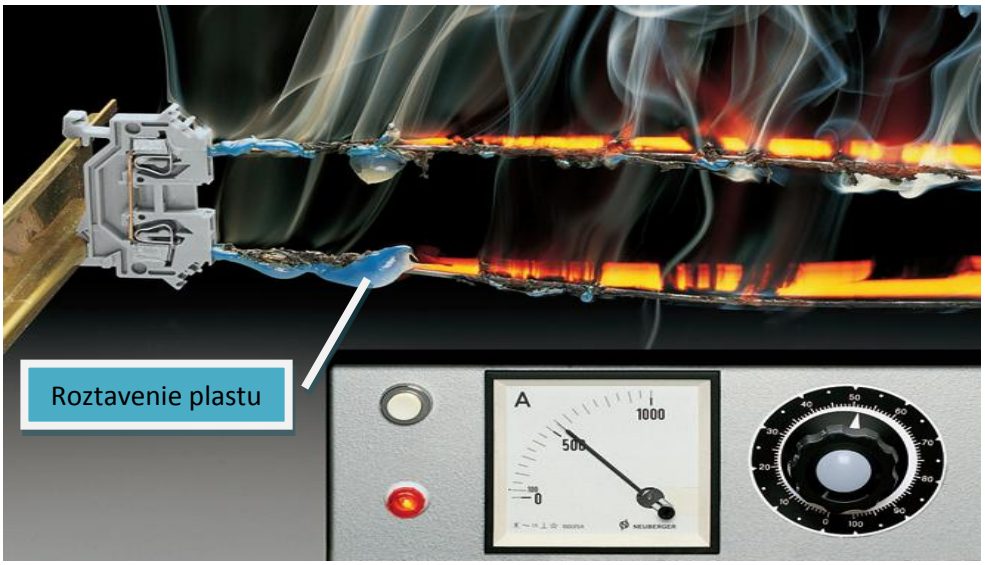
V predchádzajúcej časti bola naznačená ochrana **proti priamemu** nebezpečnému dotyku. Nebezpečné situácie pre človeka a jeho majetok však môžu vzniknúť aj pri preťažení vedenia, skratoch, alebo iných nebezpečných stavoch, kde hrozí uvoľnenie sa živej časti napr. pretavením plastu pri vysokej teplote, uvoľnením sa vodiča zo svorky pri mechanických vibráciách, prípadne vzniku požiaru pri dlhodobom preťažení.

Ochrana pred vznikom požiaru na svorkách a konektoroch WAGO

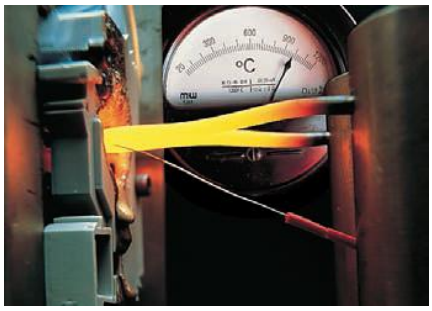
Požiar na elektrickom zariadení vzniká najčastejšie od preťaženia, alebo skratu. Proti preťaženiu a teda nežiaducom zvýšení teploty na elektrickom zariadení sú určené istiace prvky. Ak sú správne nadimenzované, tak zabezpečia včasné vypnutie, aby nedošlo k prekročeniu zápalných teplôt okolitých materiálov. Pri skrate, aj keď zareagujú skratové ochrany, dochádza k vzniku oblúku a tým aj k vysokým teplotám, ktoré v zlomku sekundy sú schopné zapáliť okolité materiály. Preto je veľmi dôležité, aby materiály, ktoré sa nachádzajú v okolí elektrických zariadení neboli horľavé, alebo boli vhodným spôsobom od elektrického zariadenia oddelené. Materiály, ktoré sú súčasťou elektrického zariadenia musia spĺňať požiadavku nehorľavosti, musia mať vysokú tepelnú odolnosť a súčasne musia spĺňať mechanické aj elektrické požiadavky na tieto materiály.

Dnes majú konštruktéri možnosť použiť široké spektrum vhodných konštrukčných materiálov. Konštruktéri WAGO vybrali materiál, ktorý spĺňa požiadavky na elektrickú pevnosť, tvarovú stálosť s mechanickým zaťažením, pružnosť a húževnatosť vo veľmi širokom rozsahu teplôt a súčasne ekonomickú výhodnosť. Sú to všetko protichodné požiadavky, ale predsa existuje vhodný materiál, ktorý spĺňa tieto požiadavky. Jedná sa o **polyamid PA 6.6.** Má vysokú elektrickú pevnosť – 1 mm hrubá stena svorky vydrží až 12kV rázového napätia, v súlade s normami IEC/EN 60947-7-1, IEC/EN 60947-1. To umožňuje trvalé prevádzkové napätie 1kV (čo je horná hranica pre nízke napätie, na ktoré sú výrobky WAGO určené). Prevádzková teplota sa pohybuje v rozsahu -60 až +120 °C. Krátkodobo môže stúpnuť až na 200 °C.

Konštrukcia elektrického kontaktu zabezpečí, že ani pri trvalej prevádzke s maximálnym prúdom svorky jej teplota nestúpne o 40 °K oproti teplote okolia. Ani pri trvalom preťažení kontaktu nedochádza k prekročeniu teploty tavenia polyamidu, čo zabráni následným sekundárnym skratom medzi dvoma susednými svorkami, prípadne k vznieteniu sa okolitých materiálov.



Pokus na obrázku dokumentuje takýto, aj keď veľmi nepravdepodobný jav. Jedná sa o zostavu Cu vodičov s prierezom 4mm^2 a svorky nominálneho prierezu 4mm^2. Do tejto sústavy bol bez časového obmedzenia pustený prúd viac ako 400 A, čo je pre tento prierez hodnota považovaná už za skratový prúd. Napriek očakávaniam sa teplo nevyvíja na svorke, tá je počas tohto stavu relatívne chladná, ale priamo na vodiči. Po niekoľkých desiatkach sekúnd dôjde k pretaveniu vodiča, ale kontakt na svorke ostáva výrazne nepoškodený. Došlo len k miernemu **roztaveniu plastu** v blízkosti vodiča teplom, ktoré sa sem dostalo vedením.



Z hľadiska **požiarnej bezpečnosti** sa jedná o materiál **nehorľavý**. Pri pôsobení plameňa z iného zdroja sa tento materiál taví a zoškvaruje, neuvoľňuje pri tom žiadne jedovaté plyny, pri oddialení plameňa ďalej nehorí. Bezpečne spĺňa požiadavky normy IEC/EN 60947-1, keď do **30s** po oddialení plameňa ďalej nehorí a odkvapkávajúci žeravý materiál plastu nesmie zapáliť tenký cigaretový papier umiestnený 8 cm pod týmto materiálom. Podobne spĺňa požiadavky noriem IEC/EN 60998-1, IEC/EN 60695-2-11 na pôsobenie žeravej slučky, kde po dobu **30s** pôsobiacej 960 °C teplej slučky, nesmie odkvapkávajúci materiál zapáliť cigaretový papier umiestnený 8 cm pod týmto materiálom.

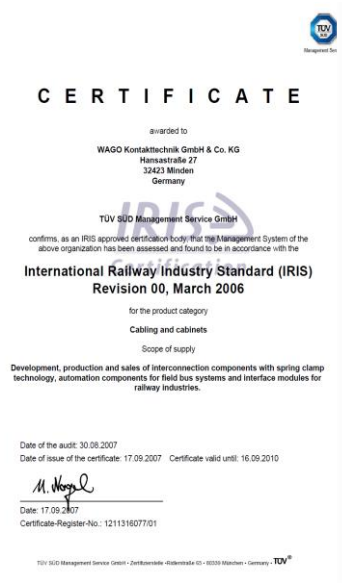
Ochrana zdravia za normálnych prevádzkových podmienok

Pre konštruktérov WAGO je dôležitá aj ochrana zdravia aj pri **normálnych prevádzkových** podmienkach. Všetky výrobky WAGO spĺňajú požiadavky predpisu RoHS. Z výrobných technológii boli vylúčené látky ako sú olovo a kadmium, ktoré sa pôvodne používali na povrchovú úpravu ocele a medi. Dnes sa používa za týmto účelom hlavne cín upravený tak, aby pri nízkych teplotách nekryštalizoval. Používané materiály sú zo zdravotného hľadiska neškodné. Na funkciu elektrického mostíka sa používa elektrolytická meď, povrchovo chránená proti oxidácii vrstvou legovaného cínu. Materiál na pružinu je CrNi oceľ. Je to nekorodujúca oceľ, ktorá dlhodobo zabezpečí spoľahlivý mechanický kontakt pripojeného vodiča s prúdovým mostíkom, bez nutnosti pravidelnej kontroly a doťahovania elektrického spoja. Tento typ pružinového spojenia výborne odoláva aj zvýšenej mechanickej záťaži vznikajúcej pri normálnej činnosti zariadenia (napr. vibrácie spôsobené pohybom, alebo pôsobením striedavého magnetického poľa). Nedochádza k uvoľneniu spoja a tým vypadnutiu vodiča zo svorky. Taktiež nenastáva situácia, keď sa vodič čiastočne uvoľní, čím sa spoj pod elektrickou záťažou nebezpečne prehreje. Materiál na teleso svorky **polyamid PA 6.6** je zdravotne nezávadný. Z dlhodobého časového hľadiska je stály, nerozkladá sa a ani neuvoľňuje zdraviu nebezpečné látky. Neobsahuje voľný kyslík, ktorý by mohol vytvárať výhodné podmienky pre usádzanie sa baktérii a plesní na jeho povrchu. Z tohto hľadiska je vhodný aj pre použitie v zdravotníckej, alebo potravinárskej technike.

Záver

Elektrické zariadenia vyrábané spoločnosťou WAGO patria medzi vysoko spoľahlivé z hľadiska ochrany zdravia a aj ochrany majetku. Spĺňajú a vysoko prekračujú požiadavky dané príslušnými normami. Aj preto sa stali vyhľadávanými konštrukčnými prvkami všade tam, kde sa vyžadujú zvýšené bezpečnostné požiadavky, napr. v jadrovej energetike, zabezpečovacích systémoch, ale aj vo všetkých oblastiach priemyslu, dopravy aj občianskej vybavenosti.

Spoločnosť WAGO je držiteľom certifikátov ISO 9001: 2000, ISO 14001, IRIS, ako aj certifikátu VÚJE pre použitie v jadrovej technike na Slovensku.



C E R T I F I C A T E

awarded to

WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG
Hansastraße 27
32423 Minden
Germany

TÜV SÜD Management Service GmbH

confirms, as an IRIS approved certification body, that the Management System of the above organization has been assessed and found to be in accordance with the

International Railway Industry Standard (IRIS)
Revision 00, March 2006

for the product category

Cabling and cabinets

Scope of supply

Development, production and sales of interconnection components with spring clamp technology, automation components for field bus systems and interface modules for railway industries.

Date of the audit: 30.08.2007
Date of issue of the certificate: 17.09.2007 Certificate valid until: 16.09.2010

Date: 17.09.2007
Certificate-Register-No.: 1211316077/01

TÜV SÜD Management Service GmbH • Zertifizierstelle •Ridlerstraße 65 • 80339 München • Germany • TÜV

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認証証書 ◆ СЕРТИФИКАТ ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle
der TÜV SÜD Management Service GmbH
bescheinigt, dass das Unternehmen

WAGO Kontakttechnik GmbH
(nach Schweizer Recht) & Co. KG
Werk 1: D-32423 Minden
Werk 2: D-99706 Sondershausen

WAGO Contact SA
CH-1564 Domdidier

WAGO Contact S.A.
F-95947 Roissy CDG Cedex

WAGO ELWAG sp. z o.o.
PL-50-506 Wrocław

für den Geltungsbereich

ELECTRICAL INTERCONNECTIONS
Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Klemmen, Klemmleisten und Steckverbindern mit Federklemmtechnik für die Elektrotechnik und Elektronik.

AUTOMATION
Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Komponenten für die Automatisierung von Maschinen, Anlagen und Gebäuden auf der Basis von Feldbussystemen, steckbaren und schienenmontierbaren Interface Bausteinen

ein Qualitätsmanagementsystem
eingeführt hat und anwendet.
Durch ein Audit, Bericht-Nr. 70024958
wurde der Nachweis erbracht, dass die Forderungen der

ISO 9001: 2000

erfüllt sind. Dieses Zertifikat ist gültig bis 2010-11-26
Zertifikat-Registrier-Nr. 12 100 16077 TMS

München, 2007-11-27

QMS-TGA-ZM-07-52

TÜV SÜD Management Service GmbH • Zertifizierstelle • Ridlerstraße 65 • 80339 München • Germany

VÚJE, a.s.
Certification body certifying products – safety equipment for nuclear power plants, Okružná 5, 918 64 Trnava, Slovak republic

vůje

CERTIFICATE
No: V01-30930_C38-2010

Certification body hereby certifies, that the product
WAGO Screwless Terminal Block Type 285-195
including modifications listed below
is seismically capable for 3÷33Hz
category 1a - function and integrity during and after seismic event,
up to elevation +31m for Mochovce NPP units 3&4

APPLICANT: PROELEKTRO spol. s r.o.
Address: Na berme 22, 841 03 Bratislava
Contact: Tel: +421 2 4569 203
Fax:
E-mail: Danev@wago.sk; jan.hronsky@wago.sk

PRODUCER: WAGO Kontakttechnik G.m.b.H
Address: Hansastrasse 27, 324 23 Minden, Germany
Contact: Tel:
Fax:
E-mail:

CERTIFIED PRODUCT: WAGO Screwless Terminal Block Type 285-195
(type, series)
Including modifications
279-xxx(1,5mm²), 280-xxx(2,5mm²), 281-xxx(4mm²), 282-xxx(6mm²)
283-xxx(16mm²), 284-xxx(10mm²), 285-xxx(35mm²,50mm²,95mm²)

CERTIFICATION SCHEME: 1b

NORMS AND DIRECTIVES: STN IEC 60760:2002, STN IEC 60980:1993

CONTROLLED PARAMETERS: Seismic resistance category 1a
Functional capability during and after seismic event

Date of certificate issue: 20. 12. 2010

Date of expiracy: 20. 12. 2013

Head of VÚJE COCP: Ing. Karol Rovnij, MBA
(name) (signature)

VÚJE, a.s.
P-028

It is prohibited to modify, add or change data in the certificate
Made in case no using of the certificate and in the back of the certificate

Hornostavská 9, 949 01 Nitra
Prevádzka: Novozámocká 179
949 05 Nitra, SLOVENSKO
tel.: +421 37 6927 011
fax: +421 37 6927 012
e-mail: kiwa@kiwa.sk

KiWa®
prepäťové ochrany

CHRÁŇTE SI SVOJ MAJETOK

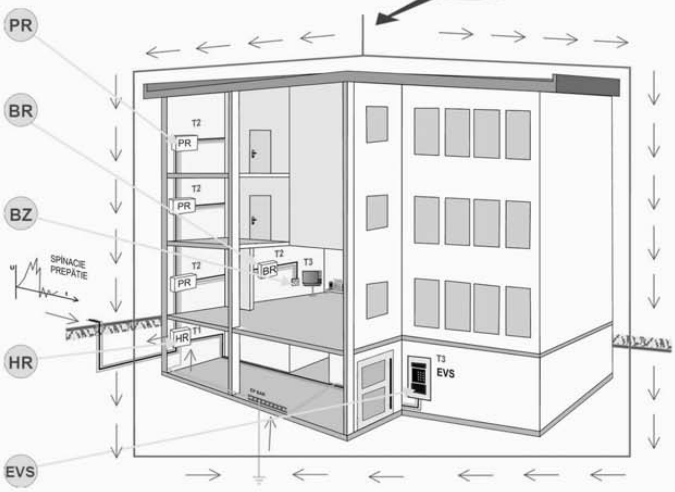
Riešenie pre bytové domy:

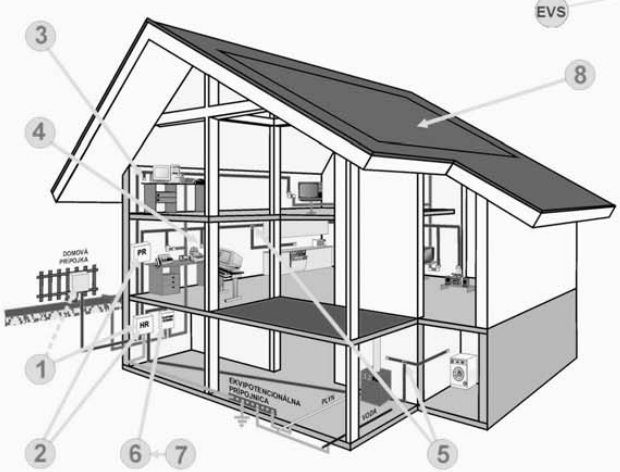
HR - HLAVNÝ ROZVÁDZAČ:
PO I (B+C+D) - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 1

PR - PODRUŽNÝ ROZVÁDZAČ:
PO II (C+D) - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2
alebo
BR - BYTOVÁ ROZVODNICA:
PO II (C+D) - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2

BZ - BYTOVÁ ZÁSUVKA 230V:
PODA-275S - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 3

EVS - ELEKTRONICKÝ VSTUPNÝ SYSTÉM:
RPO D - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 3





Riešenie pre rodinné domy:

1 : PO I - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 1
2 : PO II - PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2
3 : ZPO D1 - ZÁSUVKOVÁ PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 3
4 : ZPO D2 - ZÁSUVKOVÁ PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 3
5 : PODA-275 - MODUL PREPÄŤOVEJ OCHRANY TYP 3
6 : DME100TX - DÁTOVÁ PREPÄŤOVÁ OCHRANA
7 : RPO DS - ROZVÁDZAČOVÁ PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 3
8 : PO II 3 PH - PREPÄŤOVÁ OCHRANA NA OCHRANU FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMOV

Viete, že aj Vy si môžete ochrániť vo Vašich domoch a bytoch elektronické spotrebiče, elektronické zariadenia ako sú napr. televízne a rozhlasové prijímače, HiFi zostavy, DVD prehrávače a rekordéry, počítačové zostavy, tlačiarne, modemy, faxy a pod. proti prepätiu?

Tomu prepätiu, ktoré každý rok v nejednom dome zničí, alebo poškodí veľké množstvo elektronických prístrojov a zariadení?

Ponúkame Vám komplexné riešenie ochrany pred účinkami prepätia, ktoré vzniká pri atmosférických výbojoch - priamy alebo nepriamy úder blesku alebo pred účinkami spínacích prepätí, ktoré vyvolávajú spínacie pochody a procesy v napájacej sieti. Riešením ochrany elektronických zariadení a spotrebičov pred účinkami prepätia sa zároveň podstatne predlžuje ich životnosť.

Neváhajte a obráťte sa na odborníkov s dlhoročnými skúsenosťami pri výrobe a aplikáciach použitia slovenských prepäťových ochrán v každodennom živote.

VÝVOJ A VÝROBA NA SLOVENSKU

www.kiwa.sk

KIWA®

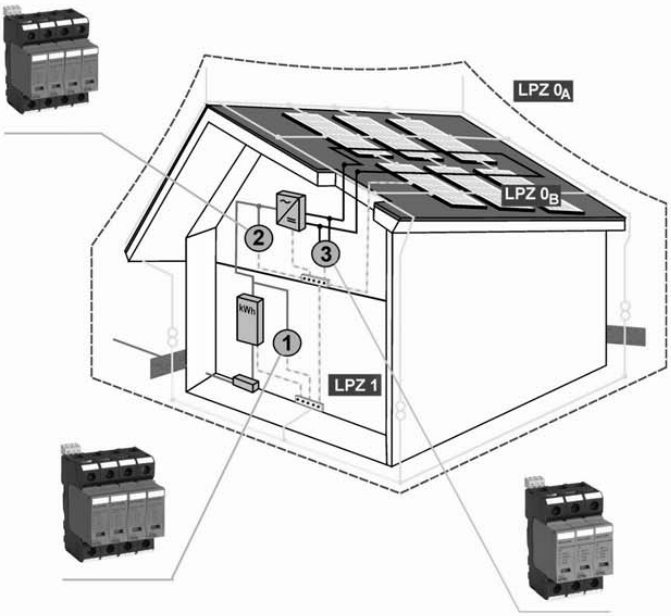
prepäťové ochrany

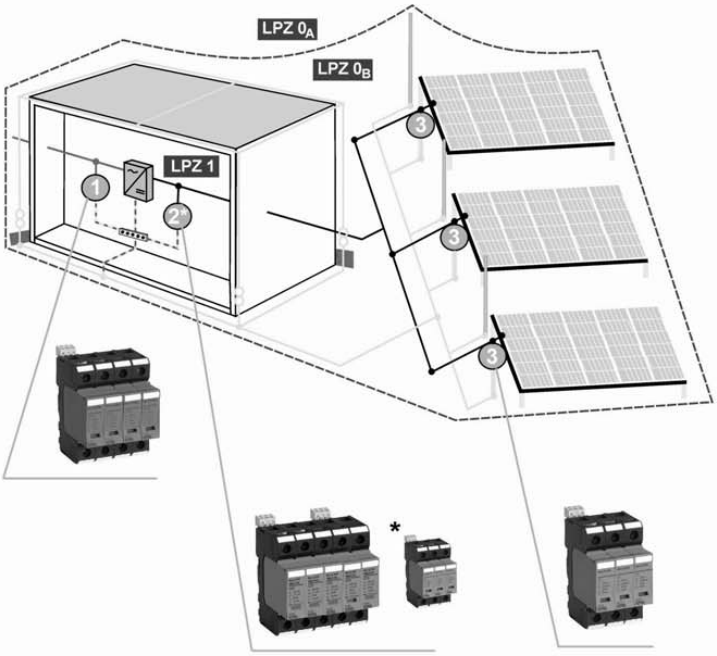
Hornostavská 9, 949 01 Nitra
Prevádzka: Novozámocká 179
949 05 Nitra, SLOVENSKO
tel.: +421 37 6927 011
fax: +421 37 6927 012
e-mail: kiwa@kiwa.sk

CHRÁŇTE SI SVOJ MAJETOK

Riešenie pre rodinné domy:

1. **PO I 4 R 280V/12,5kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 1
2. **PO II 4 R 280V/40kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2
3. **PO II 3 R PH 1000 V DC/40kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2





Riešenie pre solárne polia:

1. **PO I 4 R 280V/12,5kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 1
2. **PO I 5 R PV 1000 V DC/12,5kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 1
   * **PO II 3 R PH 1000 V DC/40kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2
3. **PO II 3 R PH 1000 V DC/40kA**
   PREPÄŤOVÁ OCHRANA TYP 2

VÝVOJ A VÝROBA NA SLOVENSKU

www.kiwa.sk

NOVÉ VIDEO SADY LEGRAND

2VODIČOVÉ ZAPOJENIE

Vyriešte si popri spínačoch zároveň
aj svoj video vstupný systém rýchlo
a za prijateľnú cenu!

**PRODUKTY A SYSTÉMY PRE ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE
A DIGITÁLNE SYSTÉMY BUDOV**

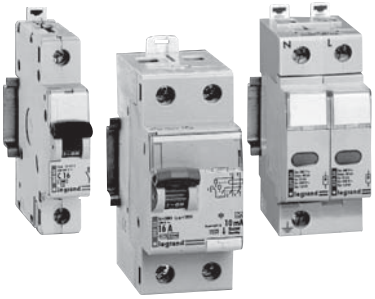
legrand®

www.legrand.sk

LEGRAND POWER

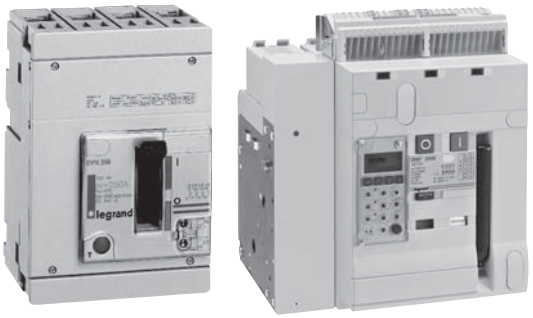
KVALITA A SPOĽAHLIVOSŤ

PRE VAŠU INŠTALÁCIU



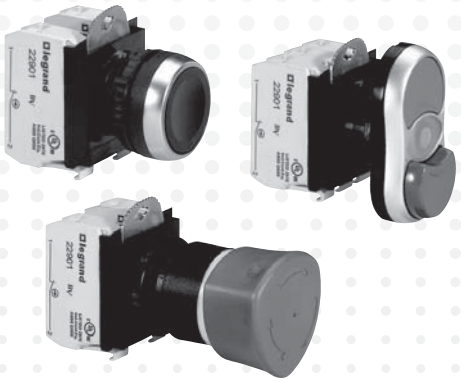
MODULÁRNE PRÍSTROJE

> ističe
> prúdové chrániče
> zvodiče prepätia



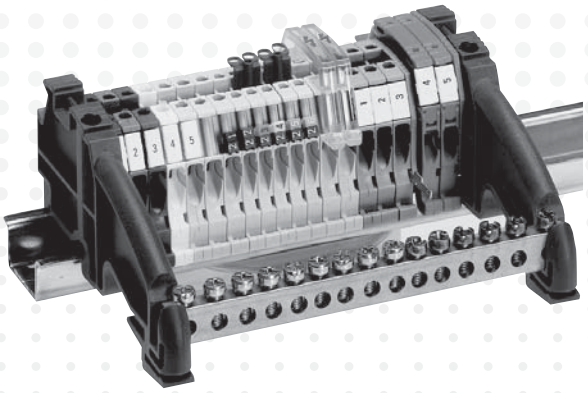
VÝKONOVÉ ISTENIE

> výkonové ističe DPX
> nové vzduchové ističe DMX^3



OSMOZ™

> ovládacie
a signalizačné prvky



RADOVÉ SVORKY

> Široká ponuka radových
svoriek Viking™ 3

PRODUKTY A SYSTÉMY PRE ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE
A DIGITÁLNE SYSTÉMY BUDOV

legrand®

www.legrand.sk

Meranie elektrostatickej ochrany elektrických zariadení a pracovníkov

Ing. Marián Brúsil
Ing. Miroslava Bočkayová
ZTS Elektronika SKS s.r.o.

Úvod

STN EN 61340-5-1 **Elektrostatika časť 5-1 Ochrana elektronických súčiastok pred elektrostatickými javmi** obsahuje nevyhnutné požiadavky na návrh, zostavenie, realizáciu a údržbu programu na ovládanie elektrostatického výboja (ESD) pri týchto činnostiach: výroba, prevádzka, montáž, inštalácia, balenie, označenie, údržba, skúšanie, kontrola, doprava alebo iná manipulácia elektrickými alebo elektronickými súčasťami, zostavami a zariadeniami citlivými na poškodenie elektrostatickým výbojom ≥ 100 V na modeli ľudského tela (HBM). Norma obsahuje požiadavky na program ovládania ESD nevyhnutým na nastavenie pracovného režimu so zariadeniami citlivými na ESD (ESDS), ktoré sú založené na historických skúsenostiach vojenských i komerčných organizácií.

Základné princípy riadenia a ovládania ESD tvoriace podstatu normy sú:

- zabrániť výboju z akéhokoľvek nabitého vodivého predmetu (pracovníka a zvlášť zariadenia na automatickú manipuláciu) do ESDS. To možno zabezpečiť pospájaním alebo elektrickým pripojením všetkých okolitých vodičov vrátane personálu k známemu uzemneniu alebo vytvorenému uzemneniu (ako je to na palube lode alebo lietadla). Toto spojenie vytvára rovnováhu potenciálov medzi všetkými vodivými predmetmi a pracovníkmi. Elektrostatická ochrana môže byť udržiavaná na odlišnom potenciáli od nulového potenciálu zeme, pokiaľ sú všetky vodivé predmety v systéme na tom istom potenciáli;
- zabrániť výboju z akéhokoľvek nabitého zariadenia citlivého na ESD. Nabíjanie môže vzniknúť z rozpojenia priameho dotyku, alebo môže byť indukované poľom. Nevyhnutné izolanty v okolí nestratia svoj elektrostatický náboj pripojením k uzemneniu. Ionizačné systémy zabezpečujú neutralizáciu elektrostatických nábojov na týchto izolantoch (materiál dosiek plošných spojov a niektoré puzdrá súčiastok sú príkladmi nevyhnutých izolantov). Na implementáciu príslušných opatrení v súlade s rizikom sa požaduje posúdenie nebezpečenstva ESD vytváraného elektrostatickými nábojmi na nutných izolantoch v pracovnom prostredí;
- mimo priestoru chráneného pred ESD (ďalej uvedené ako EPA) často nie je možné kontrolovať hore uvedené položky, preto sa môže požadovať ochranný obal proti ESD. Ochrana pred ESD sa môže dosiahnuť vložením výrobkov citlivých na ESD do antistatických ochranných materiálov, avšak typ materiálu závisí na okolnostiach a na mieste použitia. Vnútri EPA môžu materiály rozptyľujúce elektrostatický náboj poskytnúť postačujúcu ochranu. Mimo EPA sa odporúčajú materiály tieniace elektrostatický náboj. Aj keď všetky tieto materiály nie sú prediskutované v tejto norme, je dôležité poznať rozdiely pri ich použití.

  Jednotlivé podniky majú rozdielne prevádzky, a preto budú vyžadovať rozdielne súbory preventívnych meraní ESD pre optimalizáciu programu na ovládanie ESD. Je dôležité, že tieto merania sú vybrané na základe technickej nutnosti a dôsledne zdokumentované v pláne programu na ovládanie ESD, takže všetci, ktorých sa to týka, vedia o požiadavkách programu.

  Výcvik personálu je podstatná časť programu na ovládanie ESD, aby sa zabezpečilo, že personál rozumie zariadeniam a pracovným postupom, ktoré musia používať na splnenie plánu programu na ovládanie ESD. Výcvik je podstatný aj pri zvyšovaní povedomia a porozumenia problémom ESD. Bez výcviku sú pracovníci často hlavným zdrojom rizika ESD. Pracovníci s výcvikom sa stávajú prvou účinnou obranou proti poškodeniu elektrostatickým výbojom.

  Pravidelné kontroly a skúšky na overovanie zhody sú podstatné pre uistenie, že zariadenie zostáva účinné a že program ovládania ESD je zavedený správne v zhode s plánom programu ovládania ESD.

  Akýkoľvek dotyk a fyzické oddelenie materiálov alebo tok tuhých častíc, tekutín alebo plynov obsahujúcich častice môže vytvárať elektrostatický náboj. Bežné zdroje ESD sú nabité: osoby,

vodiče, bežné polymérne materiály a spracovateľské zariadenia. Poškodenie elektrostatickým výbojom sa môže vyskytnúť keď:
- nabitá osoba alebo objekt príde do styku s ESDS;
- ESDS príde do priameho styku s dobre vodivým povrchom vystaveným elektrostatickému poľu;
- nabité ESDS príde do styku s iným vodivým povrchom, ktorý má iný elektrický potenciál. Tento povrch môže, ale nemusí byť uzemnený.

Príklady ESDS sú mikroobvody, diskrétne polovodičové súčiastky, hrubo a tenkovrstvové rezistory, hybridné súčiastky, dosky s plošnými spojmi a piezoelektrické kryštály. Chúlostivosť zariadenia možno stanoviť vystavením zariadenia simulovaným ESD. Úroveň citlivosti stanovená skúšobnými simulovanými ESD nemusí nevyhnutne zodpovedať úrovni citlivosti v reálnej situácii. Tieto údaje sa však používajú ako základňa na stanovenie chúlostivosti pri porovnaní zariadení s rovnakým počtom častí od rôznych výrobcov. Na charakterizovanie elektronických súčastí sa používajú tri rôzne modely:
- model ľudského tela (HBM),
- model stroja (MM),
- model nabitého zariadenia (CDM).

1. Termíny a definície k STN EN 61340-5-1: 2008 (IEC 61340-5-1: 2007)

Pre účely tejto normy, ako aj novej normy „ Technickej normalizačnej informácie“ TNI CLC/TR 61340-5-2, ktorá od 2/2011 nahradila normu STN EN 61340-5-2: 1999 platia nasledujúce termíny a definície:
spoločný uzemňovací bod (commom ground point) - uzemnené zariadenie alebo miesto, kde sú pospájané vodiče dvoch alebo viac položiek programu ovládania ESD;
spoločný spájací bod (commom connection point) - zariadenie alebo miesto, kde sú vodiče dvoch alebo viac položiek programu ovládania ESD spojené, aby sa uviedli chránené položky pred ESD na rovnaký elektrický potenciál pospájaním;
pospájanie (equipotential bond) - také elektrické spojenie neživých vodivých častí (alebo položiek v pláne ovládania ESD), že sú v podstate na tom istom napätí v normálnych podmienkach i pri poruche;
položky ovládania ESD (ESD control items) - materiály alebo výrobky navrhnuté na zamedzenie tvorby statického náboja a/alebo rozptýlenie vytvorených statických nábojov tak, aby sa zamedzilo poškodeniu súčiastok citlivých na ESD;
funkčná zem (functional ground) - svorka na pripojenie súčastí k uzemneniu z iných ako bezpečnostných dôvodov;
ochranná zem (protective earth) - svorka na pripojenie súčastí k uzemneniu z bezpečnostných dôvodov.

2. Termíny a definície k STN EN 61340-5-2: 1999
(odporúčané definície v zmysle TNI CLC/TR 61340-5-2: 2011)

elektrostatický výboj (ESD) - prenos náboja medzi telesami s rôznym elektrostatickým potenciálom, ktorý bol vyvolaný priamym kontaktom, alebo elektrostatickým polom;
súčiastka citlivá na elektrostatický výboj (ESDS) - diskrétna súčiastka, integrovaný obvod alebo zostava, ktorá môže byť poškodená elektrickými poľami alebo elektrostatickým výbojom, ktorý sa vyskytuje pri bežnej manipulácii, skúšaní a prenášaní;
vyhradený priestor ESD (EPA) - priestor v ktorom je možné manipulovať so súčiastkami ESDS s prijateľným rizikom poškodenia, ktoré súvisí s elektrostatickým výbojom alebo poľami;
uzemňovacia svorka (EBP) priestoru EPA - určená svorka, ku ktorej môže byť v priestore EPA prístroj pripojený;
potenciál zeme priestoru EPA - spoločný potenciál vytvorený v pracovnej oblasti, ktorý zaisťuje, aby potenciál súčiastok bol rovnaký ako potenciál všetkého, s čím môže súčiastka prísť do kontaktu;
uzemňovací rozvod priestoru EPA - spoločný prostriedok, ku ktorému sú vo vyhradenom priestore elektricky pripojené prvky;
materiály pre balenie - materiály, do ktorých sú balené súčiastky ESDS pre transport alebo skladovanie vrátane vrecúšok, balíčkov, prepraviek, obalov, zásobníkov, pružných výplní, penových materiálov;
vnútorný obal - materiál, ktorý je v kontakte so súčiastkami ESDS;
blízky obal - materiál, ktorý nie je v kontakte so súčiastkami ESDS, ale ktorý obsahuje jednu alebo viacero súčiastok;

sekundárny obal – materiál použitý predovšetkým pre zvýšenie fyzickej ochrany zvonka blízkeho obalu;
tienenie proti elektrostatickému výboju - bariéra alebo kryt, ktorý obmedzuje prechod prúdu a zoslabuje energiu, ktorá je dôsledkom elektrostatického výboja tak, že maximálna energia z modelu ľudského tela s 1000 V sa vybíja s energiou menšou alebo rovnou 50 nJ;
elektrostaticky vodivý materiál - materiál, ktorého povrchová rezistencia je $\geq 1.10^2\ \Omega$ a $< 1.10^5\ \Omega$;
elektrostaticky stratový materiál - materiál, ktorého povrchová rezistencia je $\geq 1x10^5\ \Omega$ a $< 1x10^{11}\ \Omega$;
izolačný materiál - materiál, ktorého povrchová rezistencia je $\geq 1.10^{11}\ \Omega$;

3. Termíny a definície k STN EN 61340-4-1: 2004

(„Štandardné skúšobné metódy pre špecifické aplikácie – elektrická rezistivita podlahových materiálov“)

preberacie skúšky (acceptance testing) - skúšanie vykonávané na podlahovej krytine okamžite po inštalácii alebo na výberoch z výroby pred počiatočnou prebierkou zákazníkom;
uzemniteľný bod (groundable point) - uchytenie na podlahovej krytine, ktoré umožňuje pripojenie k zemi;
izolačný materiál – podložka ku meraniu (insulating material) - materiál, ktorý má vertikálnu rezistenciu väčšiu ako $10^{14}\ \Omega$;
laboratórne hodnotenie (laboratory evaluations) - meranie vykonávané za riadených laboratórnych podmienok;
rezistencia k zemi (resistance to ground) - elektrická rezistencia meraná medzi zemou alebo uzemniteľným bodom a jednou elektródou umiestnenou na používanom povrchu (use-surface);
rezistencia medzi dvoma bodmi (point-to-point resistance) - elektrická rezistencia meraná medzi dvomi elektródami umiestnenými na používanom povrchu;
vertikálna rezistencia (vertical resistance) - elektrická rezistencia meraná medzi spodnou časťou (back) skúšaného materiálu a jednou elektródou umiestnenou na používanom povrchu.

4. Program riadenia ESD

4.1. Všeobecné požiadavky

4.1.1 Požiadavky na program riadenia ESD

Program ovládania ESD, ktorý bol vytvorený podľa technických medzí, ktoré vyžaduje táto norma, bude minimalizovať škodu súvisiacu s ESD v zariadeniach s citlivosťou na ESD väčší alebo rovný 100 V modeli HBM, ako je stanovené skúšaním podľa IEC 60749-26. Program musí obsahovať administratívne a technické požiadavky tak, ako sú opísané v tejto norme. Organizácia musí program vytvoriť, zdokumentovať, zaviesť, udržiavať a overiť zhodu programu v súlade s požiadavkami tejto normy.

4.1.2 Koordinátor ESD

Osobu zodpovednú za zavedenie požiadaviek tejto normy, vrátane zriadenia, zdokumentovania, udržiavania a overenia zhody programu, musí určiť organizácia.

4.1.3 Prispôsobenie

V tejto norme, alebo jej častiach nie je možné použiť všetky aplikácie. Prispôsobenie sa robí hodnotením použiteľnosti každej požiadavky pre špecifické použitie. Po ukončení hodnotenia sa môžu požiadavky pridať, modifikovať alebo vyradiť. Rozhodnutia o prispôsobení, vrátane logického a technického zdôvodnenia, sa musia zdokumentovať.

4.2 Administratívne požiadavky na program ovládania ESD

4.2.1 Plán programu ovládania ESD

Organizácia musí pripraviť plán programu ovládania ESD, v ktorom sa objavia všetky požiadavky na program, Ide o tieto požiadavky:

- školenie,
- overenie zhody,
- systémy uzemnenia a pospájania,

- uzemnenie osôb,
- požiadavky na EPA,
- systémy balenia,
- označovanie.

Plán je hlavný dokument pre zavedenia a overenie programu. Cieľom je úplne zavedený a celistvý program, ktorý sa zhoduje s vnútorným systémom požiadaviek na kvalitu. V pláne sa použijú všetky aplikovateľné aspekty práce organizácie.

4.2.2 Plán školenia

Plán školenia určí všetkých pracovníkov, u ktorých je požadovaná informovanosť o ESD a preventívne školenie. Minimálna, vstupná a periodická informovanosť o ESD a preventívne školenie sa poskytne všetkým pracovníkom, ktorí manipulujú alebo inak prichádzajú do styku s niektorými položkami ESDS. Vstupné školenie sa poskytne pred manipuláciou pracovníkov so zariadeniami citlivými na ESD. Druh a opakovanie školenia o ESD pre pracovníkov sa určí v pláne školenia. Plán školenia sa musí zaznamenať, vrátane požiadavky na pracovníka pre údržbu záznamu a musí sa zdokumentovať, kde sa záznam uchováva. Metódy školenia a použitie špecifických techník sú na uvážení organizácie. Plán školenia musí obsahovať metódy, ktoré organizácia použije na zaistenie pochopenia a primeranosti školenia.

4.2.3 Plán overenia zhody

Organizácia musí vytvoriť plán overovania zhody na zaistenie plnenia požiadaviek plánu. Monitorovací proces (meranie) sa musí vykonávať v súlade s plánom overovania zhody, ktorý stanovuje overované technické požiadavky, medze pre merania a intervaly overovania. V pláne overovania zhody sa zdokumentujú skúšobné metódy, ktoré sa použijú v procese monitorovania a merania. Ak organizácia použije iné skúšobné metódy z noriem v normatívnych odkazoch v tejto norme, organizácia musí preukázať, že dosiahnuté výsledky sú v súlade s referenčnou normou. Pevne zavedené a udržiavané záznamy overovania zhody zaistia evidenciu zhody vzhľadom na technické požiadavky. Vybrané skúšobné zariadenia musia byť spôsobilé pre merania určené v pláne overovania zhody.

4.3 Technické požiadavky na plán programu ovládania ESD

Nasledujúce články opisujú základné technické požiadavky na vývoj programu ovládania ESD. Na skúšobných metódach alebo normách uvedených v tomto článku sú založené požiadavky na medze. V pláne overovania zhody sa musia zdokumentovať použité metódy na overovanie medzí. Tieto postupy môžu, ale nemusia byť založené na skúšobných metódach uvedených v tabuľkách. Keď organizácia použije skúšobné metódy a súvisiace medze iné, ako sú skúšobné metódy alebo odporúčania v tabuľkách, musia sa zdokumentovať s technickým zdôvodnením ich použitia.

4.3.1 Systémy uzemnenia a pospájania

Na zabránenie škodlivého ESD je nutné odstrániť rozdiel potenciálov medzi položkami ESDS a inými vodičmi, aby ESDS mohlo prísť do styku tak s automatickým manipulačným zariadením, upínačmi prenosnými zariadením, ako aj s personálom. Všetky vodivé položky i položky pohlcujúce náboj sa musia pripojiť k uzemneniu, alebo i inému bodu (pospájaniu) na odstránenie rozdielu potenciálov. Dosiahnuť to možno tromi rôznymi spôsobmi:

- **uzemnením na ochrannú zem:**
  na uzemnenie proti ESD sa uprednostňuje ochranná zem, ak je dostupná. V tom prípade sú položky ovládania ESD a uzemnené osoby pripojené k ochrannej zemi
- **uzemnením pomocou funkčnej zeme:**
  druhý prípustný spôsob uzemnenia sa dosiahne použitím funkčnej zeme. Môže to byť vodivá zemniaca tyč alebo kôl na uzemnenie položiek ovládania ESD pomocou ich príslušenstva. Na odstránenie rozdielu potenciálov medzi ochrannou zemou a systémom s funkčnou zemou sa veľmi odporúča, aby boli obidva systémy spolu elektricky spojené
- **pospájaním:**
  v prípade, že príslušné uzemnenie nie je dostupné, ochrana pred ESD sa môže dosiahnuť pospájaním všetkých položiek ovládania ESD do spoločného spájacieho bodu Maximálna rezistencia medzi niektorou chránenou položkou a spoločným spájacím bodom musí vyhovovať medziam

stanoveným pre chránené položky, ako sú uvedené v tabuľkách. Ak sa zvolí ktorýkoľvek systém uzemnenia alebo pospájania, bude sa uvádzať vo zvyšku tejto normy ako „zem“.

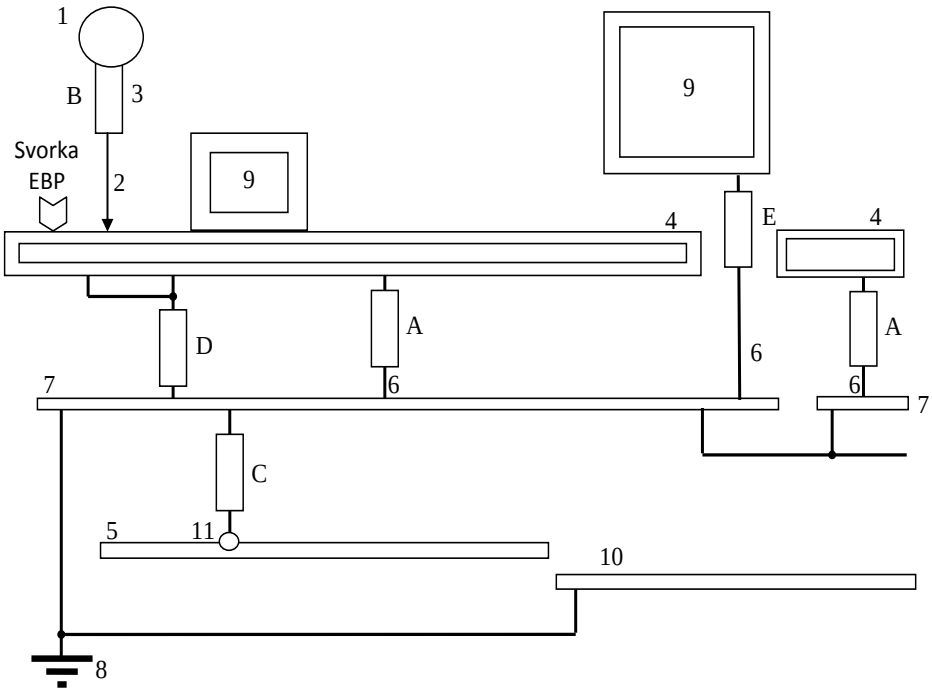
Zapojenie jednotlivých komponentov v priestore ESD – EPA (legenda)

1. Systém pripojenia náramku
2. Kábel náramku
3. Diskrétny rezistor
4. Pracovný povrch
5. Pripojená rohož na podlahe
6. Uzemňovací kábel priestoru EPA
7. Uzemňovací rozvod priestoru EPA
8. Uzemnenie EPA
9. Vodivé alebo stratové predmety
10. Podlaha chrániaca súčiastky ESD
11. Uzemniteľný bod rohože

Zapojenie jednotlivých komponentov v priestore ESD – EPA (odporúčané hodnoty)

Maximálne doporučené hodnoty rezistencie A, C, D, E povrchu k uzemneniu EPA a rezistencia uzemňovaciemu káblu B sú definované nasledovne:

A pracovné povrchy, odkladacie vozíky, police: $R_{gp} \leq 1.10^9\ \Omega$
B náramky samostatné: $R_{gp} \leq 1.10^5\ \Omega$
B pripojovací kábel samostatný: $R_{gp} \leq 1.10^6\ \Omega$
B náramková zostava osoba: $R_{gp} \leq 3{,}5.10^7 \Omega$
B obuv samostatná vodivá: $R_{gp} \leq 1.10^5\ \Omega$
B obuv samostatná stratová: $1.10^5\ \Omega \leq R_{gp} \leq 1.10^8\ \Omega$
C systém osoba (obuv – podlaha): $7{,}5.10^5\ \Omega \leq R_{gp} \leq 3{,}5.10^7\ \Omega$
$R_{gp} \leq 1.10^9\ \Omega$ pre napätie ľudského tela $U \leq 100$ V
D sedadlá: $R_{gp} \leq 1.10^{10}\ \Omega$
E nástroje, vodivé alebo stratové predmety: $R_{gp} \leq 1.10^{11}\ \Omega$



Obr. 1 Zapojenie jednotlivých komponentov v priestore ESD - EPA

4.3.2 Uzemnenie osôb

Všetky osoby, ktoré manipulujú ESDS sa musia v súlade s nasledujúcimi požiadavkami uzemniť alebo pospájať. Keď pracovník sedí na pracovisku chránenom proti ESD, musí byť pripojený k uzemneniu náramkom na zápästí. Pri činnostiach v stoji môže byť pracovník na pracovisku uzemnený náramkom na zápästí alebo cez podlahový systém a obuv. Keď sa použije uzemnenie cez podlahový systém a obuv, musí sa splniť jedna z týchto dvoch podmienok:

- celková rezistencia sústavy (od osoby cez obuv a podlahu po uzemňovacie zariadenie) musí byť menšia ako 3,5 x 10^7 Ω,
- maximálne napätie generované telom musí byť menšia ako 100 V a celková rezistencia sústavy musí byť menšia ako 1 x 10^9 Ω.

Tab. 1 Požiadavky na systém ochrany ESD osôb

Položka ESD riadenia	Požiadavka na výrobok	Overenie zhody	Medze zhody
		Skúšobná metóda	
Zostava: Osoba, náramok, uzemňovací káblik, ESD odev	$R_{gp} \leq 1.10^6$ Ω	STN EN 61340-5-1 článok A1	$7,5.10^5$ Ω ≤ R_{gp} ≤$3,5.10^7$ Ω
Zostava: Osoba, obuv, podlahový systém	$R_{gp} \leq 1.10^9$ Ω	STN EN 61340-5-1 článok A2	$7,5.10^5$ Ω ≤ R_{gp} ≤$3,5.10^7$ Ω

4.3.3 Priestor EPA – ESD

Manipuláciu ESDS bez ochranného krytu alebo obalu možno vykonávať v EPA. Označenia upozorňujúce na existenciu EPA musia byť umiestnené na dobre viditeľnom mieste pre osobu vstupujúcu do EPA.

***Poznámka**: Napríklad EPA môže pozostávať z budovy, z celej miestnosti alebo jedného pracoviska.*

Prístup do EPA je vymedzený pre osoby, ktoré majú ukončené príslušné školenie o ESD. Neškolení jednotlivci pri pobyte v EPA musia byť sprevádzaní vyškoleným zamestnancom. Všetky nepotrebné izolanty (plasty a papier) ako sú poháre na kávu, potravinové obaly a osobné veci sa musia z pracoviska alebo z operácie, pri ktorej sa manipuluje s ESDS, odstrániť.

Hrozba ESD spojená s prácou s nevyhnutnými izolantmi sa vyhodnotí, aby sa zaistilo že:

- elektrostatické pole na mieste, kde sa manipuluje s ESDS nepresiahne 10 000 V/m,
- ak nameraný elektrostatický potenciál na povrchu izolantu v pracovnom procese presahuje 2000 V, vzdialenosť ESDS od tejto položky bude najmenej 30 cm.

Ak namerané elektrostatické pole alebo povrchový potenciál presahuje stanovené medze, použije sa ionizácia alebo iná technika na zníženie náboja. Všade, kde sa ruky dotýkajú výrobkov citlivých na ESD, musí sa zriadiť EPA. Avšak program ovládania ESD možno stanoviť rôznymi spôsobmi. Nasledujúca tabuľka uvádza zoznam niektorých voliteľných položiek, ktoré sa môžu použiť na ovládanie statickej elektriny. Pre tie položky ovládania ESD, ktoré sú vybrané do programu ovládania ESD, sú požadované medze povinné.

Tab. 2 Požiadavka na priestor EPA-ESD

Položka ESD riadenia	Požiadavka na výrobok	Overenie zhody	Medze zhody
		Skúšobná metóda	
Podlaha	$R_{gp} \leq 1.10^9$ Ω	IEC 61340-4-1	$R_{gp} \leq 1.10^9$ Ω
Pracovné plochy, odkladacie police a vozíky	$R_{gp} \leq 1.10^9$ Ω $R_{p-p} \leq 1.10^9$ Ω	IEC 61340-2-3	$R_{gp} \leq 1.10^9$ Ω
Sedadlo pracoviska	$R_{gp} \leq 1.10^9$ Ω	IEC 61340-2-3	$R_{gp} \leq 1.10^{10}$ Ω
Odevy	$R_{p-p} \leq 1.10^{12}$ Ω	ANSI/ESD STM 2.1	$R_{p-p} \leq 1.10^{12}$ Ω
Odevy uzemniteľné	$R_{p-p} \leq 1.10^9$ Ω	ANSI/ESD STM 2.1	$R_{p-p} \leq 1.10^9$ Ω
Ionizácia Zníženie potenciálu z 1000 V na 100 V	čas < 20 s	ANSI/ESD STM 3.1	čas < 20 s
Ionizácia Posun napätia	napätie < +/-50V	ANSI/ESD STM 3.1	napätie < +/-50V

4.3.4 Obal

Ochranný obal proti ESD a označovanie obalu musí byť v zhode so zákazníckymi dohodami, objednávkami, výkresmi alebo inou dokumentáciou. Keď dohoda, objednávka, výkres alebo iná dokumentácia nedefinuje ochranu proti ESD obalom, musí organizácia v pláne definovať požiadavky na ochranný obal položiek ESDS proti ESD. Obal, ak je požadovaný, musí byť určený pre všetky fyzické pohyby v chránených priestoroch, medzi chránenými priestormi, medzi pracoviskami, medzi sférou obsluhy a zákazníkom.
Skúšobné metódy z nasledujúcej tabuľky sa používajú na hodnotenie materiálov vybraných pre ochranné obaly výrobkov citlivých na ESD.

Tab. 3 Požiadavky na obaly ESD

Položka ESD riadenia	Požiadavka na výrobok	Overenie zhody	Medze zhody
		Skúšobná metóda	
Obal elektrostaticky stratový	$1.10^5\ \Omega \le R_s < 1.10^{11}\ \Omega$	IEC 61340-2-3	$1.10^5\ \Omega \le R_s < 1.10^{11}\ \Omega$
Obal elektrostaticky vodivý	$1.10^2\ \Omega \le R_s < 1.10^5\ \Omega$	IEC 61340-2-3	$1.10^2\ \Omega \le R_s < 1.10^5\ \Omega$
Obal elektrostaticky izolačný	$R_s > 1.10^{11}\ \Omega$	IEC 61340-2-3	$R_s > 1.10^{11}\ \Omega$

4.3.5 Označovanie priestorov EPA – ESD, obalov a súčiastok ESDS

Označenie priestorov, systému alebo označenie obalu musí byť v zhode so zákazníckymi dohodami, objednávkami, výkresmi alebo inou dokumentáciou. Keď dohoda, objednávka, výkres alebo iná dokumentácia nedefinuje označovanie ESDS, systému alebo označovanie obalu, musí organizácia pri vývoji plánu programu na ovládanie ESD vziať do úvahy potrebu označovania. Keď sa určí, že označenie je potrebné, musí sa zdokumentovať ako časť plánu.

Diely citlivé na ESD

Obaly ESD stratový materiál

Obaly ESD vodivý materiál

Označenie ESD – EPA priestoru pre prácu ESDS súčiastkami

Obr. 2 Označovanie priestorov EPA – ESD, obalov a súčiastok ESDS

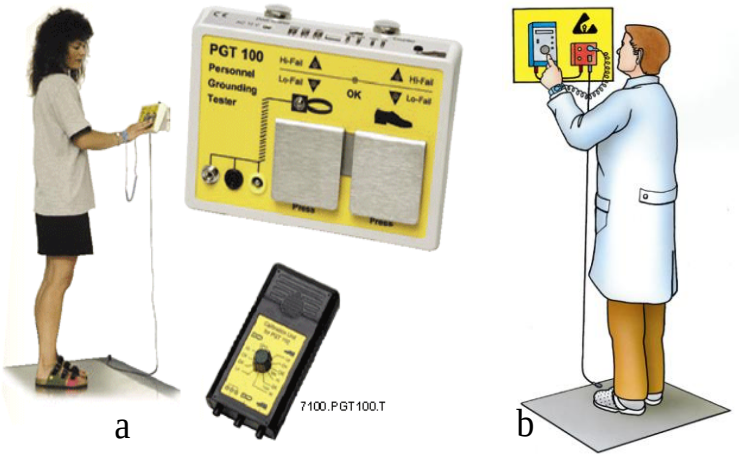
5. Metódy merania ESD ochrany pracovníka

5.1 Meracia metóda na skúšanie náramkovej zostavy

Obsluha si nasadí náramkovú zostavu do bežnej polohy a voľný koniec kábla zasunie do skúšobného prístroja. Rukou pritlačí kontaktnú doštičku na overenie, či rezistencia náramkovej zostavy je v prípustných medziach. Skúšobný prístroj môže byť celistvý, komerčne dostupný tester alebo iný prístroj, ktorý je schopný merať rezistenciu od $5{,}0.10^4\ \Omega$ do najmenej $1{,}0.10^8\ \Omega$. skúšobný prístroj má napätie naprázdno typicky medzi 9 V DC a 100 V DC (obr. 3a).

5.2 Merací postup na skúšanie obuvi

Obsluha sa postaví jednou nohou na elektródu na kontrolu obuvi. Rukou pritlačí kontaktnú doštičku na overenie, či rezistencia zostavy osoba/obuv je v prípustných medziach (obr. 3b). Skúška sa opakuje s druhou nohou. Skúšobný prístroj môže byť celistvý, komerčne dostupný tester alebo iný prístroj, ktorý je schopný merať rezistenciu od $5{,}0.10^4$ Ω do najmenej $1{,}0.10^8$ Ω. Skúšobný prístroj má napätie naprázdno typicky medzi 9 V DC a 100 V DC.



Obr. 3a,b Meranie a skúšanie náramkovej zostavy a obuvi (odevu)

6. Metódy merania a skúšania ESD materiálov

Rezistencia naprieč používaným povrchom skúšaného materiálu a cez skúšaný materiál sa meria pomocou merača veľkých rezistencií. Meranie rezistencie medzi dvoma bodmi je vhodné pre hodnotenie podlahových krytín pre odvádzanie náboja po používanom povrchu. Meranie rezistencie cez podlahovú krytinu, (t.j. rezistencia k zemi a vertikálna rezistencia), sú vhodné z hľadiska schopnosti odvádzať náboj z používaného povrchu alebo z vodičov, ktoré sú v kontakte s používaným povrchom do zberača náboja, ktorý je pod podlahou. Simulácia merania rezistencie k zemi sa vykonáva za laboratórnych podmienok pripojením uzemniteľného bodu k spodnej časti skúšanej podlahovej krytiny.

6.1. Zariadenie na meranie

Zariadenie na meranie rezistencie pozostáva z MP rezistencie (ohmmetra) alebo zdroja napájania a merača prúdu v príslušnom usporiadaní pre meranie rezistencie s presnosťou ± 10%. Je schopná splniť nasledujúce požiadavky:

Laboratórne hodnotenie (zariadenie musí mať pri zaťažení na obvode napätie):

- 10 V ± 0,5 V pre rezistenciu menšiu ako $1{,}0 \times 10^6$ Ω
- 100 V ± 5 V pre rezistenciu medzi $1{,}0 \times 10^6$ Ω a $1{,}0 \times 10^{11}$ Ω
- 500 V ± 25 V pre rezistenciu väčšiu ako $1{,}0 \times 10^{11}$ Ω

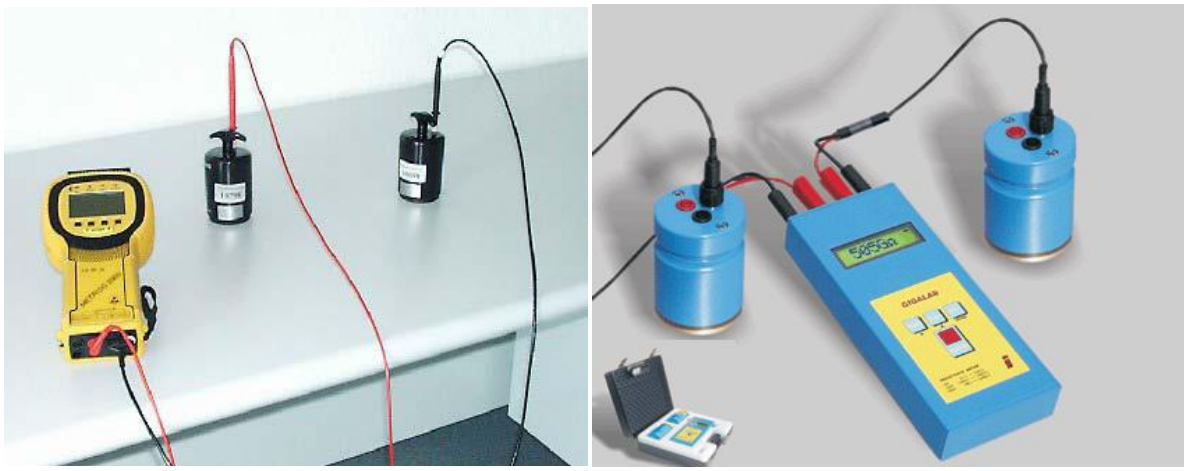
Rozsah merania musí byť aspoň o jeden stupeň väčší a menší ako je očakávaný rozsah meranej rezistencie. Aparatúra musí byť použitá tak, aby nežiaduce zvody na uzemnení neovplyvnili meranie.

Preberacie skúšky

Pre preberacie skúšky musí byť použitá aparatúra pre laboratórne hodnotenie alebo aparatúra s napätím naprázdno:

- 10 V ± 0,5 V pre rezistenciu menšiu ako $1{,}0 \times 10^6$ Ω
- 100 V ± 5 V pre rezistenciu medzi $1{,}0 \times 10^6$ Ω a $1{,}0 \times 10^{11}$ Ω
- 500 V ± 25 V pre rezistenciu väčšiu ako $1{,}0 \times 10^{11}$ Ω

Rozsah merania aparatúry musí byť aspoň o jeden stupeň väčší/menší ako je očakávaný rozsah meranej rezistencie. Aparatúra musí byť použitá tak, aby nežiaduce zvody na uzemnení neovplyvnili meranie. V prípade rozporu musí byť použitá aparatúra pre laboratórne hodnotenie.



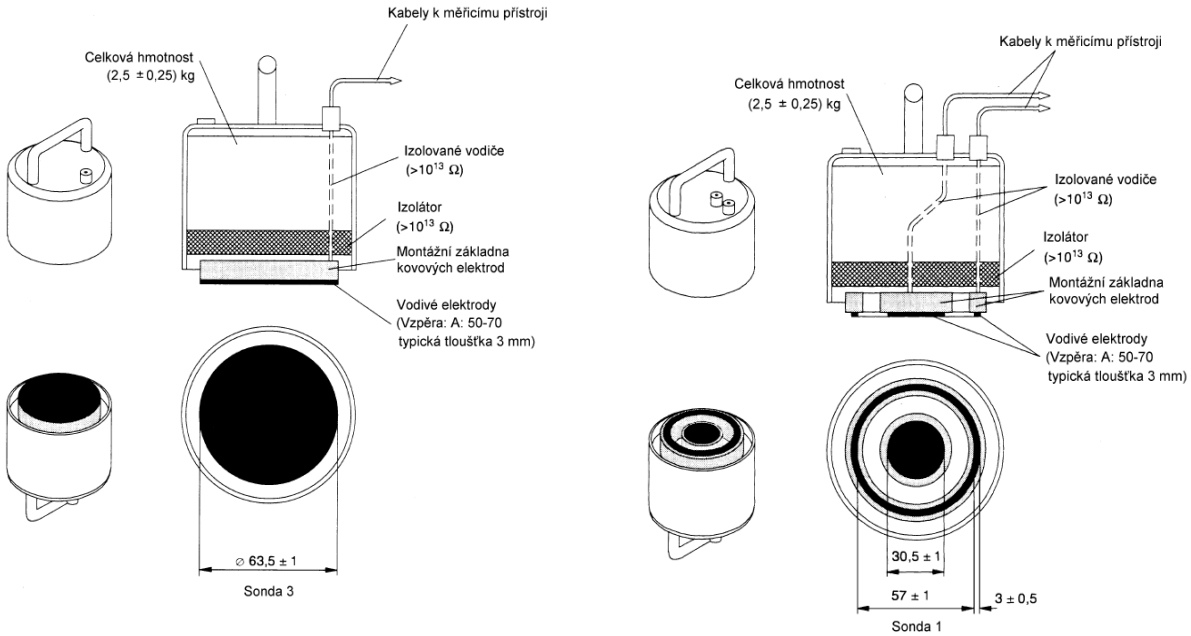
Obr. 4 Meracie zariadenia pre meranie R_{gp}, R_{p-p}, R_s

6.2 Meracie elektródy

Meracie elektródy pozostávajú z dvoch valcových kovových elektród (prednostne z nehrdzavejúcej ocele) so svorkami pre pripojenie k aparatúre pre meranie rezistencie (obr. 4). Každá elektróda musí mať plochú kruhovú kontaktnú oblasť o priemere 65 mm ± 5 mm. Pre meranie na tvrdých neprispôsobivých povrchoch musí byť kontaktná oblasť z vodivej gumy s tvrdosťou (60 ± 10) meranou tvrdomerom v jednotkách Shore A. Kontaktná rezistencia každej meracej elektródy doplnenej o vodivú gumovú podložku musí vyť menší ako 1000 Ω; meraná umiestnením meracej elektródy priamo na protiľahlú elektródu Pre prispôsobivé povrchy, napríklad textilné podlahové krytiny, nemusí byť použitá vodivá gumová podložka. Kontaktná oblasť je potom tvorená spodným povrchom kovovej elektródy. Celková hmotnosť každej meracej elektródy musí byť:

a) 2,5 kg ± 0,25 kg pre meranie na tvrdých neprispôsobivých povrchoch, alebo
b) 5,0 kg ± 0,25 kg pre meranie na všetkých ostatných povrchoch.

Poznámka: *Ako nosná plocha pre ďalšie závažie môže byť použitý kruhový disk z izolačného materiálu ktorého vertikálna rezistencia je väčšia ako 10^{14} Ω.*



Obr. 5 Meracie elektródy

Protiľahlá elektróda
Protiľahlá elektróda pozostáva zo štvorcovej dosky z nehrdzavejúcej ocele s rozmerom strany 600 mm ± 10 mm a o hrúbke 1 mm, so svorkou pre pripojenie aparatúry pre meranie rezistencie.

Podložné dosky
Pre meranie rezistencie medzi dvomi bodmi, pokiaľ je požadované a pre meranie rezistencie k zemi musia mať podložné dosky plochu rovnakú ako je plocha skúšaných vzoriek. Dosky musia mať dostatočnú tuhosť, aby pri skúšaní držali vzorky pohromade a musia byť zhotovené z izolačného materiálu, ich vertikálna rezistencia je väčšia ako 10^{14} Ω. Pre meranie vertikálnej rezistencie, pokiaľ je požadované, musia byť použité ploché kovové dosky s rovnakou plochou ako majú skúšobné vzorky a s dostatočnou tuhosťou, aby pri skúšaní držali vzorky pohromade.

Izolačná doska
Pre meranie vertikálnej rezistencie musí byť použitá rovná štvorcová doska, jej strana je 640 mm ± 10 mm a hrúbka je 5 mm ±1 mm, vyrobená z izolačného materiálu, ktorého vertikálna rezistencia je väčšia ako y_1. Pre meranie rezistencie medzi dvomi bodmi a rezistencie k zemi musí byť použitá plochá doska 1300 mm ± 10 mm krát 600 mm ± 10 mm o hrúbke 5 mm ± 1 mm, vyrobená z izolačného materiálu, ktorého vertikálna rezistencia je väčšia ako 10^{14} Ω.

6.3.Príprava skúšobných vzoriek

Pokiaľ sa považuje za nevyhnutné, musia byť vzorky pred vykonaním aklimatizácie a skúšaním očistené. Čistenie musí byť vykonané podľa pokynov výrobcu alebo podľa inej dohody. Montáž vzoriek k podložným doskám, pokiaľ je to nutné, musí byť vykonaná pred aklimatizáciou a skúšaním.

6.4.Prostredie pre aklimatizáciu a skúšanie

Pokiaľ nie je dohodnuté alebo stanovené inak, musí byť prostredie pre aklimatizáciu a skúšanie 23°C ± 2°C a 12 % ± 3 % relatívnej vlhkosti. Doba trvania aklimatizácie pred skúšaním musí byť aspoň 48 h. Pre textilné podlahové krytiny sa prednostne vykoná pred aklimatizácia aspoň 24 h pri 20°C ± 2°C a 65% ± 3 % relatívnej vlhkosti pred vlastnou aklimatizáciu a skúšaním. V priebehu pred aklimatizácie a aklimatizácie musia byť vzorky umiestnené do stojanu alebo inak vhodne uchytené tak, aby sa umožnila voľná cirkulácia vzduchu okolo vzoriek. Pokiaľ sú skúšky vykonávané v neriadených podmienkach, napríklad skúšanie na inštalovaných podlahách, musí byť v protokole uvedená teplota okolia a relatívna vlhkosť v dobe merania.

6.5 Čistenie elektród

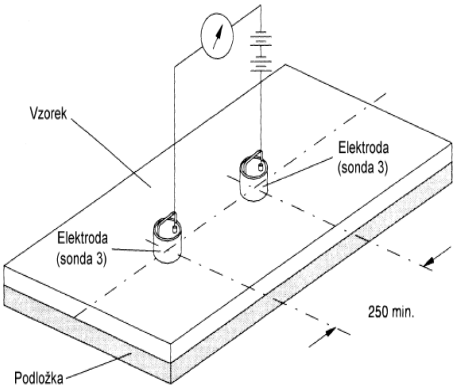
Pred každou skúšobnou postupnosťou sa vyčistí kontaktná oblasť meracích a protiľahlých elektród pomocou látky, ktorá nepúšťa vlákna, namočené v etanole alebo propanole (koncentrácia ≥ 95%). Pred vykonaním merania sa nechajú povrchy uschnúť.

6.6 Rezistencia medzi dvoma bodmi R_{p-p}

Pre laboratórne hodnotenie sa skúšobné vzorky umiestnia na izolačnú dosku používaným povrchom nahor. Dve meracie elektródy (obr. 4) sa umiestnia na skúšobnú vzorku. Vzdialenosť stredov elektród je 300 mm ± 10 mm. Ak je skúšobná vzorka vytvorená z podlahových dosiek, umiestnia sa meracie elektródy tak, aby neboli v kontakte so spojmi medzi dvomi susednými doskami. Zaistí sa, aby ľubovoľné uzemniteľné body prichytené k skúšobným vzorkám zostali izolované od zeme. Pre skúšanie na inštalovaných podlahách musia byť elektródy umiestnené na povrchu podlahy v rovnakých vzdialenostiach ako pre laboratórne hodnotenie. Meracie elektródy sa pripoja k aparatúre pre meranie rezistencie. Meranie sa začne s napätím nastaveným na 10 V, hodnota rezistencie sa odpočíta 15 s ± 2 s po priložení skúšobného napätia. Ak hodnota presahuje 10^6 Ω, zvolí sa napätie 100 V a meranie sa opakuje. Ak hodnota presahuje 10^{11} Ω, zvolí sa napätie 500 V a vykoná sa konečné meranie. Zaznamená sa hodnota, ktorá zodpovedá napätiu pre rozsah rezistencie, pokiaľ nenastane niektorá z nasledujúcich situácií:

a) meraná rezistencia pri 10 V je väčšia ako $1{,}0.10^6$ Ω a meraná rezistencia pri 100 V je menšia ako $1{,}0.10^6$ Ω, alebo
b) meraná rezistencia pri 100 V je väčšia ako $1{,}0.10^{11}$ Ω a meraná rezistencia pri 500 V je menšia ako $1{,}0.10^{11}$ Ω.

V tomto prípade sa musí zaznamenať hodnota rezistencie, získaná pri vyššom napätí. Pre laboratórne hodnotenie sa opakuje merací postup v ďalších polohách, pričom elektródy nie sú bližšie než 100 mm od ľubovoľných predchádzajúcich polôh merania. Merania musia byť vykonávané v pravouhlých smeroch, t.j. meranie s elektródami umiestnenými na priamkach rovnobežných so smerom výroby a samostatné meranie s elektródami na priamkach kolmých ku smeru výroby. Musí byť vykonané celkovo aspoň šesť meraní na vzorku.



Obr. 6 Meranie R_{p-p}

6.7 Vertikálna rezistencia

Protiľahlá elektróda sa umiestni na izolačnú dosku. Vzorka sa umiestni na protiľahlú elektródu, pričom používaný povrch vzorky je hore. Jedna meracia elektróda sa umiestni na skúšobnú vzorku, pričom stred elektródy nie je bližšie k okrajom vzorky ako 100 mm. Ak je skúšobná vzorka vytvorená z podlahových dosiek, umiestni sa meracia elektróda tak, že nie je v kontakte so spojom medzi susednými doskami. Protiľahlá elektróda a meracia elektróda sa pripojí k prístroju k meraniu rezistencie. Meranie sa začne s napätím nastaveným na 10 V. Po uplynutí 15 s ± 2 s po priložení napätia sa vykoná odpočítanie rezistencie. Ak hodnota presiahne 10^6 Ω, zvolí sa 100 V a meranie sa opakuje. Ak hodnota tohto druhého merania presiahne 10^{11} Ω, zvolí sa 500 V a vykoná sa konečné meranie. Zaznamená sa odpočítaná hodnota, ktorá zodpovedá napätiu a rozsahu rezistencie stanovenej ak nenastane žiadna z nasledujúcich situácií:

a) meraná rezistencia pri 10 V je väčšia ako 1,0 x 10^6 Ω a meraná rezistencia pri 100 V je menšia ako 1,0 x 10^6 Ω, alebo
b) meraná rezistencia pri 100 V je väčšia ako 1,0 x 10^{11} Ω a meraná rezistencia pri 500 V je menšia ako 1,0 x 10^{11} Ω.

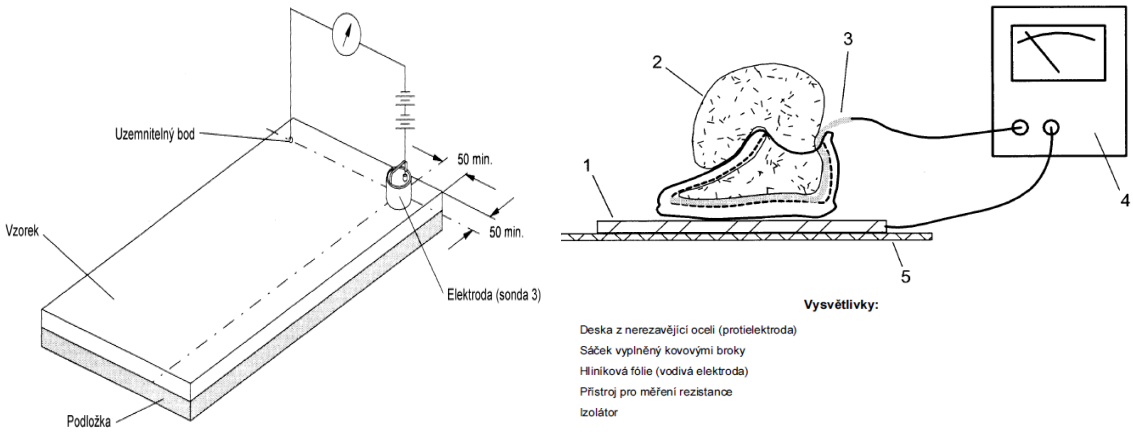
V tomto prípade sa musí zaznamenať hodnota rezistencie získaná pri vyššom napätí. Merací postup sa opakuje tak, že sa vykoná aspoň šesť meraní na každej vzorke. Poloha elektródy musí byť aspoň 100 mm od ľubovoľnej predchádzajúcej polohy merania.

6.8 Rezistencia k zemi R_{gp}

Pre laboratórne hodnotenie sa skúšobné vzorky umiestnia na izolačnú dosku používaným povrchom nahor. Meracia elektróda sa umiestni na skúšobnú vzorku, pričom stred elektródy nie je bližšie ako 100 mm od ľubovoľného okraja skúšobnej vzorky. Ak je skúšobná vzorka vytvorená z podlahových dosiek, umiestni sa meracia elektróda tak, že nie je v kontakte so spojom medzi susednými doskami.
Protiľahlá elektróda a meracia elektróda sa pripojí k prístroju k meraniu rezistencie Merať sa začne s napätím nastaveným na 10 V. Po uplynutí 15 s ± 2 s po priložení napätia sa vykoná odpočítanie rezistencie. Ak hodnota presiahne 10^{11} Ω, zvolí sa 100 V a meranie sa opakuje. Ak hodnota tohto druhého merania presiahne 10^{11} Ω, zvolí sa 500 V a vykoná sa konečné meranie.
Zaznamená sa odpočítaná hodnota, ktorá zodpovedá napätiu a rozsahu rezistencie stanovenej ak nenastane žiadna z nasledujúcich situácií:

a) meraná rezistencia pri 10 V je väčšia ako 1,0.10^6 Ω a meraná rezistencia pri 100 V je menšia ako 1,0.10^6 Ω, alebo
b) meraná rezistencia pri 100 V je väčšia ako 1,0.10^{11} Ω a meraná rezistencia pri 500 V je menšia ako 1,0.10^{11} Ω.

V tomto prípade sa musí zaznamenať hodnota rezistencie získaná pri vyššom napätí. Merací postup sa opakuje 6x na každej vzorke. Aspoň jedno meranie na vzorke musí byť vykonané s elektródou umiestnenou priamo nad uzemniteľným bodom a aspoň jedno meranie na vzorke s elektródou umiestnenou 1000 mm ± 50 mm od uzemniteľného bodu. Poloha elektródy musí byť vzdialená aspoň 100 mm od ľubovoľnej predchádzajúcej polohy merania. Pre meranie na inštalovaných podlahách sa meracia elektróda umiestni na povrch podlahovej krytiny a prístroj pre meranie rezistencie sa pripojí k elektróde a k uzemneniu budovy alebo inému vhodnému uzemňovaciemu bodu.



Obr. 7 Meranie R_{gp}

Ak polohy uzemniteľných bodov sú známe, vykoná sa aspoň jedno meranie s elektródou umiestnenou priamo nad uzemniteľným bodom a jedno meranie s elektródou umiestnenou 1000 mm ± 50 mm od uzemniteľného bodu. Pre príslušnú podlahu sa musí vykonať aspoň šesť meraní.

7. Výpočty a vyjadrenie výsledkov

Pre každý výber a každý typ merania sa vypočíta priemer z jednotlivých odpočítaných hodnôt. Vyjadrí sa na dve platné číslice, ako jednotlivé výsledky, tak priemer.

8. Protokol a skúške

Protokol o skúške musí zahrňovať aspoň nasledujúce informácie:

a) odkaz na túto medzinárodnú normu, t.j. IEC 61340-4-1,
b) všetky informácie potrebné pre úplnú identifikáciu skúšobných výberov,
c) dátum skúšania,
d) prostredie pre aklimatizáciu pred skúškou, expozíciu a skúšanie:
   - pre laboratórne hodnotenie: teplota relatívna vlhkosť v priebehu aklimatizácie pred skúškou (ak je použitá), expozícia a skúšanie, doba trvania ľubovoľnej aklimatizácie pred skúškou a expozícia,
   - pre skúšanie na inštalovaných podlahách: teplota a relatívna vlhkosť v priebehu skúšania,
e) podrobnosti o ľubovoľnom čistení alebo dokončovaných postupoch,
f) podrobnosti o ľubovoľných postupoch použitých pre kombinovanie malých vzoriek dohromady,
g) podrobnosti o ľubovoľných použitých podložných doskách, postupoch a materiáloch použitých pre uchytenie vzoriek z výberu k podložným doskám,
h) podrobnosti o ľubovoľných postupoch a materiáloch použitých pre uchytenie uzemniteľného bodu (bodov) k vzorkám z výberu,
i) typ merania: meranie rezistencie medzi dvomi bodmi, meranie vertikálnej rezistencie, meranie rezistencie k zemi,
j) napätie na obvode pri záťaži použité pre vykonanie meraní,
k) všetky jednotlivé výsledky pre každý typ merania na každej vzorke,
l) geometrický priemer všetkých výsledkov pre každý typ merania na každom výbere,
m) ľubovoľné operácie nešpecifikované v tejto časti IEC 61340 alebo v ľubovoľnej norme, na ktorú je odvolávané, alebo ktoré sú uvedené ako voliteľné, čo by mohlo ovplyvniť výsledky merania.

Použitá literatúra

[1] STN EN 61340-5-1: 2008
[2] STN EN 61340-5-2: 1999
[3] TNI CLC/TR 61340-5-2: 2011
[4] STN EN 61340-4-1: 2004
[5] STN EN 61340-4-3: 2002
[6] STN EN 61340-4-5: 2005
[7] STN EN 61340-2-1: 2003
[8] STN EN 61340-2-3: 2001
[9] Firemná literatúra SMtronic, Wolfgang Warmbier, ZTS Elektronika SKS s.r.o.

MAHRLO

MERACIE A TESTOVACIE PRÍSTROJE

www.meratest.sk

Stará Turá

REVÍZNE PRÍSTROJE SONEL

MERACIE PRÍSTROJE UNI-T

SPEKTRUM MERACÍCH PRÍSTROJOV

MAHRLO s. r. o.

Ľ. Podjavorinskej 535/11, 916 01 Stará Turá

Tel.: +421 32 776 34 55, Mob.: +421 903 533 859, www.meratest.sk

Sonel®

CAT IV 300V

IP 54

MPI-530

multifunkčný revízny prístroj so špeciálnymi funkciami

Meracie funkcie prístroja:

- meranie impedancie slučky
- testovanie prúdových chráničov (RCD), typy AC, A a B
- meranie izolačného odporu
- meranie odporu ekvipotenciálneho a ochranného pospojovania
- meranie zemného odporu všetkými metódami
- meranie odporu pôdy Wennerovou metódou
- meranie intenzity osvetlenia
- meranie a záznam: napätia, frekvencie, prúdu, výkonu, harmonických a THD
- testovanie sledu fáz a smeru otáčania motora

Špecifické meracie funkcie:

- meranie zemného odporu všetkými metódami: 3P, 4P, 3P s kliešťami, 2 kliešťami, rezistivita pôdy.
- meranie a záznam: napätia, frekvencie, prúdu, účinníku a výkonov (činného P, jalového Q, zdanlivého S a cos φ), napäťové a prúdové harmonické až do 40, koeficient harmonického skreslenia THD.

Inovatívne riadenie pamäte (max. 10000 výsledkov z každého druhu merania) s možnosťou popisu meracích miest, zariadení a mien zákazníkov

www.sonel.pl

MAHRLO

MAHRLO s.r.o.
Ľudmily Podjavorinskej 535/11
916 01 Stará Turá

mob.: +421 903 533 859
tel.: +421 32 776 34 55 e-mail: meracia@mahrlo.sk
fax: +421 32 776 21 56 e-shop: www.meratest.sk

MICRONIX®

METREL®

FLUKE

Megger

CHAUVIN® ARNOUX
CHAUVIN ARNOUX GROUP

FLIR

ŠIROKÁ PONUKA MERACÍCH A TESTOVACÍCH PRÍSTROJOV

- združené testery inštalácií
- testery el. spotrebičov a náradia
- termokamery
- analyzátory kvality siete
- vysokonapäťové skúšobné zdroje
- skúšačky napätia

MICRONIX, s.r.o.,
Jegorovova 37
974 01 Banská Bystrica
tel: 048-472 57 30
meracia@micronix.sk

Kancelária Bratislava: Púchovská 8
831 06 Bratislava, tel: 02-5341 4270
bratislava@micronix.sk

www.micronix.sk

Megger

NAJVYŠŠIA KVALITA
VYNIKAJÚCA ODOLNOSŤ
STOPERCENTNÁ BEZPEČNOSŤ

- testery izolačných odporov
- vysokonapäťové testery izolácie
- testery impedancie slučky
- testery prúdových chráničov
- multifunkčné testery inštalácií
- testery zemných odporov
- kliešťové testery uzemnenia
- testery malých odporov
- skúšačky, multimetre
- kliešťové prístroje

Autorizovaný predajca:

MICRONIX, s.r.o.
Jegorovova 37, 974 01 Banská Bystrica
tel: 048-472 57 30
meracia@micronix.sk

Kancelária Bratislava:
Púchovská 8, 831 06 Bratislava
tel: 02-5341 4270
bratislava@micronix.sk

www.micronix.sk

MICRONIX®

REVÍZIE MOBILNÝCH PROSTRIEDKOV ELEKTRICKÝCH (Kontrola prvkov prepäťových ochrán - SPD)

Ing. Rudolf Huna
Ing. Jana Staroňová
Školiace pracovisko elektrotechnikov, AOS gen. M. R. Štefánika Liptovský Mikuláš

V článku sú zverejnené poznatky z periodických odborných prehliadok a odborných skúšok/revízií vojenskej mobilnej techniky so zameraním na prvky prepäťových ochrán (SPD) TYP 1, 2, 3 nachádzajúcich sa v napájacích a zdrojových častiach (v rozvádzačoch) a v bleskoistkových svorkovniciach (BS) nachádzajúcich sa vo vojenskej mobilnej technike v súlade s STN 33 2000-7-717 a STN 34 1330, ktorých úlohou je zabezpečiť ochranu operátorov/obsluhy a elektrických/elektronických zariadení vojenských mobilných prostriedkov.

ÚVOD

Zamestnávateľ/veliteľ a pracovník/operátor môže užívať pracovné prostriedky (napr. vojenskú mobilnú techniku elektrickú) a používať pracovné postupy, len ak zodpovedajú predpisom **na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci,** ak sú dodržané podmienky, ktoré vymedzil projektant, konštruktér, tvorca alebo výrobca a po vykonaní údržby, prehliadok, kontrol, skúšok alebo **odborných prehliadok a odborných skúšok (revízií)** ustanovených osobitnými predpismi alebo technickou dokumentáciou výrobcu (§ 13 ods. 3, Zákona č. 124/2006 Z. z., o bezpečnosti a ochrane zdravie pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov (Zákon č. 309/2007 Z. z., Zákon č. 140/2008 Z. z.), Vyhlášky č. 508/2009 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia (VTZ). Tým je zabezpečená **základná bezpečnostná požiadavka** ochrany pracovníkov/operátorov **pred možným zásahom elektrickým prúdom, nežiaducim prepätím, elektrostatickým nábojom.**
Ako postupovať už z hľadiska vykonania samotnej **odbornej prehliadky a odbornej skúšky (OPaOS)/revízie** je odborná záležitosť kvalifikovaného pracovníka – **revízneho technika**, (§ 24 Vyhlášky č. 508/2009 Z. z., alebo čl. 90 Všeob. 21-2) v súlade s technickým odporúčaním napr. podľa STN 33 2000-4-41, STN 33 2000-6, STN 34 1330, STN 33 2000-7-717, STN 33 2000-5-54, STN 33 2000-5-51, STN EN 62 305-4, STN 33 1500, STN 33 1600, STN 33 1610 a iných.

1 Termíny a definície

Revízia elektrickej inštalácie vojenskej mobilnej techniky: všetky opatrenia, ktorými sa kontroluje súlad elektrickej inštalácie s príslušnými požiadavkami HD 60364.

Prehliadka elektrickej inštalácie vojenskej mobilnej techniky: kontrola elektrickej inštalácie s použitím všetkých zmyslov potrebných na zistenie správnosti výberu a montáže elektrických zariadení.

Skúšanie elektrickej inštalácie vojenskej mobilnej techniky: realizácia opatrení v elektrickej inštalácii, pomocou ktorých sa preukazuje jej spôsobilosť. Zahŕňa zisťovanie hodnôt, ktoré sa nedajú určiť prehliadkou, vhodnými meracími prístrojmi.

Kontrola elektrického zariadenia/spotrebiča: činnosť, pri ktorej sa prehliadkou a funkčnou skúškou zisťuje jej technický stav.

Prehliadka elektrického zariadenia/spotrebiča: vizuálna kontrola stavu spotrebiča s použitím všetkých zmyslov potrebných na zistenie bezpečnosti pred zásahom elektrickým prúdom.

Skúšanie (funkčná skúška) elektrického zariadenia/spotrebiča: overenie funkcie ovládacích prvkov a posúdenie funkčnosti sluchom.

Meranie elektrického zariadenia/spotrebiča: overenie elektrických parametrov z hľadiska bezpečnosti pred zásahom elektrickým prúdom meraním.

Revízia elektrického zariadenia/spotrebiča: súhrn úkonov, pri ktorých sa prehliadkou, meraním a skúšaním zisťuje stav elektrického zariadenia/spotrebiča z hľadiska bezpečnosti (zahŕňa aj písanie správy). Revízia elektrického zariadenia/spotrebiča sa vykonáva:

- vždy po oprave, rekonštrukcii alebo úprave,
- vždy po každej predpokladanej alebo zistenej poruche,
- pravidelne v lehotách podľa tab. 1 STN 33 1610.

Písanie správy o revízii/revízneho protokolu: zaznamenávanie výsledkov prehliadky, skúšania a merania.

Oprava elektrickej inštalácie/zariadenia/spotrebiča: činnosť, ktorej cieľom je obnovenie prevádzkyschopnosti a bezpečnosti, pri ktorej v prípade nutnosti dochádza k výmene dielov alebo jeho častí (pri oprave sa predpokladá otvorenie a zásah do elektrickej inštalácie/spotrebiča).

Maximálne trvalé prevádzkové napätie U_C: Najvyššia efektívna hodnota striedavého napätia alebo hodnota jednosmerného napätia, ktoré sa môže na zariadení vyskytnúť pri napájaní menovitým napätím.

Prepätie: Akékoľvek napätie, ktoré svojou vrcholovou hodnotou presahuje odpovedajúcu vrcholovú hodnotu najvyššieho ustáleného napätia pri normálnych prevádzkových podmienkach (STN EN 60664-1).

Priečne prepätie: prepätie medzi pracovnými vodičmi (L-N).

Pozdĺžne prepätie: prepätie medzi pracovným vodičom a zemou (L-PE, N-PE).

Dočasné prepätie: Prepätie, ktoré trvá relatívne s dlhým trvaním pri sieťovej frekvencii.

Prechodné prepätie: Krátkodobé prepätie trvajúce niekoľko milisekúnd, alebo menej; môže mať kmitavý alebo nekmitavý priebeh, ktorý je zvyčajne značne tlmený.

Atmosférické prepätie: Prechodné prepätie v ktoromkoľvek mieste nn siete spôsobené špecifickým atmosférickým výbojom.

Spínacie prepätie: prechodné prepätie v ktoromkoľvek mieste siete spôsobené špecifickou spínacou operáciou, alebo poruchou.

Prepäťové ochranné zariadenie/prepäťová ochrana SPD (surge protective device): zariadenie určené na obmedzenie prechodných prepätí na zvedenie rázových prúdov. Obsahuje aspoň jeden nelineárny prvok.

Koordinovaná ochrana SPD (coordinated SPD protection): súbor vhodne vybraných SPD, koordinovaný a inštalovaný tak, aby sa znížili poruchy elektrických a elektronických systémov.

Zvodič prepätia (SPD) (Surge Protective Device - SPD) je zariadenie určené na obmedzenie prechodných prepätí alebo na zvedenie impulzných prúdov, ktoré obsahuje aspoň jednu nelineárnu súčiastku.

Zvodič prepätia TYP 1 (B): Zvodič prepätia, ktorý je schopný odviesť bleskový resp. čiastočný bleskový prúd pri priamych zásahoch blesku.

Zvodič prepätia TYP 2 (C): Zvodič prepätia schopný odviesť atmosférické prepätie vyvolané blízkym alebo vzdialeným úderom blesku, resp. spínacie prepätie.

Zvodič prepätia TYP 3 (D): Zvodič prepätia, ktorý slúži na ochranu jedného spotrebiča, alebo skupiny spotrebičov, pred prepätím a inštaluje sa čo najbližšie k chránenému zariadeniu.

SPD skúšaná $I_{imp.}$ (SPD tested with $I_{imp.}$): SPD, ktorá zvádza časť bleskového prúdu s typickým tvarom vlny 10/350 µs a vyžaduje zodpovedajúcu skúšku impulzným prúdom $I_{imp.}$.

***POZNÁMKA**: Pre silnoprúdové vedenia je vhodná skúška prúdom I_{imp}, ktorý je definovaný podľa triedy I skúšobného postupu IEC 61643-1.*

SPD skúšaná I_n (SPD tested with I_n): SPD, ktorá zvádza časť rázového prúdu s typickým tvarom vlny 8/20 µs a vyžaduje zodpovedajúcu skúšku impulzným prúdom I_n..

***POZNÁMKA**: Pre silnoprúdové vedenia je vhodná skúška prúdom I_n, ktorý je definovaný podľa triedy II skúšobného postupu IEC 61643-1.*

SPD skúšaná kombinovanou vlnou (SPD tested with a combination wave): SPD, ktorá zvádza časť rázového prúdu s typickým tvarom vlny 8/20 µs a vyžaduje zodpovedajúcu skúšku impulzným prúdom I_{SC}.

***POZNÁMKA:** Pre silnoprúdové vedenie je vhodná skúška kombinovanou vlnou. Skúška je definovaná podľa triedy III skúšobného postupu IEC 61643-1 kombinovanou vlnou napätím naprázdno U_{0C} 1,2/50 µs a prúdom nakrátko I_{SC} 8/20 µs pri 2 Ω.*

SPD spínajúca napätie (voltage switching type SPD): SPD, ktorá má vysokú impedanciu pri nepôsobení prepätia, ale je schopné reagovať na impulz prepätia náhlou zmenou impedancie na nízku hodnotu.

POZNÁMKA 1: *Typickými príkladmi prvkov používaných ako zariadenia spínajúce napätie sú iskrištia, plynové bleskoistky (GDT), tyristory (kremíkové riadené usmerňovače) a triaky. Tieto SPD sa niekedy nazývajú ako typ „crowbar“ .*
POZNÁMKA 2: *Typ SPD spínajúci napätie má nespojitú charakteristiku napätia/prúdu.*

SPD obmedzujúca napätie (voltage-limiting type SPD)**:** SPD, ktorá má vysokú impedanciu pri nepôsobení prepätia, ale znižuje impedanciu plynule zvyšovaním rázového prúdu a napätia.

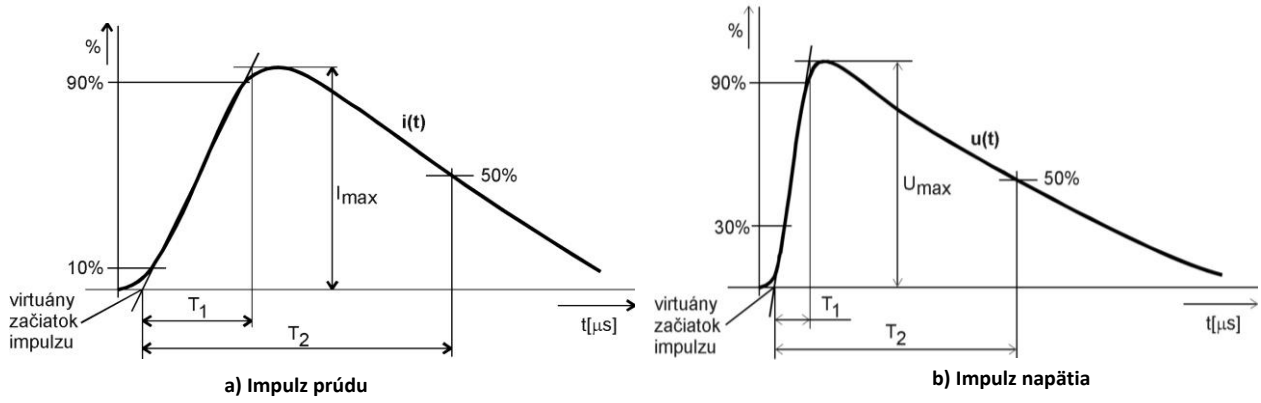
POZNÁMKA 1: *Typickými príkladmi prvkov používaných ako nelineárne zariadenia sú varistory a obmedzovacie diódy. Tieto SPD sa niekedy nazývajú ako typ „clamping“.*
POZNÁMKA 2: *Typ SPD obmedzujúci napätie má spojitú charakteristiku napätia/prúdu.*

<u>Niektoré dôležité parametre normovaných priebehov napätia (prúdu):</u>

- **vrcholová hodnota (amplitúda) U_{max}, I_{max}** je maximálna hodnota napätia (prúdu),
- **čelo impulzu** je časť impulzu napätia (prúdu) pred vrcholom,
- **doba čela prúdového impulzu T_1** je 1,25 násobok časového intervalu medzi okamihmi, v ktorých okamžitá hodnota prúdu narastie z 10% na 90% svojej vrcholovej hodnoty,
- **doba čela napäťového impulzu T_1** je 1,67 násobok časového intervalu medzi okamihmi, v ktorých okamžitá hodnota prúdu narastie z 30% na 90% svojej vrcholovej hodnoty,
- **tylo impulzu** je časť impulzu napätia (prúdu) za vrcholom,
- **doba poltyla T_2** je časový interval medzi virtuálnym začiatkom impulzu a okamihom, kedy sledovaný priebeh poklesne na 50% vrcholovej hodnoty,
- **strmosť čela impulzu** je pomer vrcholovej hodnoty a doby čela impulzu.

  Problematikou skúšania ochrán, koordináciou izolácie, odporúčanými skúšobnými postupmi, ktorými sa preverujú napr. vzdušné vzdialenosti, tuhosť (pevnosť) izolácie, elektrická pevnosť a metódami merania sa zaoberá STN EN 60664-1. Pre potreby testovania a nastavenia prvkov prepäťových ochrán sa v praxi používajú vysokonapäťové generátory, ktoré dokážu vyrobiť normalizovaný skúšobný prúdový a napäťový impulz, ktorého dôležitým údajom je jeho časový priebeh. Zvodiče prepätia - SPD používané vo vojenskej mobilnej techniky musia byť certifikované.

1. **skúšobný impulz bleskového prúdu $I_{imp.}$ (10/350 µs) – je používaný k simulácii bleskového prúdu (obr. 1.1a),**
2. **skúšobný napäťový impulz $U_{max.}$ (8/20 µs) – je používaný k simulácii nepriamych účinkov blesku a spínacích prepätí (obr. 1.1b).**



Obr. 1.1 Definovaný impulz prúdu a napätia

Aby mohol **revízny technik VTZ (§ 24, Vyhláška č. 508/2009 Z. z., čl. 90, Všeob. 21-2)** v **revíznej správe/protokole** vyhodnotiť, že mobilný prostriedok elektrický je schopný **bezpečnej prevádzky** z hľadiska ochrany pred zásahom elektrickým prúdom a ochrany pred nežiaducim prepätím), musí vykonať **prehliadku, skúšanie a meranie** parametrov (revíziu), ktoré potvrdia súlad ochrany s technickou normou. Súčasťou OPaOS/revízie mobilného prostriedku elektrického sú aj kontroly, skúšanie a meranie prvkov prepäťových ochrán (SPD), ktoré patria do elektrickej inštalácie mobilného prostriedku, alebo sú samostatne použite v zásuvkových obvodoch, alebo v predlžovacích pohyblivých prívodoch, ako TYP 3 (D). Kontrola prvkov prepäťových ochrán, ktoré sú súčasťou elektrických zariadení/spotrebičov sa vykonáva pri ich vlastnej revízii. Najčastejšie sú v týchto zariadeniach na vstupe z napájacej sústavy použité, ako prvky

prepäťovej ochrany/zvodiče prepätia varistory, zenerove diódy. Z hľadiska prenosových/komunikačných médií – metalických vedení sa najčastejšie používajú iskrištia, bleskoistky, varistory, zenerove diódy, rezistory.

Tab. 1.1 Lehoty OPaOS elektrickej inštalácií/zariadenia na ochranu pred účinkami statickej elektriny a atmosférickej elektriny podľa vonkajšieho vplyvu a druhu prostredia (Vyhláška č. 508/2009 Z. z.).

Druh objektu a zariadenia	Lehota (roky)[6]
a) Elektrická inštalácia	
1. murovaná obytná a kancelárska budova	**5**
2. škola, materská škola, jasle, hotel a iné ubytovacie zariadenie, rekreačné stredisko a pod.	**3**
3. výšková budova, ktorej výška od najvyššieho poschodia obývaného alebo inak používaného osobami po úroveň zeme aj pre obytnú budovu väčšia ako 50 m a pre inú budovu väčšiu ako 30 m a objekty a priestory určené na zhromažďovanie viac ako 250 osôb, napríklad kultúrne a športové zariadenie, obchodný dom, stanica hromadnej dopravy)	**2**
4. objekt zhotovený z horľavých materiálov so stupňom horľavosti C, D, E, F1) [1]	**2**
5. pojazdný a prevozný prostriedok [2] **(Vojenské mobilné prostriedky elektrické)**	**1**
6. dočasná elektrická inštalácia [3]	**0,5**
b) Zariadenie na ochranu pred účinkami statickej elektriny [4]	
1. objekt s priestorom s nebezpečenstvom požiaru	**2**
2. objekt s priestorom s nebezpečenstvom výbuchu	**2**[5]
3. ostatný objekt	**5**
c) Zariadenie na ochranu pred účinkami atmosférickej elektriny	
1. hladina ochrany I a II	**2**
2. hladina ochrany III a IV	**4**
3. objekt s priestorom s nebezpečenstvom výbuchu	**1**[5]

Vysvetlivky:
[1] Vyhláška č. 94/2004 Z. z., požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pre stavby...
[2] STN 33 2000-7-754, STN 33 2000-7-717, STN 34 1330…
[3] STN 33 2000-7-704, STN 33 2000-7-711…
[4] STN EN 62305-4, ochrana elektronických zariadení pred bleskom v stavbách...
[5] Pre prepočítavač množstva plynu s vlastným zdrojom mn je lehota 5 rokov...
[6] Pri určovaní lehoty OPaOS sa určí kratšia lehota z príslušných lehôt uvedených v tabuľke B, prílohy 8 Vyhlášky č. 508/2009 Z. z.

2 Vznik prepätia a jeho odstránenie

V súčasnosti v moderných vojenských mobilných prostriedkoch sa nachádza veľké množstvo elektrických/elektronických zariadení, ktoré môžu byť hlavne v poľných podmienkach ohrozené atmosférickým výbojom. **Priame účinky** atmosférického výboja (priamy zásah blesku do vodivých častí mobilného prostriedku) a **nepriame účinky** (silné elektromagnetické pole) ho môžu vyradiť z prevádzkovej činnosti.

Z uvedeného dôvodu je potrebné, aby revízny technik pri OPaOS/revízii mobilnej vojenskej techniky venoval problematike prepätia (kontrole SPD) **zvýšenú pozornosť**.

Prepätie je časovo závislé prechodné zvýšenie menovitého napätia nad hodnotu prevádzkovaného napätia v elektrickom obvode. Keď takéto napätie (impulz), ktoré trvá rádovo nano-milisekundy, dosiahne nebezpečnú hodnotu, ohrozí bezpečnú prevádzku vojenského mobilného prostriedku ktorého súčasťou sú najmä elektronické zariadenia.

Podľa vzniku je možné prepätie rozdeliť:

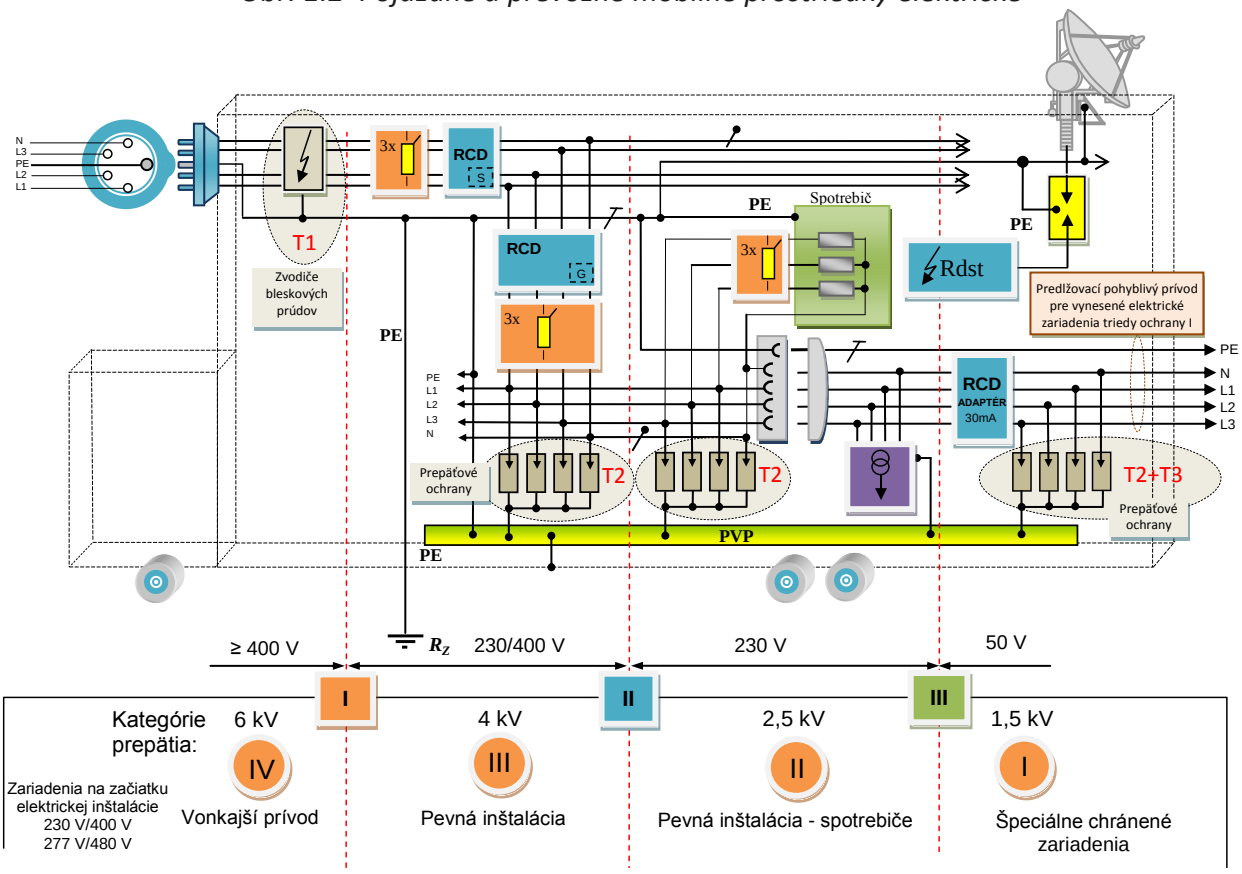
a/ vonkajšie prepätie

- atmosférické prepätie vyvolané účinkami blesku (**LEMP**),
- prepätie spôsobené nukleárnymi výbuchmi (**NEMP**),
- prepätie vzniknuté elektrostatickým výbojom, (**ESD**).

b/ vnútorné prepätie

- vzniká pri spínacích pochodoch v obvodoch (**SEMP**),
- zapnutím a vypnutím veľkých záťaží (kapacitných a induktívnych),
- zemným spojením v neuzemnených sieťach.

Obr. 1.2 Pojazdné a prevozné mobilné prostriedky elektrické



Obr. 1.3 Príklad rozmiestnenia prepäťových ochrán (SPD) vo vojenskom mobilnom prostriedku elektrickom

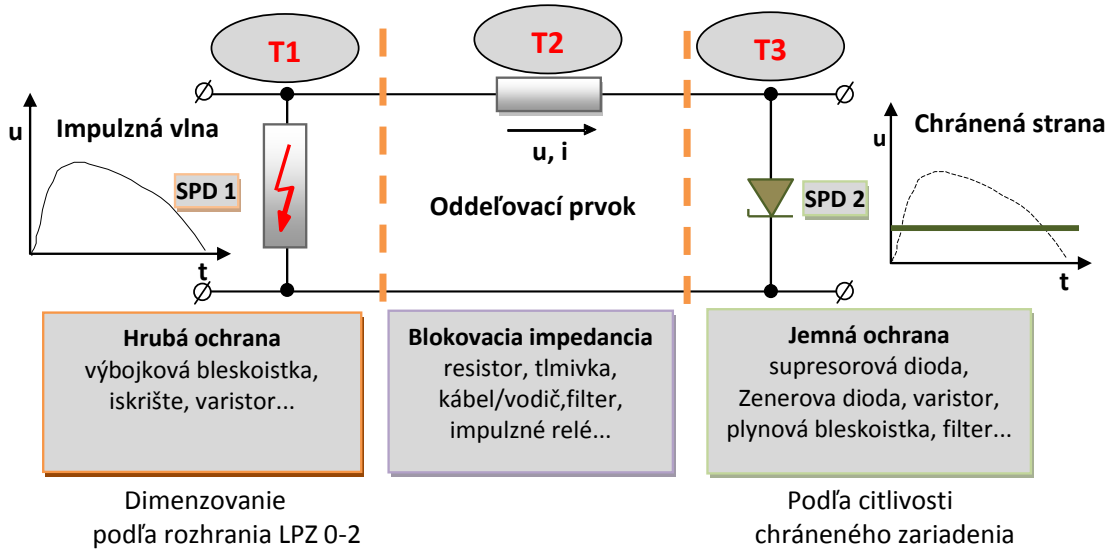
Ochrana vo vojenských mobilných prostriedkoch je zameraná predovšetkým na ochranu obsluhy/operátorov pred priamym úderom blesku a na ochranu elektronických zariadení pred elektromagnetickým polom, ktoré vniká a sa šíri, ako vzdialený atmosférický výboj.

Pred priamym atmosférickým úderom/bleskom sa obsluha/operátor chráni v mobilnom prostriedku elektrickom tak, že využíva jeho vnútorné priestory (nadstavbu vozidla, obrneného transportéra, kontajnera, ako Faradyovu klietku. Anténne systémy je možné využiť, ako pasívny zberač/zachytávač/bleskozvod atmosférického výboja pri jeho kvalitnom uzemnení. Po technickej stránke sú všetky mobilné prostriedky na ochranu pred priamym úderom prispôsobené. Zároveň je potrebné, aby všetky neživé vodivé časti mobilných prostriedkov boli pospájané do jedného potenciálu (na prípojnicu vyrovnania potenciálov – PVP).

Pri vzdialených výbojoch sa prepäťové vlny šíria rýchlosťou svetla pozdĺž nn/mn vedenia, alebo výboj nastane vedľa chráneného zariadenia, čím elektromagnetické pole atmosférického výboja ovplyvní jeho funkčnosť. Vplyvom priechodu časti bleskového prúdu metalickým vedením/káblom vzniká pozdĺžne a priečne prepätie.

Pozdĺžne prepätie je medzi vodičmi a kovovým tienením kábla, čím sa namáha izolácia medzi **pripojovacími svorkami** vstupu do mobilného prostriedku/elektronického zariadenia a jeho uzemneného plášťa.

Priečne prepätie je medzi vodičmi a zaťažuje **vstupné obvody elektronických zariadení mobilného prostriedku obvodov**. Z uvedených dôvodov z hľadiska priameho a vzdialeného vonkajšieho atmosférického výboja je potrebné chrániť všetky elektrické/elektronické zariadenia, ktoré sú súčasťou vojenského mobilného prostriedku hrubými a jemnými prvkami prepäťových ochrán (SPD).



Obr. 2.1 Koordinácia SPD v mobilnej technike (najčastejšie používaná trojstupňová ochrana)

Základnou požiadavkou je rýchlosť ochrany a malé zvyškové napätie. Princíp ochrany spočíva:

- **v hrubej ochrane**, ktorá spravidla býva realizovaná zvodičom bleskového prúdu/výbojkovou bleskoistkou alebo iskrišťom. Odvedie hlavnú energiu a len nepatrne ovplyvní prevádzku elektronických zariadení;
- **v jemnej ochrane** (varistor, supresorová, Zenerova dióda) **-** obmedzuje sa napätie málo nad najvyššou prevádzkovou hodnotou. Vyznačuje sa väčšou rýchlosťou odozvy na prepätie s účinnejším obmedzením;
- **v oddeľovacom prvku** (blokovacia impedancia) nedovoľuje, aby jemná ochrana bola poškodená skôr ako zareaguje hrubá ochrana. Jej veľkosť určujú prevádzkové hodnoty veličín chránených elektronických zariadení.

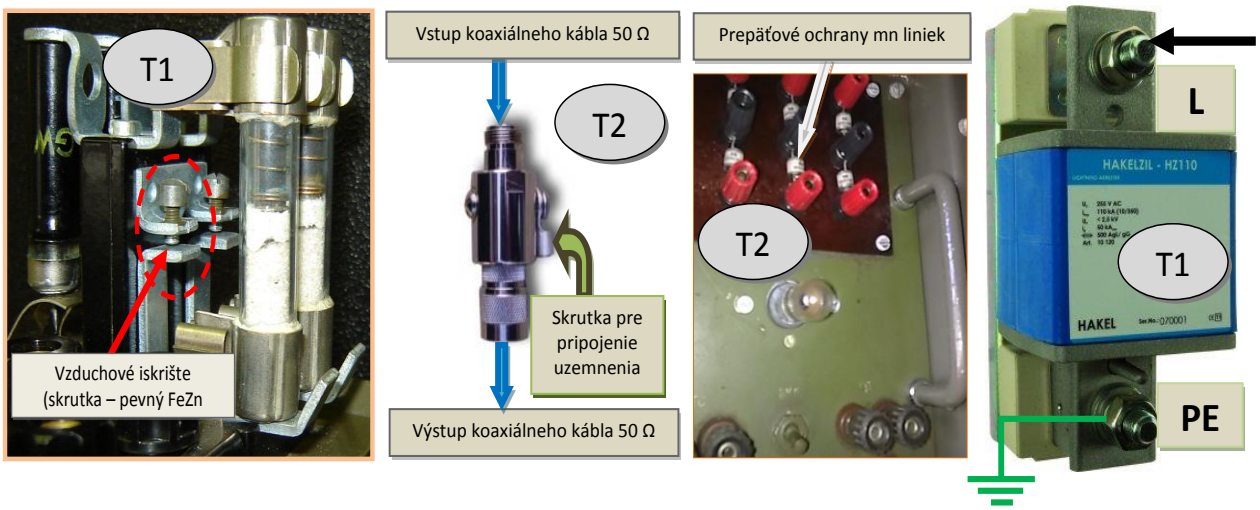
2.1. Základné prvky prepäťovej ochrany

Na vodiče, ktoré sú pod napätím a nn vodiče oddelených sústav, sú v rámci ochrany pospájaním pripojené špeciálne ochranné zariadenia – zvodič prepätia (SPD). Tieto ochranné prvky sú inštalované vo vnútri mobilného prostriedku na prepojovacích miestach - ochranných zón.

Ochranu pred prepätím tvoria nasledovné ochranné prvky:

- ochranné iskrište (vzduchové, uhlíkové),
- bleskoistky (plynové),
- varistory,
- diódy (zenerove diódy, supresorové diody, špeciálne zvodiče prepätia),
- impulzné relé,
- poistky.

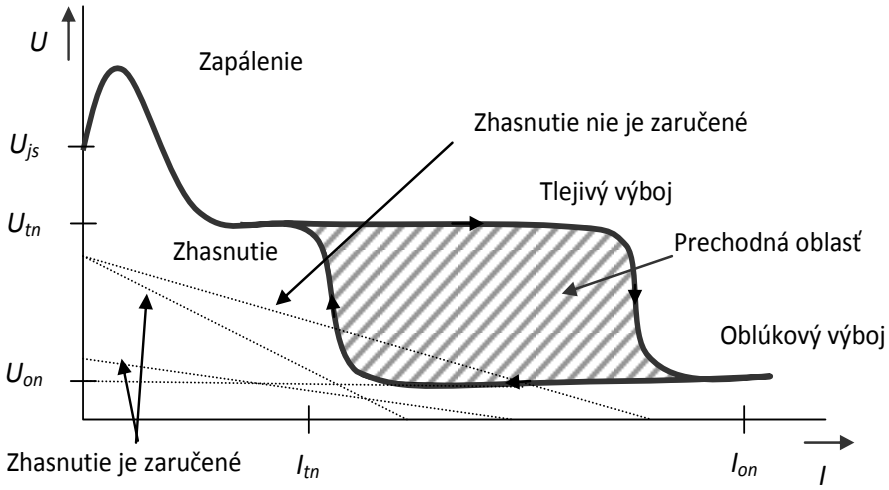
Ochranné iskrištia pre svoju činnosť využívajú princíp vzduchového iskrišťa (obr. 2.2). Ochranná rovina (spínacie napätie) je určená funkciou plochy medzery medzi dvomi elektródami (skrutkami) a tiež faktormi prostredia, najmä vlhkosťou vzduchu. Vzduchové iskrištia sú nenákladné. Nevýhodou ochranného iskrišťa je neschopnosť odviesť impulz menší ako 600 V a tiež nutnosť obnovovania (údržba) po niekoľkých zásahoch blesku. Medzi ochranné iskrištia patria aj **izolačné iskrištia** v ktorých sú elektródy oddelené izolačnou hmotou, používajú sa na ochranu kovových zariadení, ktoré nemôžu byť z dôvodu ochrany proti korózii navzájom spojené.



Obr. 2.2 Ochranné iskrištia Typ1, 2 používajúce sa v mobilnej technike
(vzduchové iskrištia pre mn metalické vedenia/koaxiálne vedenia a nn napájacie sústavy - príklady).

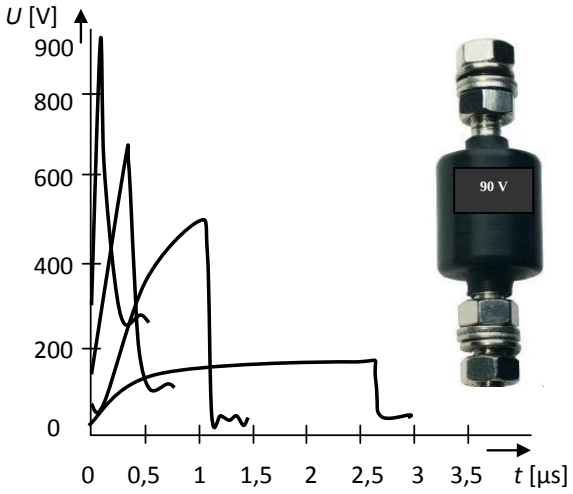
Bleskoistky sú špeciálne iskrištia uzatvorené v sklenenom alebo keramickom puzdre valcovitého tvaru, naplnené plynom. Plynová náplň umožňuje zabezpečenie výbojových podmienok, pretože prierazné napätie takejto súčiastky sa vzťahuje aj ku tlaku plynu a oddelenia elektród pre určitý druh materiálu. Používajú sa súčiastky s priamym prúdovým prierazným napätím od desiatok voltov vyššie, s prúdom obyčajne v jednotkách alebo desiatkach kA. Pri rýchlych impulzoch je prierazné napätie vyššie ako nominálna hladina priameho prúdu spôsobená tranzitnou dobou ionizovaných častí medzi elektródami. Činnosť bleskoistky sa vyjadruje volt-ampérovou charakteristikou výboja (obr. 2.3). Pri vzrastajúcom napätí na elektródach dôjde pri dosiahnutí hodnoty jednosmerného zápalného napätia ku vzniku výboja. Potom sú hodnoty napätia a prúdu na elektródach určované impedančnými pomermi v okruhu zdroja napätia. Pri nižších prúdoch je bleskoistka v stave tlejivého výboja, pri vyšších prúdoch prechádza do stavu oblúkového výboja.

Spätný pochod pri zániku výboja je odlišný až do stavu zhasnutia výboja v bleskoistke. Bleskoistka sa vráti do nevodivého stavu. Závislosť zvyškového napätia na strmosti čela prepäťovej vlny pred bleskoistku s menovitým napätím 90 V je znázornená na obr. 2.4.



kde:
U_{js} - zapaľovacie jednosmerné napätie, U_{tn} - menovité napätie tlejivého výboja,
I_{tn} - menovitý prúd tlejivého výboja, U_{on} - menovité napätie oblúkového výboja,
I_{on} - menovitý prúd oblúkového výboja

Obr. 2.3 Volt-ampérová charakteristika bleskoistky

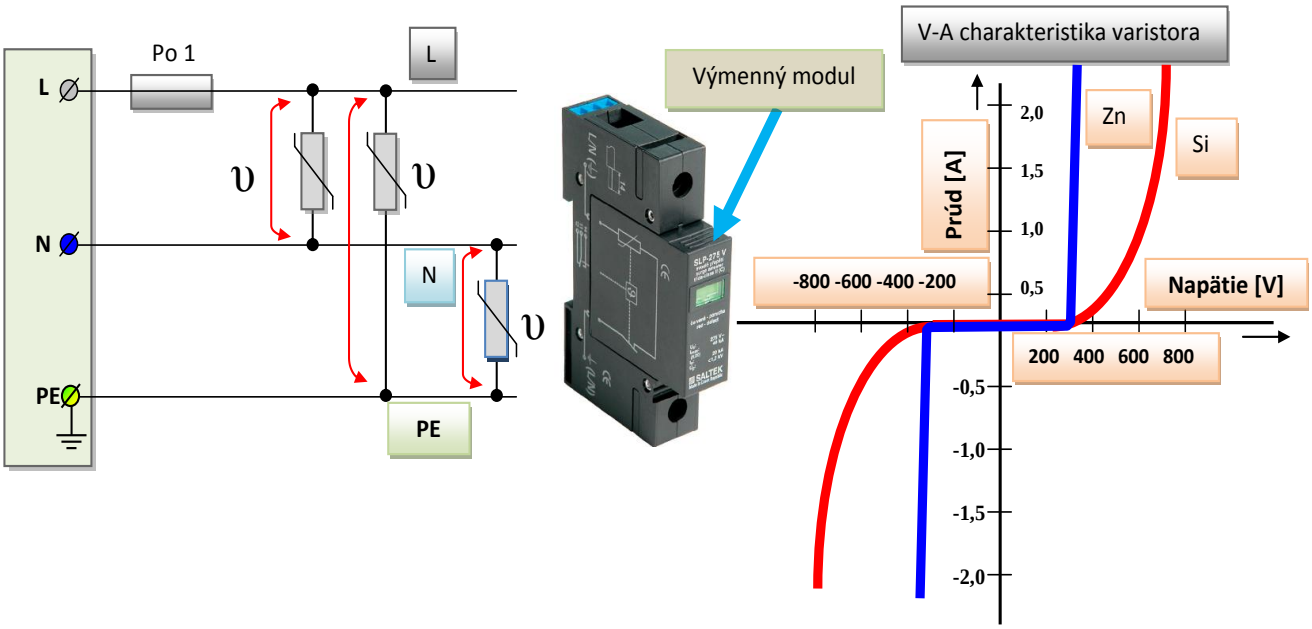


Obr. 2.4 Časový priebeh impulzov napätia na bleskoistke s menovitým napätím 90 V

Obr. 2.5 Plynová bleskoistka typ Tesla 11 TN 40
(tretí stupeň ochrany používaný vo vojenských bleskoistkových svorkovniciach BS 20 a BS 2 na mn vedeniach)

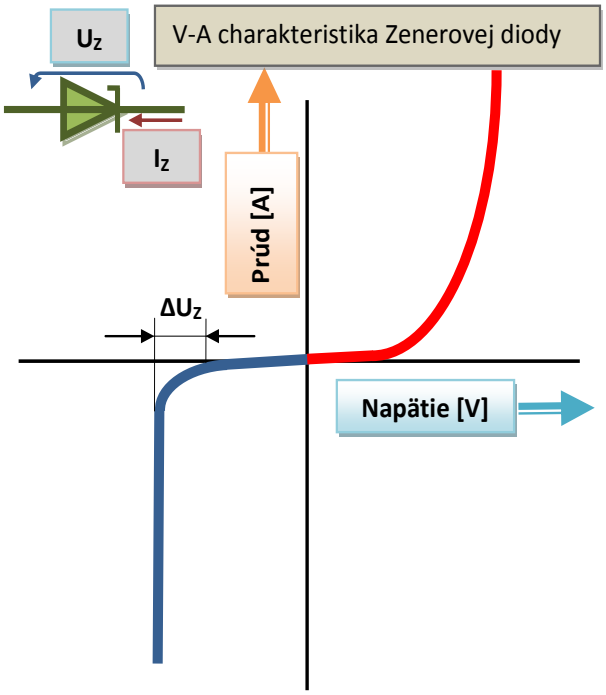
Varistor predstavuje napäťovo závislý rezistor (bipolárny prvok) s nelineárnou charakteristikou. S narastajúcim napätím sa ich odpor výrazne zmenšuje (obr. 2.6). Varistory sú schopné znášať vysoké prúdové zaťaženie, ktoré je určované predovšetkým vlastnosťou materiálu. Varistory sa vyrábajú zliatím karbidu kremičitého (SiC) pridaním rôznych prímesí, alebo kysličníka zinočnatého (ZnO) s pridaním rôznych oxidov kovov. Nevýhodou použitia varistorov je pomerne veľký zvodový prúd. Úlohou varistora je odviesť

krátkodobé nežiaduce prepätie (chrániť elektronické zariadenie), keď napätie medzi dvoma vodičmi (L-N), (L-PE), (N-PE) presahuje prahovú hodnotu varistora. Keď bude napätie vyššie ako je jeho prahová hodnota, varistor sa otvorí a zvedie nežiaduce prepätie na ochranný vodič PE, alebo sa vytvorí napdrúdová slučka zabezpečujúca samočinné odpojenie istiaceho ochranného prvku (poistka Po1). Najčastejšie sa používajú varistory s prahovým napätím od 275 V do 400 V/AC a od 350 V do 460 V/DC. V súčasnosti sú varistory používané, ako zvodič prepätia - Typ 1, 2 v rozvádzačoch mobilných prostriedkoch a ako zvodič prepätia - Typ 2, 3 v koncových obvodoch nn inštaláciách (zásuvkové obvody, alebo priamo na vstupe napájania elektronického zariadenia). Zároveň je ich možné použiť v špeciálnych zvodičoch prepätiach, kde prvý vnútorný stupeň je tvorený iskrišťom a druhý stupeň samotným varistorom.



Obr. 2.6 Zapojenie zvodiča prepätia Typ 2, 3 (varistor) v nn inštalácii (v HR) mobilného prostriedku a jeho V-A charakteristika

Zenerova dióda použitá na ochranu proti prepätiu je schopná veľmi rýchlo reagovať na vzniknuté zmeny prepätia v širokej škále napätí (obr. 2.7), nízkej prúdovej zaťažiteľnosti. Špeciálne Zenerove diódy (známe ako TRANZORBS) sa používajú na ochranu zariadení až do stratového výkonu diód 1500 W pre impulzy menšie ako 1 ms. Ich prednosťou je veľmi malé zvyškové napätie. Najčastejšie sa používajú ako prvky tzv. **jemnej ochrany** bezprostredne chrániace elektrické/elektronické zariadenia nachádzajúce sa vo vojenskej mobilnej technike.

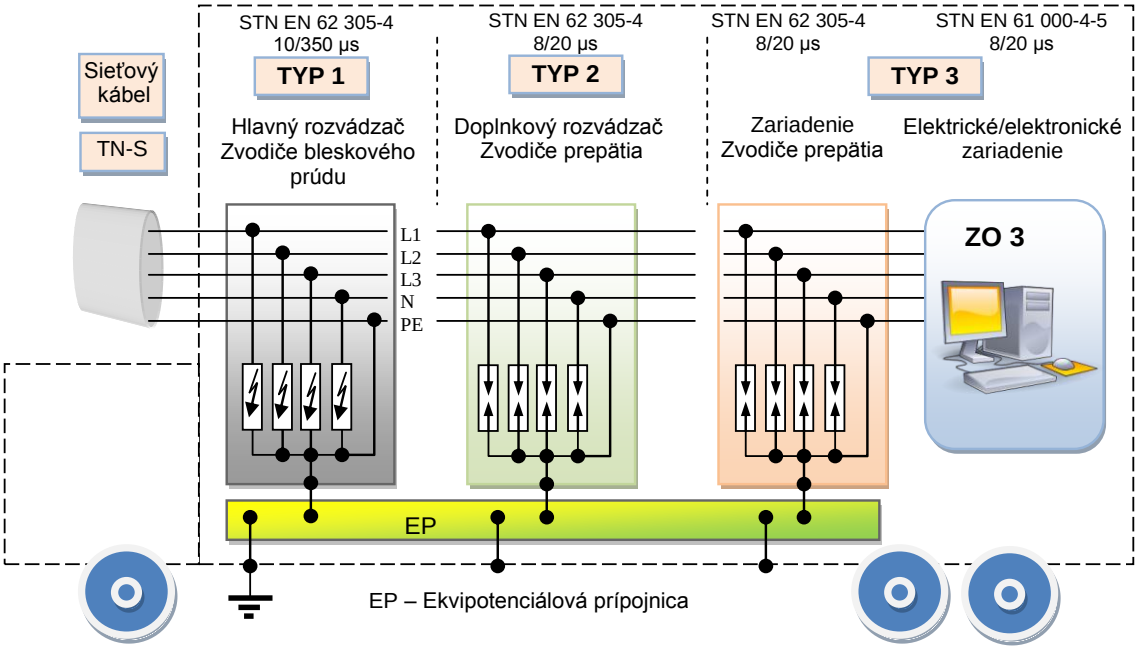


Obr. 2.7 V-A charakteristika Zenerovej diódy

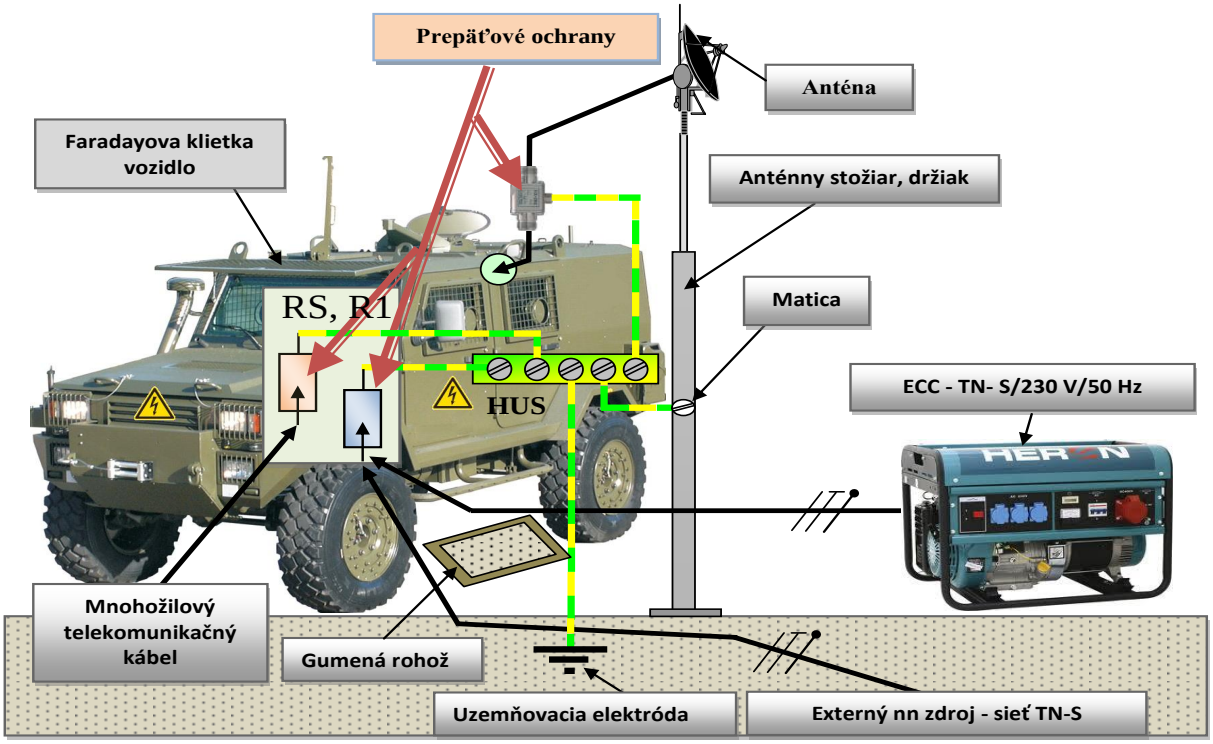
2.2. Koordinácia SPD vo vojenskej mobilnej technike

Odstupňovaným kaskádovým riešením SPD dochádza postupne k znižovaniu úrovne prepätia až na hodnotu bezpečnú pre chránené zariadenia. Zároveň sa znižuje energia prepätia od vstupu vedenia do mobilného prostriedku, postupne k rozvádzačom, zásuvkám a pohyblivým prívodom/ šnúrovým vedeniam.

Ochrana vnútorných systémov pred prepätím vyžaduje systematické riešenie, pozostávajúce z **koordinácie prepäťových ochrán** pre nn a mn vedenia. Tam, kde sú dve alebo viac prepäťových ochrán SPD namontovaných za sebou v tom istom obvode, musia sa koordinovať tak, aby si medzi sebou rozdelili energiu podľa svojej absorpčnej kapacity. Pre **účinnú koordináciu** je potrebné zvážiť vlastnosti samotných SPD podľa údajov výrobcu a vlastností zariadenia, ktoré sa má chrániť.



Obr. 2.8 Zapojenie prepäťových ochrán (SPD) v inštalácii nn



Obr. 2.9 Komplexná ochrana proti prepätiu vo vojenskom mobilnom prostriedku

Hlavné nebezpečenstvo blesku je dané tromi zložkami prúdu spôsobeného zásahom blesku:

- prvý krátky úder;
- nasledujúce krátke údery;
- dlhý úder.

Všetky tri zložky sú vyjadrené prúdmi. Ak sa vezme do úvahy odovzdávanie energie (náboj a amplitúda), tak pri koordinácii SPD je prvým prevládajúcim faktorom krátky úder. Nasledujúce krátke údery majú nižšie hodnoty energie, ale vyššiu strmosť prúdu. Dlhý úder je prídavným nepriaznivým faktorom, ktorý sa na účely koordinácie nemusí uvažovať. Ak sú SPD špecifikované pre nebezpečenstvo prvého krátkeho úderu, nasledujúce krátke údery nespôsobia žiadne ďalšie problémy. Ak sú ako oddeľovacie prvky použité oddeľovacie prvky (indukčnosti), tak väčšia strmosť prúdu uľahčuje koordináciu medzi SPD. Prúd prvého krátkeho výboja pri priamom zásahu blesku sa môže simulovať použitím tvaru vlny 10/350 µs. Čiastočné, alebo indukované prúdy v systéme môžu mať odlišné tvary vĺn vzhľadom na vzájomné pôsobenie medzi prúdom spôsobeným zásahom blesku a nn inštaláciou. Preto na účely koordinácie sa používajú pri impulzných skúškach rázové prúdy $I_{10/350}$, $I_{8/20}$. Prepäťové ochrany sa pripájajú na všetky pracovné vodiče rozvodnej sústavy (obr. 2.8). Na vstup silnoprúdového napájacieho vedenia do objektu sa odporúča umiestniť ochranné zariadenia TYP 1 - zvodič bleskového prúdu (do 100 kA), ktorý chráni i pred priamym úderom blesku.

3 Rozsah kontrol, skúšania/merania prvkov prepäťových ochrán (SPD)

Kontrola je činnosť pri ktorej sa prehliadkou a skúškou funkčnosti zisťuje technický stav mobilného prostriedku elektrického so zameraním na prvky prepäťových ochrán (SPD) a obvodov pospájania do jedného potenciálu (PVP).

Meranie je overenie elektrických parametrov všetkých komponentov zostavy so zameraním na prvky prepäťových ochrán (SPD), ktoré sa nachádzajú podľa technickej dokumentácie v mobilnom prostriedku. Meraním sa zisťuje hodnota:

- odporu pospájania medzi všetkými vodivými neživými časťami (hlavné a doplnkové pospájanie, prechodové odpory);
- izolačných odporov jednotlivých prvkov prepäťových ochrán (kontrola jednotlivých stupňov T1, T2, T3);

Vychádzajúc z praktických poznatkov (kontrol a revízií) je táto kapitola zameraná na kontrolu a meranie tých parametrov, z ktorých sa dá jednoznačne vyhodnotiť bezporuchový stav prvkov prepäťových ochrán – zvodičov prepätia (SPD), ktoré sú používané vo vojenských mobilných prostriedkoch. Pri periodických revíziách sa odporúča používať jeden multifunkčný merací prístroj s pamäťovou jednotkou, ktorý umožní merať:

1. **malé odpory** (odpory pospájania, prechodové odpory, odpor ochranných vodičov);
2. **veľké odpory** (meranie izolačných odporov, varistorov, vzduchových iskríšť so skúšobnými napätiami do 5000 V s malým meracím prúdom (napr. 1 mA);

***POZNÁMKA**. V súčasnosti má na revíznom mieste revízny technik k vykonávaniu revízií postačujúce množstvo meracích prístrojov. Keď nemá k dispozícii napr. na kontrolu a meranie prvkov prepäťových ochrán (SPD) napr. merací prístroj na meranie izolačných odporov pomocou ktorého je možné si nastaviť skúšobné napätia v rozsahu 0-5000 V, postačuje mu merač izolačných odporov MEGMET 500/1000 V a pre meranie malých odporov napr. merací prístroj MINI 01.*

Pred vlastnou revíziou mobilného prostriedku je revízny technik povinný:

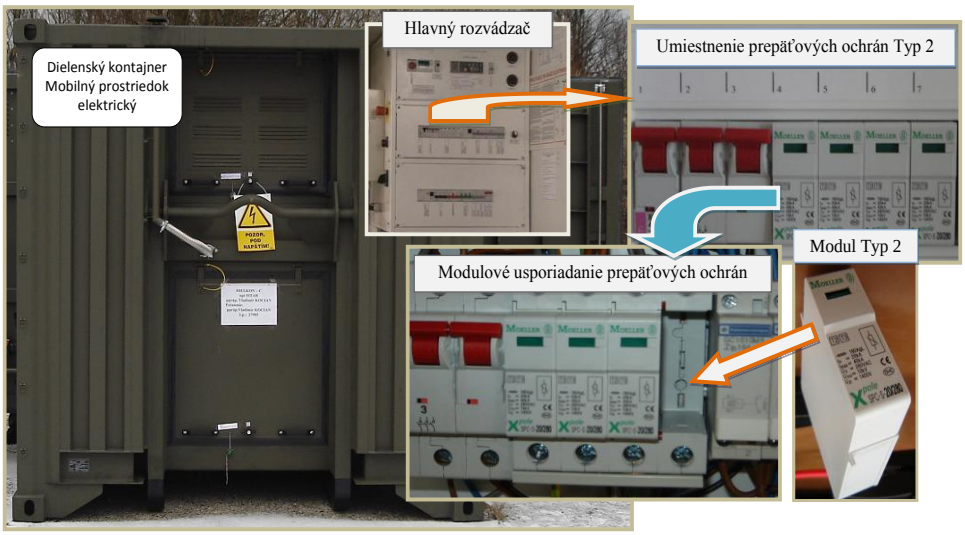
- zopakovať si problematiku kontroly a merania malých a veľkých odporov so zameraním na meranie zvodičov prepätia – SPD, ktoré sa nachádzajú v mobilnej technike a na zvláštnosti a odlišnosti ich použitia v definovanom vnútornom a vonkajšom prostredí,
- naštudovať technickú dokumentáciu – schémy zapojenia elektrických obvodov so zapojenými zvodičmi prepätia,
- preštudovať evidenčné listy (revízne správy) a porovnať ich s fyzickým stavom.

3.1 Kontrola (vizuálna prehliadka)

1. všetkých spojov hlavného a doplnkového pospájania vo vojenskom mobilnom prostriedku do jedného potenciálu, ktorý je vyvedený na hlavnú uzemňovaciu svorku, ktorá je pripojená ochranným zvodom na uzemnenie;
2. všetkých SPD (nachádzajúcich sa v rozvádzačoch a BS), porovnať ich z technickými údajmi v technickej dokumentácii.

***POZNÁMKA**. Pri kontrole pod napätím je nutné používať gumové rukavice s certifikáciou do 500 V AC/DC a certifikované mechanické náradie.*

Obr. 2.10 Ochrana pospájaním (pospájanie na jeden potenciál) v mobilnom prostriedku



Obr. 2.11 Umiestnenie SPD (Typ 1, 2) v rozvádzači mobilného prostriedku

3.2 Skúšanie a meranie ochrán a zvodičov prepätia

3.2.1 Meranie spojitosti/odporu ochranných vodičov, vodičov pospájania (R_{PE})

Meranie spojitosti/odporu ochranných vodičov, vodičov hlavného a doplnkového pospájania je dôležité v súvislosti so zavádzaním podmienok ochranného opatrenia samočinného odpojenia pri poruche (STN 33 2000-4-41) a odvedenie nežiaduceho prepäťového impulzu na potenciál zeme. Aby sa dodržali časy odpojenia napájania pri poruche z hľadiska možného zásahu elektrickým prúdom (STN 33 2000-4-41) a aby sa zamedzilo výskytu nežiaduceho prepätia (STN EN 62305-4) je potrebné vykonať/kontrolovať kvalitné pospájanie a ochranný vodič, čo kladie nemalé nároky na minimálne hodnoty prechodových odporov v ceste poruchovej slučky. Meraním je možné presne zistiť celkový odpor ochranných vodičov/vodičov pospájania len pri malých prierezoch, t.j. pri ochranných vodičoch koncových (zásuvkových, svetelných) obvodov. Pri vodičoch s väčšími prierezmi (napr. pri vodičoch určených k vyrovnaniu potenciálov - hlavné pospájanie) nad 6 mm^2 je ich odpor pomerne ťažko merateľný a preto je potrebné venovať pozornosť hlavne prehliadke/spoju.

Prierez ochranných vodičov nesmie byť menší, ako je hodnota určená:

- v súlade s IEC 60949, alebo
- rovnicou aplikovateľnou iba pre časy odpojenia neprevyšujúce 5 s:

$$S=\frac{\sqrt{I^2 t}}{k} \qquad [\mathrm{mm}^2],$$

*k*de: *S* - je prierez v [mm^2], *I* - je efektívna hodnota v [A], predpokladaného poruchového prúdu pri poruche so zanedbateľnou impedanciou, ktorý môže pretekať ochranným prístrojom (IEC 60949), *t* - je vypínací čas ochranného prístroja určeného na samočinné odpojenie v [s], *k* - koeficient závislý od materiálu ochranného vodiča, od izolácie a ďalších častí, od začiatočnej a konečnej teploty (pre výpočet *k* pozri prílohu A STN 33 2000-5-54).

POZNÁMKA. *Treba zvážiť vplyv impedancie obvodu, ktorý obmedzuje prúd a obmedzujúcu schopnosť* ***I²t*** *(Joulov integrál) ochranného prístroja.*

Meranie sa vykonáva medzi rôznymi miestami, ochrannými kontaktmi zásuviek a ochrannou prípojkou rozvodnice ochranných vodičov a medzi ochrannou prípojkou a kovovými vodivými časťami, ktoré majú byť vzájomne prepojené, medzi hlavným a doplnkovým ochranným pospájaním a medzi vzájomne pospájanými koncovými časťami. Na prívodných šnúrach, šnúrových vedeniach a predlžovacích pohyblivých prívodoch skontrolovať meraním správnosť zapojenia ochranného obvodu a pracovných vodičov. Jednu svorku MP spojiť s ochrannou dutinkou vidlice a druhú s kolíkom zásuvky. Ochranný vodič (PE) musí byť vždy spájať ochranný kontakt zásuvky s ochranným kontaktom vidlice. Nesmie byť zamenený s pracovným vodičom (L, N). V revíznej správe je potrebné uviesť všetky miesta kde sa vykonávajú merania. Len takto je možné porovnať hodnoty pri periodickej revízii.

Meranie by sa malo vykonať so zdrojom jednosmerného alebo striedavého napätia s napätím naprázdno od 4 do 24 V, s minimálnym meracím prúdom 200 mA. Nameraná hodnota prechodového odporu/odporu pospájania by nemala prekročiť hodnotu **0,1 Ω** pokiaľ ju niektoré normy nestanovujú inak.
Nameraná hodnota odporu musí vyhovovať podmienke:

$$R \le \frac{U_d}{I_t} \qquad [\Omega],$$

kde: U_d - je predpokladané dotykové napätie v závislosti na dobe odpojenia podľa tab. 41.1 STN 33 2000-4-41, I_t - je prúd zabezpečujúci samočinné vypnutie ochranného prvku v stanovenom čase (A/s charakteristika istiaceho prvku).

POZNÁMKA. *Pri meraniach s veľkými striedavými prúdmi (25 až 80 A) – sa nepotvrdil predpoklad, že sa takýmto spôsobom skôr odhalia chyby pri meraní malých odporov. Bodové zvary, ktoré vzniknú veľkým striedavým prúdom, sú nestále a pri opakovanom skratovom prúde v prípade poruchy sa môžu opätovne porušiť (rozpojiť). Pri meraniach malým jednosmerným prúdom max. do 0,2 A nedôjde k zvareniu uvoľnených kontaktov ako pri veľkom striedavom prúde, ale pri nedokonalom spoji (veľký prechodový odpor) dochádza ku skresleným výsledkom a oproti pôvodným predpokladom sa na chyby nepríde.*

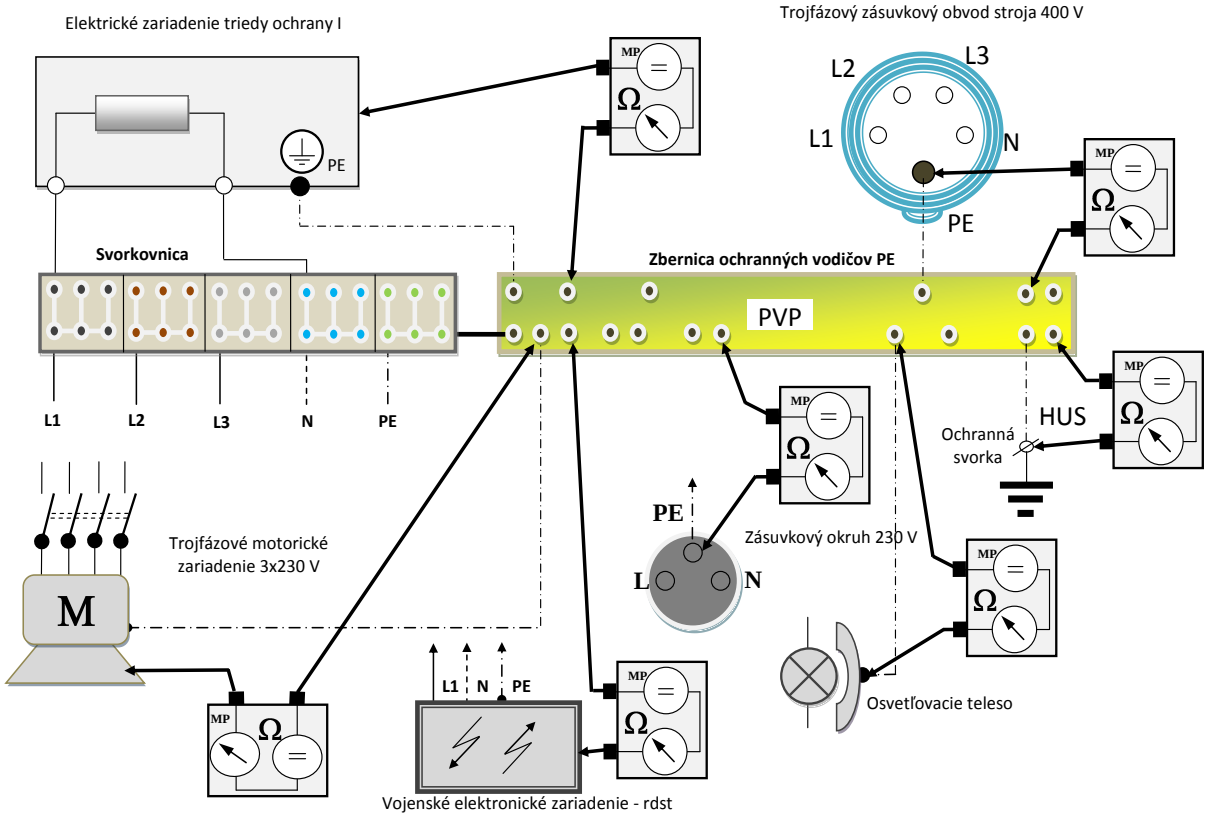
Pri pripojení doplnkového (ochranného) pospájania na spoločnú uzemňovaciu sústavu sa zmeria impedancia medzi neživými časťami súčasne prístupnými dotyku a cudzími vodivými časťami.
Pre impedanciu platí podmienka:

$$Z \le \frac{U}{I_a} \qquad [\Omega],$$

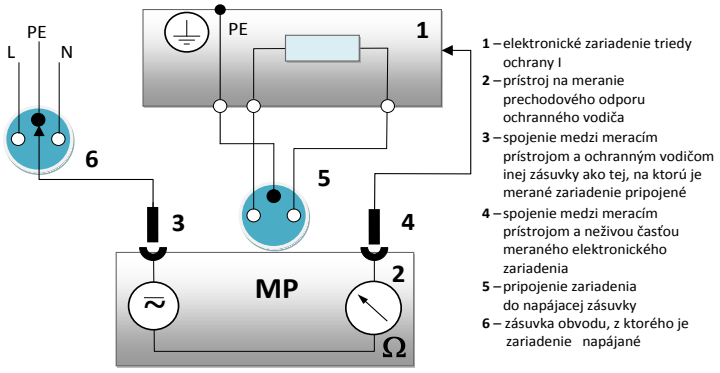
kde: *U* - je predpokladané trvalé dotykové napätie, I_a - je vypínací prúd ochranného prvku pre stanovený čas odpojenia (A/s charakteristika istiaceho prvku).

POZNÁMKA. *Tam kde sa používajú ako ochranné prístroje poistky, stačí overiť, či táto podmienka je splnená pre dovolenú medzu trvalého dotykového napätia a prúd zabezpečujúci deštrukciu poistky do 5 s.*

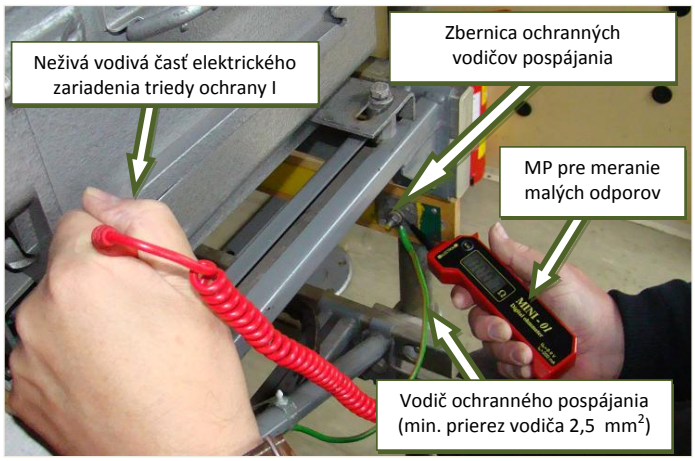
POZNÁMKA. *Merania sa vykonávajú meracími prístrojmi na meranie malých odporov. Meraný objekt – vojenský mobilný prostriedok nie je pod napätím.*



Obr. 3.1 Príklad merania prechodových odporov, odporov pospájania (malých odporov) v nn elektrickej inštalácii vojenského mobilného prostriedku



Obr. 3.2 Meranie prechodového odporu a odporu ochranného vodiča R_P, ktorý nie je možné z prevádzkových dôvodov odpojiť od systému



Obr. 3.3 Príklad merania odporov vodičov pospájania a prechodových odporov v mobilnom prostriedku

Tab. 3.1 Hodnoty odporov Cu vodičov ochranného pospájania - pre vyrovnanie potenciálov

Prierez [mm^2]	Odpor Cu vodiča pospojovania dĺžky 10 m [Ω]
1,5	0,12
2,5	0,072
4	0,045
6	0,03
10	0,018
16	0,0112
25	0,0072
35	0,0051

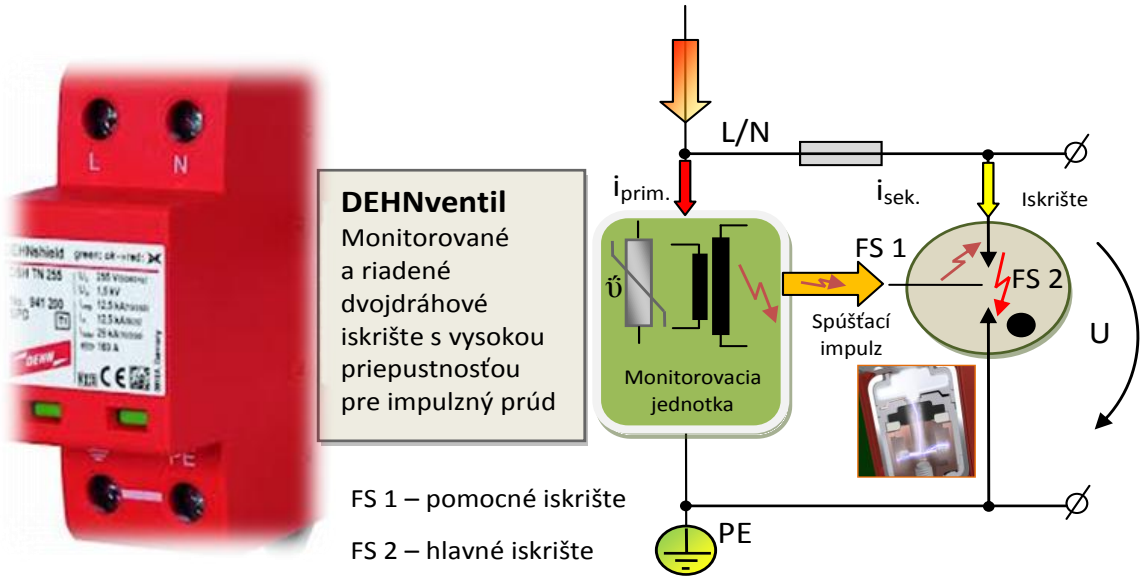
POZNÁMKA. *Veľmi dôležitá je kontrola meraním všetkých šnúrových vedení zariadení/spotrebičov a predlžovacích pohyblivých prívodov, ktoré sú v mobilnom prostriedku elektrickom najčastejšie používané. Vplyvom mechanického namáhania dochádza k porušeniu spojov kontaktov ochranných vodičov zásuviek a vidlíc, (nastáva uvoľnenie spoja) ochranného vodiča PE na zariadeniach/spotrebičoch triedy ochrany. Pred samotným meraním je potrebné prehliadkou skontrolovať všetky mechanické spoje, v prípade potreby tieto spoje zaskrutkovať, čím sa zníži hodnota prechodového odporu na minimum. V prípade vzniku prepätia nežiaduci elektromagnetický impulz by nebol zvedený na potenciál zeme (zvodič prepätia SPD by bol zbytočný).*

Ochranné pospájanie (hlavné, doplnkové), vyrovnanie potenciálov do jedného neutrálneho bodu a uzemnenie vojenského mobilného prostriedku predstavuje nutnosť z hľadiska zabezpečenia funkcie pre všetky zvodiče prepätia (SPD), ako vonkajšej a vnútornej ochrany pred nežiaducim prepätím. Hodnoty odporov ochranného pospájania musia byť čo najmenšie (v praxi ≤ 0,1 Ω). Uvedená problematika pospájania, vyrovnania potenciálov, uzemnenia z hľadiska použitia prvkov prepäťových ochrán SPD a ich nutnou koordináciou sa zaoberajú STN EN 62305-4, STN 33 2000-5-54, STN EN 50310. Ochranné pospájanie v mobilnom prostriedku je realizované vodičmi s minimálnym prierezom 2,5 mm^2, ak sú mechanicky chránené (sú izolované). Vodiče na ochranné pospájanie musia byť lanované. Prierez vodičov, ktoré sú určené na ochranné pospájanie a ktoré sú pripojené na hlavnú uzemňovaciu svorku (HUS) nesmú mať prierez menší, ako 6 mm^2 (Cu).

3.2.2 Skúšanie a meranie prepäťových ochrán – SPD (vzduchových iskríšť, bleskoistiek, plynových bleskoistiek, varistorov) používaných vo vojenskej mobilnej technike

Zvodič prepätia (SPD) je zariadenie určené pre obmedzenie prechodných prepätí, alebo pre zvedenie rázových impulzov na potenciál zeme. SPD obsahuje najčastejšie **spínací prvok** – iskrište (vzduchové, izolačné), alebo plynom plnenú bleskoistku. Sú najčastejšie využívané, ako zvodiče bleskových prúdov. Ďalej SPD môže obsahovať **obmedzujúci prvok** (varistor, suprasorová dióda, zenerova dióda), sú využívané, ako zvodiče prepätia. V súčasnosti sa vyrábajú zvodiče prepätia (SPD) napr. ako DEHNventil, ktorý obsahuje všetky ochranné prvky v jednom puzdre.

DEHNventil je určený na vyrovnanie potenciálov v sústave napájania nn na rozhraní zón LPZ0/LPZ1 s tým, že priamo za týmto zvodičom môže byť inštalované chránené koncové zariadenie, ktoré má odolnosť do 1,5 kV. Zvodič bleskového prúdu Typ 1 (Typ 2) pracuje na základe spustenia hlavného iskrišťa FS2 pomocným iskrišťom FS1 monitorovacou jednotkou. Monitorovacia jednotka vyhodnocuje energetickú úroveň prichádzajúceho prepäťového impulzu. Pre relatívne malú roveň sa aktivuje pomocné iskrište FS1. Ak je prekročená priepustnosť tohto iskrišťa daná prípustnou energiou impulzu FS1, ktorá je prekročená spravidla len pri prechode bleskového prúdu, (vyznačuje sa dlhším impulzom a vyššou vrcholovou hodnotou), potom spôsobí pomocné iskrište FS1 aktiváciu (zapálenie) hlavného iskrišťa FS2, ktoré je na tento prúd dimenzované a zaručuje ochrannú úroveň zvyškového prepätia pod 1,5 kV.



Obr. 3.4 Princíp zapojenia kombinovanej prepäťovej ochrany – DEHNventil

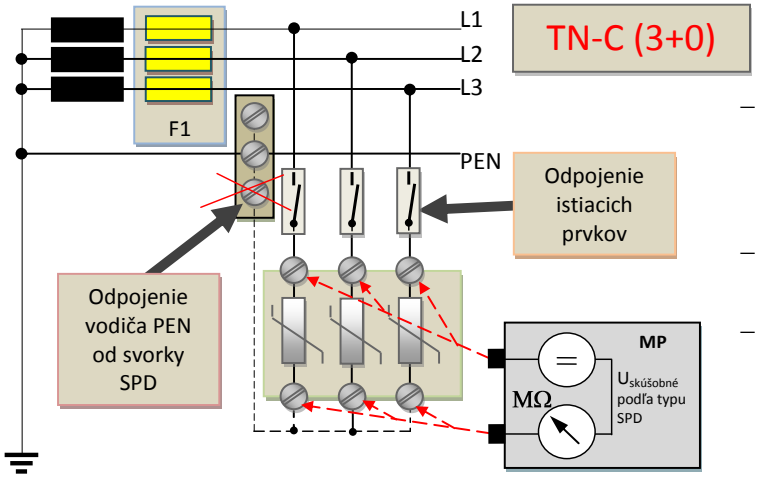
Postup pri revíziách prvkov prepäťových ochrán umiestnených v nn rozvádzačových skriniach:

1. Prehliadka:

- odpojenie zvodičov prepätia (SPD) od napájacieho napätia;
- vykonanie vizuálnej prehliadky so zameraním na vlastný modul SPD a puzdra (nesmú vykazovať žiadne známky mechanického opotrebenia, preskoku elektrického výboja, opálenia a zdeformovania plastového puzdra, zaprášenia a znečistenia; modul treba fyzicky skontrolovať vytiahnutím z puzdra a kontrolou kontaktov; nesmie byť signalizovaná porucha na SPD (optická zmena zeleného poľa na červené, mechanické alebo diaľkové odpojenie);
- dotiahnutie skrutiek na prívodných svorkách puzdier a držiakov SPD;

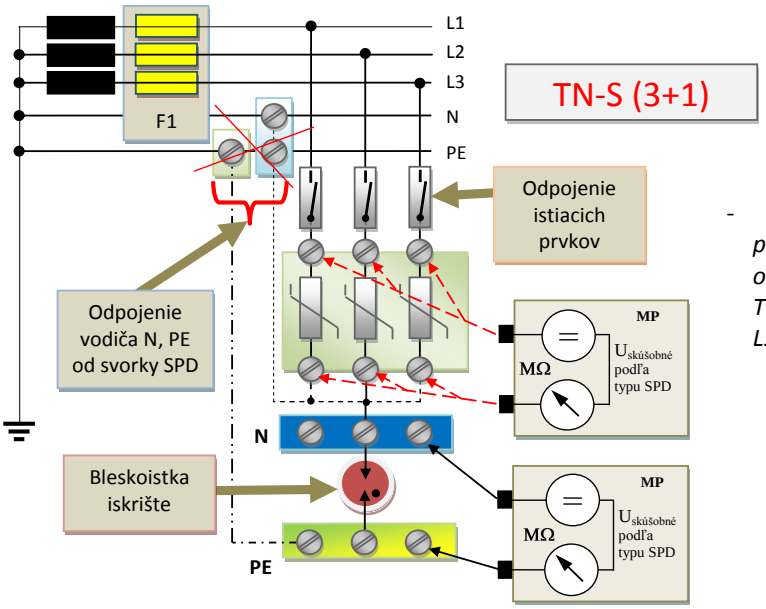
2. Meranie a skúšanie SPD (meranie a overenie funkčnosti prvkov SPD je možné vykonať dvoma spôsobmi):

A. Priamo v rozvádzači na svorkách puzdra, alebo na jednotlivých moduloch SPD za použitia MP (merač izolačných odporov s nastaviteľnou hodnotou spínacieho napätia do 5000 V/1 mA);



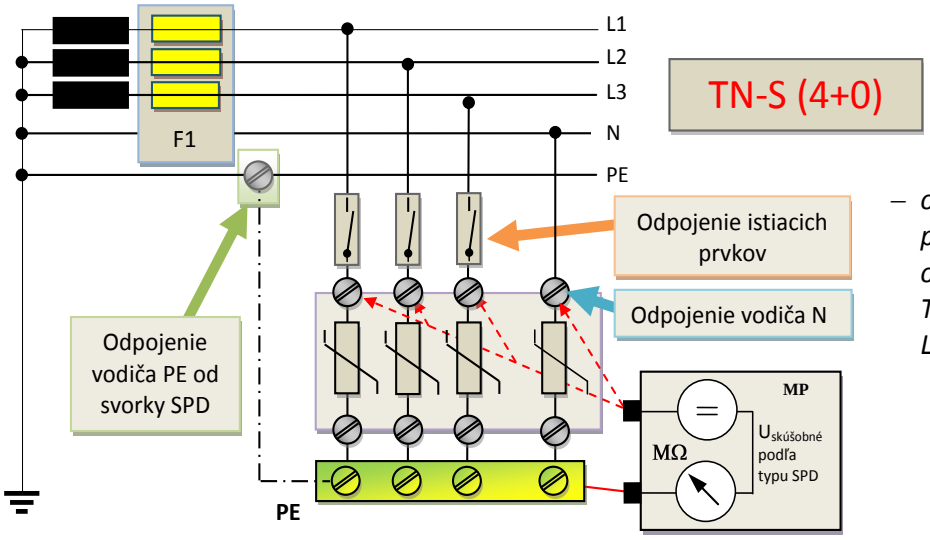
- *pred vlastným meraním podľa typu zapojenia v sústave napájania TN-C (3+0), alebo v sústave napájania TN-C-S, TN-S (3+1, 4+0) je potrebné odpojiť napájanie;*
- *odpojiť pred istenie (odpojovače, ističe, poistky) pred zvodičmi prepätia SPD;*
- *odpojiť **vodič PEN** od zvodiča prepätia SPD a zmerať izolačný odpor v sústave napájania TN-C/3+0 (medzi L1→PEN, L2→PEN, L3→PEN) obr. 3.5;*

Obr. 3.5 Kontrola SPD typ 2, 3 meraním izolačných odporov priamo v rozvádzači mobilného prostriedku (skúšobným napätím podľa technických údajov SPD) v systéme napájania TN-C



- *odpojiť **vodič N, PE** od zvodiča prepätia SPD a zmerať izolačný odpor v sústave napájania TN-C-S, TN-S /3+1 (medzi L1→N, L2→N, L3→N; N→PE- iskrište) obr. 3.6;*

Obr. 3.6 Kontrola SPD typ 2, 3 meraním izolačných odporov priamo v rozvádzači mobilného prostriedku (skúšobným napätím podľa technických údajov SPD) v systéme napájania TN-S



– *odpojiť **vodič PE** od zvodiča prepätia SPD a zmerať izolačný odpor v sústave napájania TN-C-S, TN-S/4+0 (medzi L1→N, L2→N, L3→N) obr. 3.7;*

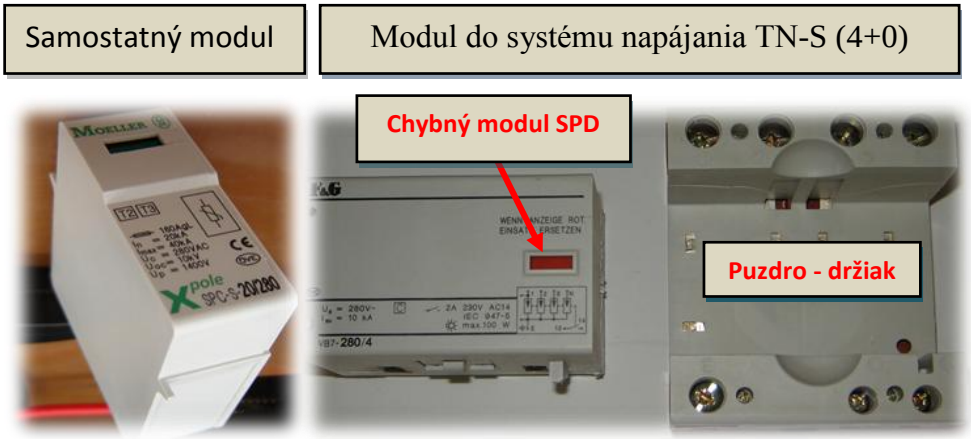
Obr. 3.7 Kontrola SPD typ 2, 3 meraním izolačných odporov priamo v rozvádzači mobilného prostriedku (skúšobným napätím podľa technických údajov SPD) v systéme napájania TN-S

Po skončení merania je potrebné naspäť pripojiť všetky odpojené vodiče od puzdra SPD (L1, L2, L3, PEN, N, PE) a zapnúť (pripojiť) naspäť istiace prvky (odpojovače, poistky, ističe).

POZNÁMKA. *V prípade, že nie je istenie pred meranými zvodičmi prepätia SPD je potrebné odpojiť hlavné istenie.*

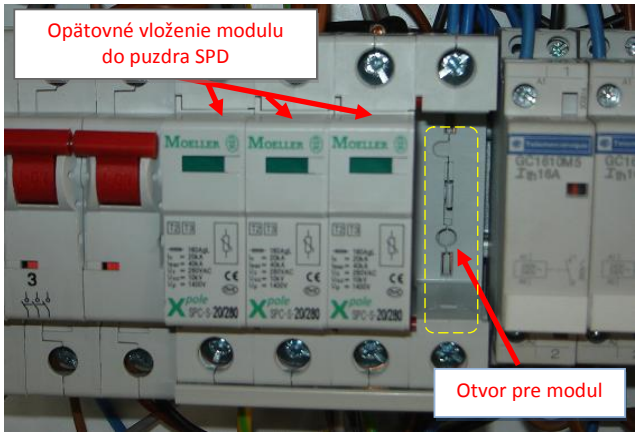
POZNÁMKA. *Ak vykazujú merané zvodiče prepätia SPD hodnoty, ktoré nezodpovedajú technickým parametrom, meranie je potrebné opakovať, aby sa revízny technik uistil, že meraný zvodič prepätia SPD je naozaj chybný. Opakovanie je potrebné z dôvodu toho, že mobilná technika sa používa vo vonkajšom prostredí, kde môže dôjsť k zaoxidovaniu skrutiek na SPD.*

B. Samostatne na jednotlivých moduloch SPD, ktoré sa vyberú z puzdier - meranie sa vykoná podľa technických parametrov SPD skúšobným spínacím napätím, alebo sa vyberie celé puzdro s modulmi SPD a meranie sa vykoná na svorkách puzdra- držiaka (obr. 3.8);



Obr. 3.8 Príklad modulového usporiadania jednofázových a trojfázových zvodičov prepätia SPD

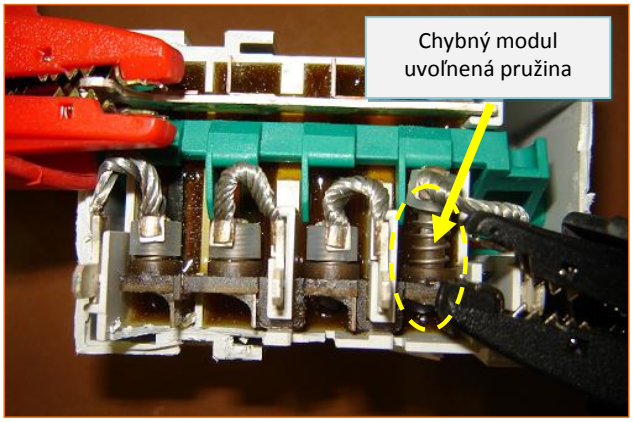
Po skončení merania sa naspäť sa moduly SPD vložia do puzdra – držiaka a ten sa zaskrutkuje do rozvádzača (obr. 3.9).



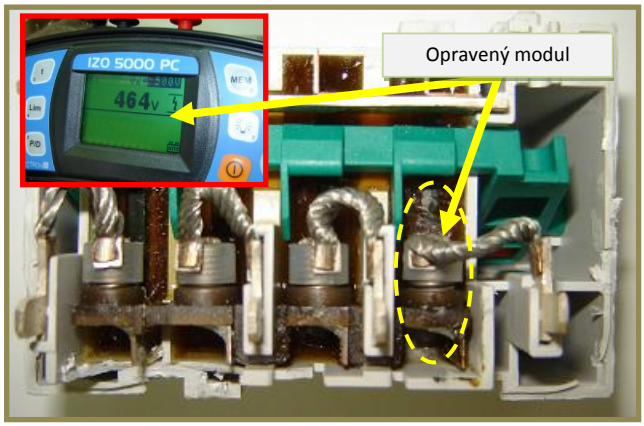
Obr. 3.9 Uloženie modulu SPD (Typ 2, 3) do puzdra - držiaka v rozvádzači

Núdzová oprava prepäťovej ochrany (SPD)

V rozvádzačoch vojenskej mobilnej techniky sa nachádzajú prepäťové ochrany (SPD), ktoré v prípade ich porušenia je možné ich v poľných podmienkach opraviť. Niektoré typy SPD používajú okrem varistora aj teplotne závislý prvok, ktorý je spojený s pružinou. Po zahriatí – poruche (veľkým prúdom) dôjde pomocou pružiny k odpojeniu kontaktu – spoja.



Obr. 3.10 Chybný modul prepäťovej ochrany



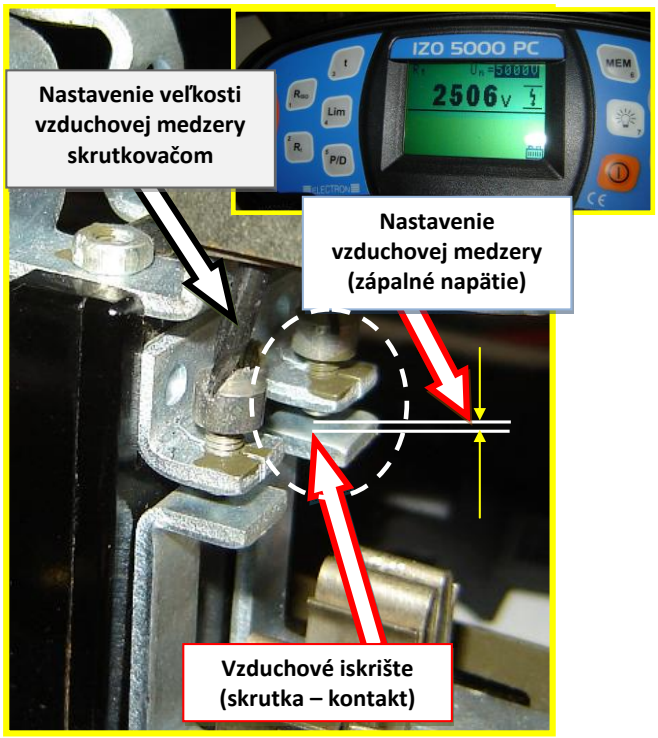
Obr. 3.11 Opravený modul prepäťovej ochrany

Oprava je pre elektrotechnika/revízneho technika jednoduchá. Vykoná sa pištoľovou spájkou, nahriatím kontaktového poľa a stlačením pružiny v chybnom module. Meraním sa zistí, či opravený modul - bleskoistka vyhovuje technickým parametrom udávaným výrobcom.

B) Postup pri revíziách prvkov prepäťových ochrán umiestnených v bleskoistkových svorkovniciach (BS-2, BS-20):

1. Meranie a skúšanie vzduchových iskríšť bleskoistkových svorkovníc (BS) - hrubá ochrana

Vo vojenskej mobilnej technike používajú na ochranu elektronických zariadení bleskoistkové svorkovnice (chránia všetky koncové zariadenia, ktoré sú pripojené na metalické vedenia). Bleskoistková svorkovnica je zložená s troch stupňov ochrany (obr. 2.1). Pri mechanickom namáhaní v teréne často dochádza k porušeniu prvého stupňa ochrany t.j. hrubej bleskoistky, ktorá predstavuje vzduchové iskrište. Potrebnou vzdialenosťou kontaktov vzduchového iskrišťa sa nastaví zápalné napätie na hodnotu 2500 V (pri privedení zápalného napätia vyššieho, ako 2500 V, by malo dôjsť k zvedeniu nežiaduceho prepätia na potenciál zeme).



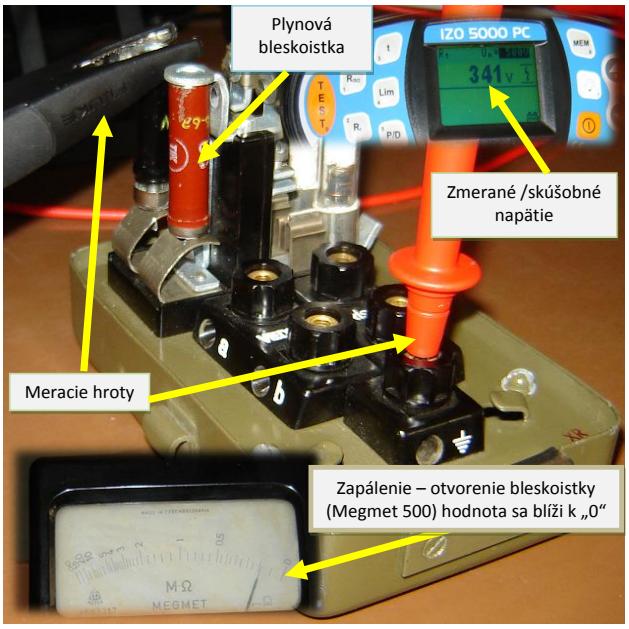
Obr. 3.12 Nastavenie zápalného napätia vzduchového iskrišťa BS (hrubá ochrana)

Postup nastavenia vzduchového iskrišťa (hrubej bleskoistky):

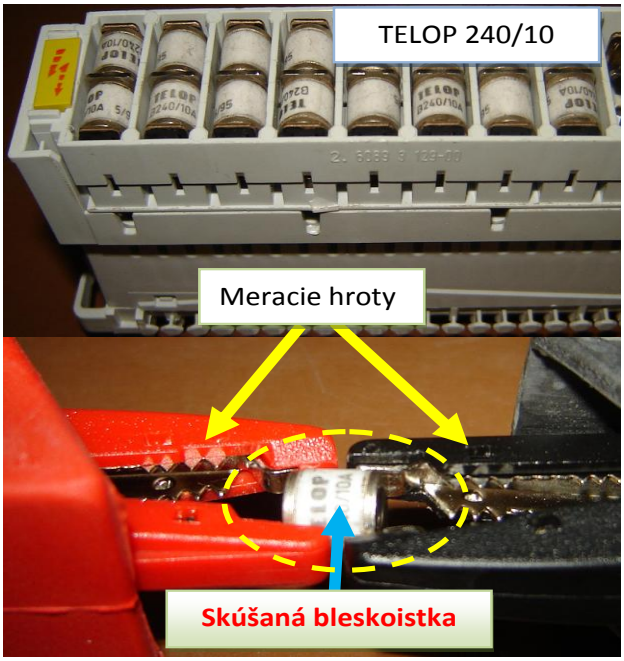
- položiť bleskoistkovú svorkovnicu na izolačnú podložku,
- vybrať všetky typy bleskoistiek z držiakov,
- odstrániť starú farbu zo skrutky vzduchového iskrišťa a uvoľniť závit na držiaku,
- vykonať kontrolu mechanických spojov svoriek a držiakov bleskoistiek,
- na svorku **a/b** a svorku **zem** pripojiť merací prístroj (MP) – merač izolačných odporov so skúšobným napätím do 5000 V s malým (bezpečným) prúdom,
- zasunúť skrutkovač s izolovanou rukoväťou do zárezu skrutky a nastaviť vzdialenosť vzduchovej medzery na hodnotu skúšobného napätia 2500 V,
- odpojíme MP a kvapkou farby zabezpečíme skrutku proti mechanickému pohybu,
- po zaschnutí farby zopakujeme meranie, čím sa uistíme, že nastavenie **hrubej bleskoistky** zodpovedá technickej požiadavke.

2. Meranie a skúšanie plynových bleskoistiek, bleskoistiek, varistorov - jemná ochrana

Meranie a skúšanie sa vykonáva najčastejšie MP – meračom izolačných odporov (Megmetom 500), ktorým vytvoríme skúšobné zápalné napätie. Ak je plynová bleskoistka **bezchybná** nameraná hodnota na MP sa blíži k **„nule“.** Ak je bleskoistka **chybná** nameraná hodnota na MP sa blíži k **„nekonečnu“**, v takom prípade je potrebné uvedenú plynovú bleskoistku vymeniť za novú. Chybné plynové bleskoistky patria medzi nebezpečný odpad. Ak má revízny technik k dispozícii MP – merač izolačných odporov, na ktorom je možné nastaviť postupným nárastom skúšobné napätie do 500 V je meranie presné.
Plynové bleskoistky by mali začať viesť pri hodnote napätia (prepätia) vyššej, ako 250 (350 V) podľa typu.



Obr. 3.13 Kontrola plynovej bleskoistky meraním zápalného napätia (jemná ochrana)



Obr. 3.14 Meranie a skúšanie bleskoistiek určených pre potreby telekomunikácií a štruktúrovanej kabeláže (jemná ochrana)

Postup skúšania jemnej bleskoistky:

- vybrať všetky typy bleskoistiek z držiakov;
- vykonať kontrolu mechanických spojov svoriek a držiakov bleskoistiek;
- meracie hroty pripojiť na skúšanú bleskoistku, varistor a zmerať jej funkčnosť (podľa odporúčania výrobcu použiť skúšobné napätie);
- chybné monolitické bleskoistky, varistory sa neopravujú.

ZÁVER

V súčasnom období, keď sa v mobilných prostriedkoch nachádza veľké množstvo elektronických zariadení, je nutné, aby sa pozornosť revízneho technika sústredila pri OPaOS/revíziach aj na kontrolu/skúšanie/meranie prvkov prepäťových ochrán SPD. Prvky prepäťových ochrán zabezpečujú kvalitnú ochranu proti nežiaducemu elektromagnetickému impulzu – atmosférickému výboju, ktorý najčastejšie ohrozuje elektronické zariadenia, ktoré sa nachádzajú vo vojenských mobilných prostriedkoch.
V článku som sa pokúsil vymedziť spôsob revízií najčastejšie používaných prvkov prepäťových ochrán vo vojenských mobilných prostriedkoch, ako aj ich núdzovú opravu.

BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY

[01] HUNA, R. - STAROŇOVÁ, J. - PONEVÁČ, R. - JANOVE, V.: Prehliadky, skúšanie a meranie na elektrických zariadeniach a inštaláciách do 1000 V podľa STN 33 2000-6-61. Pobočka SES pri VA, Liptovský Mikuláš, 2001, ISBN 80-968185-6-2.

[02] HUNA, R. - STAROŇOVÁ, J.: Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom na elektrických inštaláciách a pri obsluhe elektrických zariadení do 1000 V_{AC} a 1500 V_{DC}. Pobočka SES Liptovský Mikuláš, 2011, ISBN 978-80-89456-05-5.

[03] STN 33 2000-6: 2007 Nízkonapäťové elektrické inštalácie Časť 6: Revízia.

[04] HUNA, R. - CIBIRA, G. - STAROŇOVÁ, J.: Poznatky z revízií elektrických spotrebičov. Výpočtová technika – zdroj PC. Zborník prednášok z odborného seminára z 25. 2. 2010, str. 91 - 109, ISBN 978-80-89456-01-7, pobočka SES Liptovský Mikuláš 2011.

[05] Firemná dokumentácia firmy DEHN.

[06] STN 33 2000-5-534: 2009 Elektrické inštalácie nízkeho napätia Časť 5-53: Výber a stavba elektrických zariadení Bezpečné odpojenie, spínanie a ovládanie Oddiel 534: Prístroje na ochranu pred prepätiami.

[07] STN EN 62 305-4: 2007: 2012 Ochrana pred bleskom Časť 4: Elektrické a elektronické systémy v stavbách.

[08] STN 33 2000-4-444: 2011 Elektrické inštalácie nízkeho napätia Časť 4-44: Zaistenie bezpečnosti Ochrana pred rušivými napätiami a elektromagnetickým rušením.

[09] STN 33 2000-7-717: 2010 Elektrické inštalácie nízkeho napätia Časť 7-717: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Mobilné alebo prepravné jednotky.

[10] STN 33 2000-4-41: 2007 Elektrické inštalácie nízkeho napätia časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom.

[11] HUNA, R. – STAROŇOVÁ, J.: Odborné prehliadky a odborné skúšky/revízie mobilných prostriedkov elektrických. Zborník prednášok z odborného seminára z 23. 2. 2012, str. 29 – 61, ISBN 978-80-89456-06-2, pobočka SES Liptovský Mikuláš 2012.

[12] HUNA, R. – STAROŇOVÁ, J.: Revízie elektrických zariadení do 1000 V_{AC} a 1500 V_{DC} (mobilné prostriedky elektrické/elektrické ručné náradie a spotrebiče). Pobočka SES Liptovský Mikuláš, 2013, ISBN 978-80-89456-09-3.

SALTEK®

Sme k Vám bližšie!

Technická podpora pri návrhu prepäťových ochrán v súlade s STN EN 62 305

NOVINKA

FLP-B+C MAXI VS

www.saltek.eu

SALTEK®

prepätie pod kontrolou...

...kdekoľvek

FLP-B+C MAXI VS

TN-C TN-S TT

Novinky od slovenského výrobcu

ELECTRON

ELECTRON spol. s r.o.
Jelšová 24
080 05 Prešov

tel+fax: 051-77 230 79
e-mail: electron@electron.sk
www.electron.sk

Revízne prístroje

UNIMER 09

univerzálny revízny prístroj

- všetky merania v jednom prístroji
- kompletný test prúdových chráničov
- impedancia slučky, vnútorný odpor siete + skratové prúdy
- izolačné odpory
- test prepäťových ochrán
- prechodové odpory
- zemné odpory
- napätie AC/DC + frekvencia + sled fáz
- výkon (činný, jalový, zdanlivý, cos φ)
- prúd
- osvetlenie
- pamäť na 2000 meraní
- vytváranie meracích protokolov v PC

Skúšačky napätia

DIGEM 03

skúšačka napätia, odporov a sledu fáz s LCD displejom

- meranie AC/DC napätia do 690 V
- jednopólová detekcia fázového napätia
- určenie sledu fáz trojfázovej sústavy
- meranie odporu do 1 kΩ
- signalizácia skratu a spojitosti obvodu
- akustický signál pri indikácii napätia viac ako 50 V
- zobrazenie meraných hodnôt na LCD displeji a zároveň LED diódami

SN 02

skúšačka napätia, sledu fáz a spojitosti

- meranie AC/DC napätia do 690 V
- jednopólová detekcia fázového napätia
- určenie sledu fáz trojfázovej sústavy
- akustická a optická signalizácia spojitosti obvodu
- akustický signál pri indikácii napätia viac ako 50 V
- zobrazenie hodnoty napätia LED diódami

Spotreba energie - elektromery

MSE 23

trojfázový merač spotreby

- meranie spotreby v kWh resp. EURO
- meranie aktuálneho výkonu odoberaného prúdu, napätia
- sledovanie spotreby v určitých časových intervaloch
- každej meranej veličine je možné priradiť limitnú hodnotu, po ktorej prekročení zopne relé
- uchytenie na DIN lištu
- meranie prúdu: do 32 A priamo, do 9999 A pomocou prúdových transformátorov

Skúšky spotrebičov, náradia a pracovných strojov

UNITESTER 07

univerzálny prístroj

- všetky merania v jednom prístroji
- izolačné odpory
- odpor ochranného vodiča 200 mA aj 10 A AC
- úbytok napätia na ochrannom vodiči
- unikajúci prúd priamou metódou
- unikajúci prúd nepriamou metódou
- unikajúci prúd rozdielovou metódou
- sieťové napätie
- prúd odoberaný meraným spotrebičom
- príkon + cos φ meraného spotrebiča
- dotykový prúd
- zvyškové napätie
- pamäť na 2000 meraní
- vytváranie meracích protokolov v PC

Meranie a analýza siete

AS 3

analyzátor siete s elektromerom

- meranie všetkých parametrov siete
- každej meranej veličine je možné priradiť limitnú hodnotu, po ktorej prekročení zopne relé
- jednoduchá a rýchla voľba zobrazovaných parametrov
- uchytenie do panelu pomocou úchytiek
- meranie prúdu: do 5 A priamo, do 9999 A pomocou prúdových transformátorov
- prevedenie: s LED zobrazovačom...AS 3 - LED
  s LCD displejom.....AS 3 - LCD

Kvalitné slovenské výrobky za rozumnú cenu

NOVÉ STN Z OBLASTI NÍZKONAPÄŤOVÝCH ELEKTRICKÝCH INŠTALÁCIÍ

Marcel ČATLOŠ
TK 84 pri SÚTN – Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom, HASMA, s.r.o. Krompachy

ÚVOD

V prednáške sú informácie o STN so súboru STN 33 2000, ktoré boli vydané v roku 2012, resp. sa pripravujú na vydanie v roku 2013.
Osobitná pozornosť v tejto prednáške je venovaná pripravovanej STN pre zdravotnícke priestory STN 33 2000-7-710. ktorá nahradí STN 33 2140: 1986. Vzhľadom na svoj charakter a zložitosť implementácie sa táto norma radí medzi najvýznamnejšie inštalatérske normy preberané v posledných piatich rokoch.
Charakteristiky týchto noriem sa nachádzajú v ďalej uvedených tabuľkách, za ktorými nasleduje text opisujúci základné požiadavky jednotlivých noriem

Norma	**STN 33 2000-7-714**
Názov:	**Elektrické inštalácie nízkeho napätia** **Časť 7-714: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory** **Vonkajšie svetelné inštalácie**
Vydanie:	Predpoklad - december 2012
Zavádza:	HD 60364-7-714: 2012 / idt. IEC 60364-7-714: 2011
Nahrádza:	STN 33 2000-7-714 zo septembra 2003

Norma	**STN 33 2000-7-715**
Názov:	**Elektrické inštalácie nízkeho napätia** **Časť 7-715: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory** **Svetelné inštalácie na malé napätie**
Vydanie:	Predpoklad: december 2012
Zavádza:	HD 60364-7-715: 2012 / mod. IEC 60364-7-715: 2011
Nahrádza:	Revízia pôvodnej STN 33 2000-7-715 z júna 2006

Norma	**STN 33 2000-7-722**
Názov:	**Elektrické inštalácie nízkeho napätia** **Časť 7-722: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory** **Napájanie elektrických vozidiel**
Vydanie:	Predpoklad: január 2013
Zavádza:	HD 60364-7-722: 2012
Nahrádza:	Norma s podobným predmetom dosiaľ neexistovala

Norma	STN 33 2000-7-710
Názov:	**Elektrické inštalácie nízkeho napätia** **Časť 7-710: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory** **Zdravotnícke priestory**
Vydanie:	Predpoklad: marec 2013
Zavádza:	HD 60364-7-710: 2012/mod IEC 60364-7-710: 2002
Nahrádza:	STN 33 2140: 1986

Základná charakteristika STN 33 2000-7-710

HISTORICKÝ KONTEXT

Návrh normy STN 33 2000-7-710 prináša pridanú hodnotu vytvorenú 26-ročným technickým vývojom na poli medzinárodnej technickej normalizácie od vydania STN 33 2140 (1986). Treba podotknúť, že aj pri príprave doteraz platnej normy sa posudzovali adekvátne technické normy platné v tej dobe pre elektrické inštalácie a zdravotnícke zariadenia napríklad v Nemecku (NSR), Holandsku a niektoré dokumenty z IEC/TC 62A.

NORMA SA ZARADILA DO ŠTRUKTÚRY CELÉHO SÚBORU STN 33 2000

V novej norme nie sú uvedené požiadavky spadajúce do iných častí súboru STN 33 2000 (zamedzenie duplicity) – vyčlenili sa z normy. Pôvodná STN 33 2140 bola chápaná a pripravená ako kompaktná plnohodnotná norma vychádzajúca z požiadaviek z STN 34 1010.
Vydaním novej normy nastane teda prechod z celistvého systému založeného STN 34 1010 doplneného samostatnými satelitnými normami na štruktúrovaný systém IEC/HD 60364. Preto STN 33 2000-7-710 je iba doplnkom požiadaviek k ostatným častiam súboru STN 33 2000 – určuje teda požiadavky pre **„osobitné inštalácie alebo priestory“** v tomto prípade zdravotnícke priestory.

FORMA ZAPRACOVANIA

- HD 60364-7-710 sa zapracoval prekladom;
- Tomuto procesu predchádzala terminologická príprava – dôvodom je zmena používaných termínov a im zodpovedajúcich definícií, ktorá vznikla prirodzeným dlhoročným vývojom v predmetnej oblasti;
- K norme sa vypracovala národná príloha, ktorá definuje doplnkové národné požiadavky;
- Štruktúra národných požiadaviek sa vytvorila osobitným posúdením každého článku normy z pohľadu jeho vzťahu k preberanému dokumentu – t.j. či sa tam relevantná požiadavka nachádza a ak nie, či je jej prevzatie do novej normy technicky opodstatnené a či nie je v rozpore s textom HD;
- SÚTN identifikoval tri požiadavky, implementované do normy formou národných pripomienok, ktoré je potrebné schváliť na medzinárodnej úrovni. **Týkajú sa:**
    - Umiestnenia zásuviek a vypínačov v blízkosti vývodov plynu – 20 cm z každej strany;
    - Zmena požiadavky na odpor z 0,7 ohm na 0,2 ohm; **takto:**
    - V zdravotníckych priestoroch skupiny 1 **odpor ochranných vodičov** vrátane odporu prípojov medzi svorkami pre ochranný vodič zásuviek a svorkami pevne inštalovaných zariadení alebo medzi akýmikoľvek cudzími vodivými časťami a prípojnicou pospájania nesmie prevýšiť **0,2 Ω;**
- Hemodialyzačné pracovisko sa v zmysle pôvodnej normy preklasifikovalo do skupiny 2.

Uvedené požiadavky sa v súčasnosti v CENELEC schvaľujú a preto sa čaká aj s vydaním normy.

OBSAH/CHARAKTERISTIKA NORMY

- Rozsah normy – proti pôvodnej norme rozšírený, modifikovaný, spresnený;
- Definície – kapitola upravená podľa nových technických požiadaviek. Prináša 11 základných definícií – napríklad: **zdravotnícky priestor**, namiesto **zdravotnícka miestnosť, aplikačná časť –** termín dôležitý na klasifikáciu zdravotníckych priestorov, definície skupín 0-2 definujúcich klasifikáciu priestorov, **prostredie pacienta, zdravotnícka sústava IT;**
- Stanovenie všeobecných charakteristík - určenie čísel skupín a klasifikácia bezpečnostných technických prostriedkov budovy pre zdravotnícky priestor;
- Ochrana pred zásahom Elektrickým prúdom pre jednotlivé sústavy TN, TT a IT, vrátane zdravotníckej sústavy IT;
- Doplnková ochrana;
- Ochrana pred inými vplyvmi – tepelné, rušenie;
- Distribučné rozvádzače, elektrické prevádzkové priestory, transformátory pre IT sústavy;
- Nebezpečenstvo výbuchu;
- Schémy a dokumentácia, prevádzkové inštrukcie;
- Výber prístrojov a zariadení – prístroje na monitorovanie izolácie, automatické prepínacie prístroje, zásuvky chránené RCD, obvody zásuviek v zdravotníckych sústavách IT;
- Bezpečnostné technické prostriedky budov;
- Podrobné požiadavky na záložné napájanie bezpečnostných technických prostriedkov budov;
- Klasifikácia záložných napájacích zdrojov;
- Núdzové osvetlenie v únikových cestách;
- Revízie;
- Príloha A - Klasifikácia bezpečnostných technických prostriedkov budovy pre zdravotnícke priestory;
- Príloha B - Príklady priradenia čísiel skupín a klasifikácie bezpečnostných technických prostriedkov budovy pre zdravotnícke priestory;
- Príloha C - Ochrana pred elektromagnetickými rušeniami (EMI) v inštaláciách budov;
- Osobitné národné podmienky, Odchýlky A a Národná príloha.

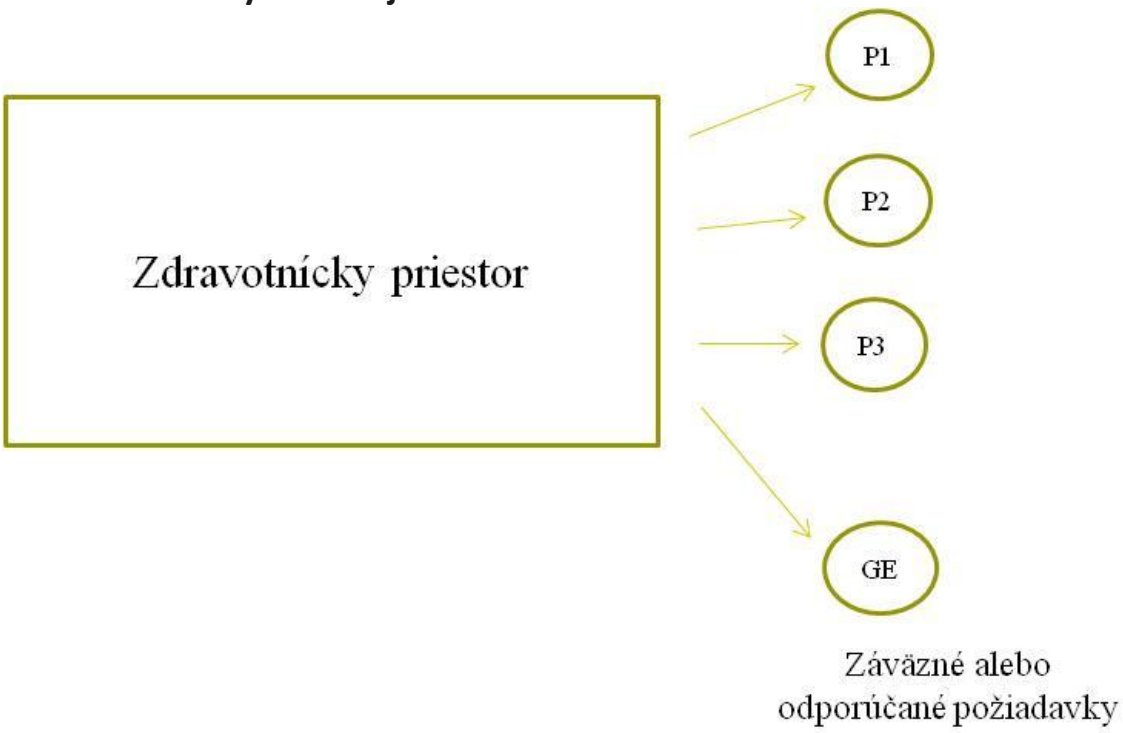
ROZSAH POUŽITIA

Použitie tohto harmonizačného dokumentu neznamená vylúčenie uplatňovania národných predpisov.
Osobitné požiadavky tejto časti HD 60364 platia na elektrické inštalácie v zdravotníckych priestoroch za účelom zaistenia bezpečnosti pacientov a zdravotníckeho personálu. Tieto požiadavky sa v hlavnom meradle vzťahujú na nemocnice, súkromné kliniky, ambulancie praktických, špecializovaných a zubných lekárov, centrá zdravotnej starostlivosti a špecializované zdravotnícke miestnosti na pracoviskách.
Požiadavky tejto časti neplatia na ME zariadenia. Táto časť platí aj pre elektrické inštalácie v priestoroch určených na zdravotnícky výskum.
Môžu byť nevyhnutné úpravy existujúcej elektrickej inštalácie v súlade s touto normou, ak nastane zmena využitia daného priestoru. Špeciálna pozornosť by sa mala venovať vykonávaniu intrakardiálnych procesov v existujúcich inštaláciách.

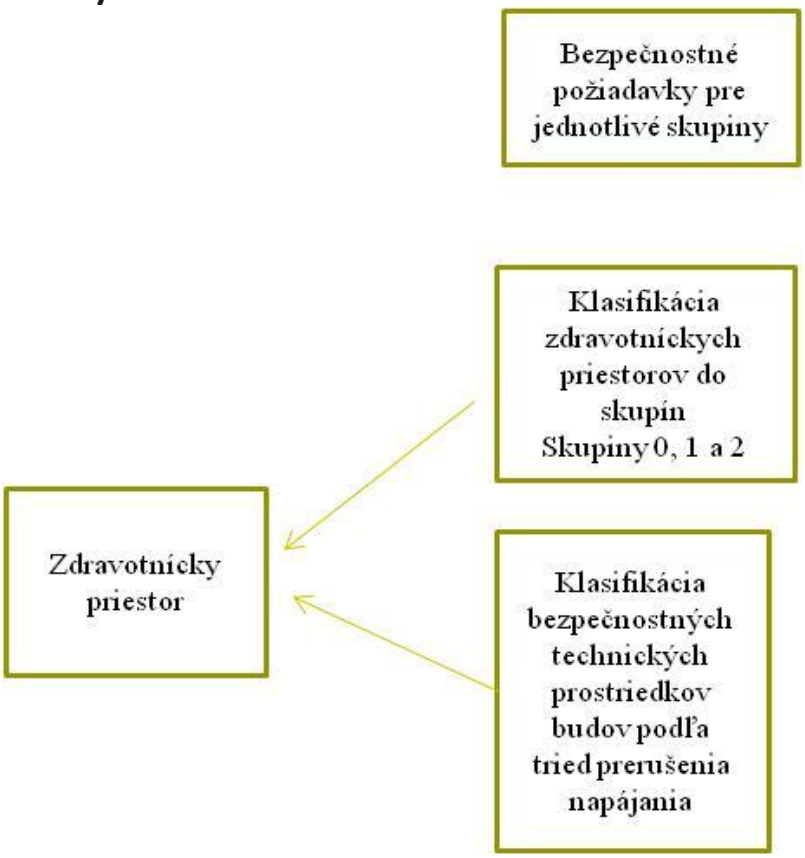
Kde je to aplikovateľné, táto norma sa môže tiež použiť na veterinárnych klinikách.
Pre ME zariadenia a ME systémy pozri súbor EN 60601.

POZNÁMKA – Tieto požiadavky sa týkajú, napríklad elektrických inštalácií v týchto zdravotníckych priestoroch: v nemocniciach a klinikách (vrátane kontajnerového druhu); v sanatóriách a zdravotných klinikách; vo vyhradených priestoroch v domácnostiach pre seniorov a v priestoroch určených na starostlivosť pre seniorov, v ktorých sa pacienti podrobujú zdravotníckej starostlivosti; v zdravotníckych centrách, denných klinikách a oddeleniach, ambulantných ošetrovniach; v iných inštitúciách dennej zdravotnej starostlivosti (ambulančné zariadenia závodných, športových a iných lekárov).

Štruktúra normy – existujúci stav



Štruktúra novej normy



HLAVNÝ ROZDIEL OPROTI DOTERAJŠEJ STN

- Doterajšia STN 33 2140 v tabuľke 3 striktne a jednoznačne priradzovala jednotlivé bezpečnostné požiadavky konkrétnym **„typom miestností“.**
- Systém IEC/HD takéto priame priradenie nepozná. Systém IEC/HD deleguje požiadavky pre jednotlivé zdravotnícke priestory nepriamo. Systém IEC /HD je postavený na klasifikácií skupín 0 až 2 (podobne ako napríklad v kúpeľniach - pre ktoré sú definované bezpečnostné požiadavky v texte normy); k týmto skupinám sú priradené jednotlivé zdravotnícke priestory; pre tieto zdravotnícke priestory sa ďalej klasifikujú triedy prerušenia napájania (klasifikácia bezpečnostných technických prostriedkov budov/záložných zdrojov).

Táto zmena priradzovania požiadaviek je najzásadnejšou zmenou v porovnaní s existujúcou normou STN 33 2140)!!!

- Príloha B definujúca priradenie skupín a klasifikácie bezpečnostných technických prostriedkov budov je informatívna a umožňuje doplnenie ďalších nemenovaných priestorov spolu s vytvorením ich klasifikácie osobami a spôsobom uvedeným v 710.30.
- V zdravotníckych priestoroch sú dovolené všetky sústavy TN, IT aj TT.
- Použitie zdravotníckej IT sústavy je vyžadované iba pre zdravotnícke priestory skupiny 2 – úľava proti existujúcej norme – kvalitnejšie ME zariadenia.

Klasifikácia zdravotníckych priestorov

Členenie priestorov je stavané na dvoch základných parametroch (tri skupiny) z pohľadu nasledujúcich kritérií:

1. čo sa stane, ak nastane prerušenie napájania;
2. či a ako sa používajú aplikačné časti elektrických zdravotníckych zariadení – druh kontaktu (zatiaľ tento preklad pre termín - applied part).

Takéto členenie existujúca STN 33 2140 nepozná.
STN 33 2140 je založená na jednoznačne definovanom priradení ochranných opatrení (požiadaviek P1 až P7 + špeciálne) daným typom miestností.

Definícia:

Zdravotnícky priestor (angl. **medical location):** priestor určený na diagnostikovanie, ošetrovanie (vrátane kozmetického ošetrovania), sledovanie a starostlivosť o pacientov

Definície zdravotníckych priestorov (doposiaľ sme ich takto nepoznali)

Skupina 0 (angl. **group 0):** zdravotnícky priestor, v ktorom nie je určené použitie nijakých aplikačných častí a v ktorom prerušenie (porucha) napájania nemôže spôsobiť ohrozenie života.

Skupina 1 (angl. **group 1):** zdravotnícky priestor, v ktorom prerušenie elektrického napájania nepredstavuje ohrozenie bezpečnosti pacienta a v ktorom sú aplikačné časti určené na použitie externe a/alebo invazívne na akúkoľvek časť tela v priestoroch mimo priestorov skupiny 2.

Skupina 2 (angl. **group 2):** zdravotnícky priestor, v ktorom sa aplikačné časti používajú pri úkonoch, ako sú napríklad: intrakardiálne úkony/procedúry; alebo liečebné postupy spojené so základnými životnými funkciami alebo chirurgické operácie, pri ktorých prerušenie (porucha) napájania môže vyvolať nebezpečenstvo pre pacientov.

Termín intrakardiálny znamená úkon/procedúru, postup, pri ktorom sa elektrický vodič umiestni do srdca pacienta alebo je pravdepodobné, že nastane jeho kontakt so srdcom, pričom takýto vodič je prístupný mimo tela pacienta. V tomto kontexte elektrický vodič zahŕňa izolované vodiče, ako sú napríklad elektródy kardiostimulátora alebo elektródy intrakardiálneho elektrokardiogramu EKG, prípadne izolačné katétre naplnené vodivými médiami.

Bezpečnostné technické prostriedky budov a súvisiace definície

Bezpečnostné technické prostriedky budov (angl. **safety services):** tie technické prostriedky v budovách**,** ktoré sú dôležité – pre bezpečnosť osôb a na vyhnutie sa znehodnoteniu prostredia alebo poškodeniu iných materiálov

POZNÁMKA – Príklady bezpečnostných technických prostriedkov budov zahŕňajú:

- ► núdzové (únikové) osvetlenie,
- ► zosilňovacie čerpadla vody na hasenie požiarov,
- ► požiarne výťahy,
- ► výstražné systémy, ako sú napríklad protipožiarné výstražné systémy, systémy výstrahy proti dymu, systémy výstrahy proti CO a systémy výstrahy proti narušiteľom,
- ► evakuačné systémy,
- ► systémy slúžiace na extrakciu dymu,
- ► dôležité zdravotnícke zariadenia.

Elektrický záložný zdroj (angl. **electrical safety source):** zdroj určený na zachovanie napájania elektrických zariadení, ktoré sú nevyhnutné na prevádzku bezpečnostných technických prostriedkov budov

Elektrická napájacia sieť pre bezpečnostné technické prostriedky budov (angl. **electrical supply system for safety services):** napájacia sieť určená na zachovanie prevádzky elektrických inštalácií a zariadení dôležitých:

- ► pre zdravie a bezpečnosť osôb a domácich zvierat, a/alebo
- ► ak to vyžadujú národné predpisy, na vyhnutie sa znehodnoteniu prostredia a poškodeniu iných zariadení.

POZNÁMKA – Táto napájacia sieť zahŕňa zdroj a elektrické obvody až po svorky elektrických zariadení. V určitých prípadoch môže tiež zahŕňať zariadenia.

Tabuľka A.1 Klasifikácia bezpečnostných technických prostriedkov budovy nevyhnutných pre zdravotnícke priestory

trieda 0 (bez prerušenia)	Automaticky pripájané záložné napájanie dostupné bez prerušenia dodávky
trieda 0,15 (veľmi krátke prerušenie)	Automaticky pripájané záložné napájanie dostupné do 0,15 s
trieda 0,5 (krátke prerušenie)	Automaticky pripájané záložné napájanie dostupné do 0,5 s
trieda 5 (priemerné prerušenie)	Automaticky pripájané záložné napájanie dostupné do 5 s
trieda 15 (stredné prerušenie)	Automaticky pripájané záložné napájanie dostupné do 15 s
trieda > 15 (dlhé prerušenie)	Automaticky pripájané záložné napájanie dostupné v čase dlhšom ako 15 s

Zdravotnícky priestor	Skupina			Trieda	
	0	1	2	≤ 0,5 s	> 0,5 s ≤ 15 s
1 Masážna miestnosť	x	x			x
2 Lôžkové izby pacientov		x			x
3 Pôrodná sála		x		x [a]	x
4 Vyšetrovne ECG, EEG, EHG		x			x
5 Endoskopická vyšetrovňa		x [b]		x	x [b]

Záložné zdroje

- Významne sa zmenil spôsob využívanie záložných zdrojov a ich klasifikácia;
- V norme sú uvedené požiadavky na záložné zdroje triedy do 0,5, do 15 a nad 15 s. Tabuľka v prílohe A definuje aj ďalšie tri triedy. Bývalé označenie E2 zodpovedá triede do 0,5 s a E1 do 15 s;
- Termín GE (120 s) – hlavný núdzový zdroj – norma nepozná;
- Termíny DO a VDO nová norma nepozná.

LITERATÚRA

[1] STN 33 2000-7-714
[2] STN 33 2000-7-715
[3] STN 33 2000-7-710
[4] STN 33 2000-7-722

ELEKTROMEROVÉ ROZVÁDZAČE

Zriadenie alebo rekonštrukcia merania spotreby el. energie musí zodpovedať podmienkam a štandardom príslušnej distribučnej spoločnosti. Pre dodržanie požiadaviek na RE je nutné určiť pôsobnosť miestnej distribučnej spoločnosti :

Stredoslovenská energetika a.s. Žilina (SSE)
Západoslovenská energetika a.s. Bratislava (ZSE)
Východoslovenská distribučná a.s. Košice (VSD)

Všeobecnou požiadavkou distribučných energetických spoločností je <u>umiestnenie merania na verejne prístupnom mieste</u>. Nami ponúkané rozvádzače RE sú stacionárne, takej konštrukcie, aby sa mohli montovať do oplotenia, do piliera alebo na vonkajšiu stenu objektu. Skrine RE rozvádzačov sú odolné voči poveternostným vplyvom a majú krytie IP 44. Rozvádzače je možné inštalovať tak vo vonkajšom, ako aj vo vnútornom priestore a sú určené pre použitie znalými osobami. Typ konštrukcie podľa STN EN 61439-1 čl.8.5. Druh prístroja istiaceho pred skratom je definovaný podľa pripojovacích podmienok jednotlivých distribučných spoločností. Rozvádzače RE sú určené na inštaláciu jednopólových aj viacpólových prístrojov – DBO typu B podľa STN EN 6139-3 čl.3.1.103

RE 1.x

RE 2.3.x

Technické parametre rozvádzačov:

Výrobca: SEZ DK a.s. Dolný Kubín
Rozvádzač zodpovedá : IEC 61439-1, 61439-3
Druh prúdu : striedavý 50Hz
Menovitý prúd : 40 A (RE 1.1, RE 1.3)
63 A (RE2.3)
Menovité pracovné napätie : 400 V/230 V
Menovité izolačné napätie : 660 V
Skratová odolnosť : 10 kA
Stupeň ochrany krytom : IP 44/
IP 20 po otvorení dvierok
Druh uzemnenia sietí: sieť s uzemneným neutrálnym bodom (TN-C, TN-C-S, TN-S)

Stupeň znečistenia (podľa STN EN 60664-1:2008):č.1
Mechanická odolnosť : IK 10
Materiál skrine : tvrdený polyester
Uzatváranie dverí : rozvádzačový zámok štvorhran 6 x 6 mm,
Rozmery : RE 1.1,RE 1.3 – 264 x 570 x 250 mm
RE 2.3. – 400 x 570 x 250 mm
Hmotnosť : RE 1.1, RE 1.3 – 8,85 kg
RE 2.3. – 11,65 kg
Súbor podmienok prostredia: prostredie B podľa STN EN 61439-1
Elektromagnetická kompabilita (EMC): rozvádzač bez vstavaných elektronických obvodov
Vonkajšia konštrukcia: krytý rozvádzač

Ochranné opatrenia na ochranu osôb :
ochrana pred dotykom živých častí – *dvojitá izolácia*
ochrana neživých častí pred nebezpečným dotykovým napätím – *samočinným odpojením napájania*

Ponuka elektromerových rozvádzačov
pre priame
meranie spotreby elektrickej energie

	ELEKTROMEROVÉ ROZVÁDZAČE
	Jednotarifné meranie
Typové označenie	**Špecifikácia**
RE 1.1-P0	Jednofázové, Imax. = 40A pre oblasť SSE
RE 1.1-P1	Jednofázové, Imax. = 40A pre oblasť ZSE
RE 1.1-P2	Jednofázové, Imax. = 40A pre oblasť VSD
RE 1.3-P0	Trojfázové, Imax. = 40A pre oblasť SSE
RE 1.3-P1	Trojfázové, Imax. = 40A pre oblasť ZSE
RE 1.3-P2	Trojfázové, Imax. = 40A pre oblasť VSD
V elektromerových rozvádzačoch **RE 1.1, RE 1.3** s Imax. = 40A sú vnútorné prepojenia urobené Cu vodičom 6 mm2. Prívod aj vývod možno realizovať vodičmi Cu, Al do prierezu 16 mm2	

	Dvojtarifné meranie
Typové označenie	**Špecifikácia**
RE 2.3.1-P0	Trojfázové, Imax. = 63A pre oblasť SSE s jedným relé pre ovládanie, napr. el. ohrievača vody
RE 2.3.2-P0	Trojfázové, Imax. = 63A pre oblasť SSE s dvoma relé pre ovládanie, napr. el. ohrievača vody a el. vykurovania
RE 2.3.1-P1	Trojfázové, Imax. = 63A pre oblasť ZSE s možnosťou ovládania jedného el. obvodu, napr. el. ohrievača vody
RE 2.3.2-P1	Trojfázové, Imax. = 63A pre oblasť ZSE s možnosťou ovládania dvoch el. obvodov, napr. el. ohrievača vody a el. vykurovania
RE 2.3.1-P2	Trojfázové, Imax. = 63A pre oblasť VSD s možnosťou ovládania jedného el. obvodu, napr. el. ohrievača vody
RE 2.3.2-P2	Trojfázové, Imax. = 63A pre oblasť VSD s možnosťou ovládania dvoch el. obvodov, napr. el. ohrievača vody a el. vykurovania
V elektromerových rozvádzačoch **RE 2.3** s Imax. = 63A sú vnútorné prepojenia urobené Cu vodičom 10 mm2. Prívod aj vývod možno realizovať vodičmi Cu,Al do prierezu 25 mm2	

Konštrukčný materiál skríň pre RE rozvádzače

Pri výrobe skríň elektromerových rozvádzačov spoločnosti SEZ DK a.s. je používaná lisovacia hmota „GRP“ = ***koniec hrdzaveniu a opakovanému natieraniu skríň.***
Hmota GRP je polyester plnený skleneným vláknom 28%, vytvrdený tlakom a teplotou v uzavretej forme. Výlisky si zachovávajú svoj tvar a funkčnosť aj pri dlhodobom pôsobení poveternostných vplyvov.
Preukázaná životnosť skríň z materiálu GRP je **viac ako 30 rokov.**
Výlisky z GRP sú voči poveternostným vplyvom odolné a stále v tom zmysle, že pôsobením ÚV žiarenia, vzdušnej vlhkosti a smogu nevzniká korózia vedúca k ich zlyhaniu, alebo k poškodeniu skrine. Poruchy funkčnosti výrobkov z GRP nespôsobuje ani prudké striedanie teplôt.

VÝROBCA:
SEZ DK a.s., M.R.Štefánika 1831/46
026 19 DOLNÝ KUBÍN
Tel. : +421 43 5809 226; + 421 43 5809 258
Fax: + 421 43 5809 503
odbyt@sez. biz; www.sez.sk

PRODEJ MĚŘICÍ A REGULAČNÍ TECHNIKY

GMC - měřicí technika

GOSSEN METRAWATT CAMILLE BAUER

Analogové a digitální rozváděčové přístroje
Elektronické programovatelné napájecí zdroje
Měřicí přístroje pro zkušebnictví a revizní činnost
Klasické a programovatelné převodníky elektrických veličin
Převodníky pro automatizaci procesů
Univerzální regulátory a regulátory teploty
Liniové, bodové a obrazovkové zapisovače
Systémy pro řízení spotřeby energie
Regulátory napětí, regulátory zhášecích tlumivek
Systémy pro předvídání kolapsu sítě, síťové analyzátory
Kalibrátory
Velkoplošné zobrazovače
Zkušební přístroje pro vysokonapěťové transformátory
a další.

GMC – měřicí technika, s.r.o.
Fügnerova 1a
678 01 Blansko
Česká Republika
Tel.: +420 516 410 905-6
Fax.: +420 516 410 907
E-mail: gmc@gmc.cz
E-shop: eshop.gmc.cz

www.gmc.cz

Poznatky z revízií elektrických inštalácií v súlade so STN

Ing. Ján MERAVÝ

revízny technik vyhradených technických zariadení elektrických, certifikovaný elektrotechnik špecialista, súdny znalec LIGHTNING – služby elektro Trenčín.

Odborné prehliadky a odborné skúšky (OPaOS)/revízie vyhradeného technického zariadenia elektrického majú na Slovensku svoju dlhoročnú tradíciu preukazovania **bezpečného stavu elektrickej inštalácie,** ktorá musí zabezpečiť ochranu pred zásahom elektrickým prúdom a bezpečnú prevádzku. V súčasnosti je v oblasti vykonávania revízií elektrických inštalácií a elektrických zariadení na Slovensku nezdravý jav (neprofesionálny prístup ku svojej veľmi zodpovednej práci) – **výber revízneho technika**, ktorý vykonáva revízie elektrických inštalácií/zariadení za čo najnižšie ceny. Bohužiaľ nie je to len pri revíziách... . Uvedený jav vychádza zo súčasnej politickej scény a jednania našich politikov. Ich správanie sa prenáša aj do normálneho profesného života v oblasti elektrotechniky - revíznych technikov.

Prvý príklad z praxe: V jednom nemenovanom meste bolo treba vykonať periodickú OPaOS/revíziu elektrickej inštalácie na 16-tich objektoch budov. Zvolali sa záujemcovia a zo sumy 25.000 €, ktorá bola stanovená podľa cenníka prác sa robila licitácia ceny. Ako sa cena znižovala, postupne ubúdalo aj záujemcov a tak **„šťastlivý víťaz“** dostal vylicitovanú zákazku za 1.200,- € !!!. Nebol to však revízny technik, ale miestny podnikateľ, ktorý si potom za 700,- € dohodol s revíznym technikom vykonanie tejto zákazky a to podľa požiadaviek zadávateľa do jedného mesiaca. Poviete si 700,- € za mesiac, to je slušný zárobok, čo však na to kompetentní pracovníci z IP? Akcia prebehla aj cez miestne médiá. Na čo sa čaká? Až niekoho zabije alebo až niečo zhorí ???.

Druhý príklad z praxe: Investor sa dohodol s dodávateľom na výstavbe niekoľkých desiatok rodinných domov. Dodávateľ vyhlásil súťaž na vyhotovenie elektrickej inštalácie do týchto domov. Prihlásilo sa veľké množstvo záujemcov. Dalo sa teda vyberať. Samozrejme, že vybratá bola firma, ktorá poskytla najnižšiu cenu. A tak firma, ktorá **„skladá počítače“** sa pustila do práce na vyhotovení elektrickej inštalácie a bleskozvodov... . Ako to dopadlo? Tak, že právnici majú z toho najväčší osoh. Kde zostala otázka referencií? Niekedy sa seba pýtam? Je to vôbec možné, to čo sa dnes deje na Slovensku?

Častým javom je aj skutočnosť, že spoločnosť, zamestnávala roky vlastných revíznych technikov, ktorí vykonávali pravidelné OPaOS/revízie elektrických inštalácií/zariadení. Manažér spoločnosti prišiel k **„nápadu“**, že z hľadiska ekonomického a hlavne bez zodpovednosti je týchto revíznych technikov prepustiť a vykonávať OPaOS/revízie elektrických inštalácií/zariadení dodávateľským spôsobom. A tak je následne pre potreby revízií vybratá firma, ktorá takéto činnosti vykoná za najnižšiu cenu. Keďže takáto firma je obyčajne z ďaleka a aby pri odpájaní elektrického obvodu nespôsobila viac škody ako úžitku, tak fyzicky revízie elektrických inštalácií/zariadení nevykonáva, ale len **odpisuje staré revízne správy**... . Pýtam sa znova dokedy? V prípade havárie a následného smrteľného úrazu je treba si položiť otázku „čo sa vlastne ušetrilo?“

Ako súdny znalec sa často stretávam s **„revíznymi správami“**, ktoré sú neúplné, nie je možné z nich ani zistiť, čo bolo predmetom OPaOS/revízie? Ochranné opatrenia podľa STN 33 2000-4-41: 2007 sú neuvedené, nezodpovedajú článkom v STN a podobne. Namerané hodnoty uvedené v správach o OPaOS/revíziách nezodpovedajú skutočnosti a sú nedôveryhodné. Revízni technici používajú nevyhovujúce meracie prístroje bez kalibrácie, alebo si zakúpili nové meracie prístroje (multifunkčné meracie prístroje – spolupracujúce s výpočtovou technikou), ale ich neovládajú, nevedia stanoviť správny postup merania a použiť meraciu metódu. Namerané hodnoty a celkové výsledky sú potom nereálne.

Veľmi častým javom je, že revízny technik pri vykonávaní OPaOS/revízii elektrických inštalácií len otvorí hlavný rozvádzač a vykoná merania izolačných odporov, impedancií vypínacích obvodov, prípadne

prechodových odporov a revízia je hotová. Meranie na koncových častiach zásuvkových, technologických a svetelných obvodoch v jednotlivých miestnostiach už nevykonáva. Takáto OPaOS/revízia nemôže zodpovedať technickým a bezpečnostným predpisom a STN a nie je možno ju akceptovať. Najväčšia bezpečnosť z hľadiska práce a obsluhy je nutná hlavne na koncových častiach elektrických inštalácií. Elektrická bezpečnosť v poňatí súčasne platných technických noriem je schopnosť elektrického zariadenia neohrozovať ľudské zdravie, úžitkové zvieratá, majetok a okolité prostredie pri stanovených podmienkach prevádzky elektrickým napätím alebo elektrickým prúdom alebo javmi vyvolanými účinkami elektrickej energie. Myslím, že nebude na škodu si zopakovať si terminológiu v tejto oblasti.

Revízia (verification)
Zahŕňa všetky opatrenia, ktorými sa kontroluje súlad kompletnej elektrickej inštalácie s normami súboru STN 33 2000, ktoré sú harmonizačnými dokumentmi HD 384 (elektrické inštalácie budov) európskej komisie pre normalizáciu v elektrotechnike CENELEC. Revízia zahŕňa prehliadku a skúšanie. Slovo **„revízia“** je vo význame preskúmavanie a preverovanie určitej činnosti, v našom prípade o overovanie stavu elektrických zariadení z hľadiska ich bezpečnosti.

Prehliadka (inspection)
Predstavuje kontrolu elektrickej inštalácie použitím všetkých zmyslov potrebných na zistenie správnosti výberu a zhotovenia elektrickej inštalácie.

Skúšanie (testing)
Predstavuje realizáciu opatrení v elektrickej inštalácii, ktoré preukážu jej spôsobilosť. To zahŕňa zisťovanie hodnôt, ktoré sa nedajú zistiť prehliadkou, ale vhodnými meracími prístrojmi. Teda pod skúšaním sa rozumie nielen preskúšanie niektorých ochranných opatrení, ale predovšetkým **merania,** ktorými sa určité hodnoty overujú**.**

A) PODKLADY K VYKONÁVANIU VÝCHODISKOVEJ (PRVEJ) OPaOS/REVÍZII:

- Technická dokumentácia (projektová dokumentácia – elektro časť) elektrickej inštalácie zodpovedajúca skutočnému vyhotoveniu;
- Protokol o určení vonkajších vplyvov podľa STN 33 2000-5-51: 2010;
- Vyhlásenie o zhode na elektrické výrobky použité v elektrickej inštalácii (rozvádzače, svietidlá, konvektory, ventilátory, stroje a pod.);
- Protokoly o kusových skúškach od výrobcov rozvádzačov;
- Osvedčenia, atesty, certifikáty od elektrických výrobkov použitých v elektrickej inštalácii, hlavne keď ide o nové prvky;
- Záznamy o kontrolách, skúškach a meraniach vykonaných na elektrickom zariadení pred jeho uvedením do prevádzky;
- Protokoly o meraní izolačných stavov káblov po ich položení;
- Pri VTZ (vyhradených technických zariadeniach) elektrických skupiny A osvedčenú technickú dokumentáciu OPO (oprávnenou právnickou osobou);

B) PODKLADY K VYKONÁVANIU PERIODICKEJ OPaOS/REVÍZII:

Okrem uvedených dokladov potrebných pred východiskovou OPaOS/revíziou, musí byť predložená ďalšia dokumentácia:

- Správa o predchádzajúcej OPaOS/revízii;
- Záznamy o kontrolách, skúškach a meraniach vykonávaných na elektrickom zariadení počas jeho prevádzky;
- Záznamy s výsledkami vykonaných kontrol podľa plánu preventívnej údržby elektrického zariadenia;
- Doklady a zápisy z kontrolnej a dozornej činnosti IP, Požiarnej inšpekcie, a pod.;
- Doklady o odbornej spôsobilosti pracovníkov vykonávajúcich obsluhu a údržbu elektrických zariadení;
- Miestne prevádzkové predpisy.

PRAKTICKÉ POSTUPY PRI VYKONÁVANÍ OP A OS/REVÍZIÍ ELEKTRICKÉHO ZARIADENIA

1. Prehliadka

- musí predchádzať skúšaniu. Obyčajne sa vykonáva vizuálne, ak je celá inštalácia ešte bez napätia. Účelom prehliadky je potvrdenie toho, že elektrické zariadenia, ktoré sú časťou pevnej inštalácie:
  - sú v súlade s bezpečnostnými požiadavkami príslušných noriem na zariadenia. Možno sa o tom presvedčiť preverením označenia, certifikačného osvedčenia, dokladu ES vyhlásenia o zhode, protokolu o kusových skúškach rozvádzača a pod.,
  - sú správne vybraté a inštalované podľa súboru STN 33 2000 a pokynov výrobcov,
  - nie sú viditeľne poškodené, tak, aby to mohlo ohroziť bezpečnosť.

- musí zahŕňať, ak je to opodstatnené, aspoň kontrolu:
  - spôsobu ochrany pred zásahom elektrickým prúdom, vrátane merania vzdialeností vzhľadom napríklad na ochranu zábranami a krytmi, prekážkami alebo umiestnením mimo dosahu,
  - použitia požiarnych stien alebo iných opatrení proti šíreniu požiaru a ochrany pred účinkami tepla. Za vyhotovenie protipožiarnych stien a ostatných opatrení proti šíreniu požiaru zodpovedá dodávateľská firma. Osoba vykonávajúca OPaOS/revíziu upozorní na zjavné nedostatky a rozpory s technickými predpismi, ktoré v tomto ohľade môže z hľadiska svojej odbornej spôsobilosti zistiť,
  - výber vodičov podľa prúdovej zaťažiteľnosti a úbytku napätia,
  - Vhodnosť výberu ochranných opatrení v zmysle STN 33 2000-4-41: 2007,
  - voľba a nastavenia ochranných prístrojov a monitorovacích zariadení.
  - použitie vhodných prístrojov na bezpečné odpojenie a spínanie a ich správne umiestnenia,
  - výberu zariadení a ochranných opatrení vzhľadom na vonkajšie vplyvy. Výber vodičov vrátane ich materiálu, inštalácie a prierezu, ich konštrukcie a nastavenia ochranných prístrojov sa overuje podľa výpočtu projektanta inštalácie v súlade s ustanoveniami príslušných noriem,
  - označenie HUS (ES) a vodičov v nej,
  - označenia neutrálnych a ochranných vodičov,
  - správnosť umiestnenia a zapojenia zvodičov prepätia v rozvádzači,
  - použitia schém a výstražných nápisov alebo iných podobných informácií,
  - označenia obvodov, nadprúdových ochranných prístrojov, spínačov, svoriek atď.,
  - správnosti spojov vodičov. Tu treba skontrolovať, či prostriedky na prichytenie sú dostatočné pre vodiče, ktoré sa musia spojiť, a či spojenie je správne vykonané. V prípade pochybnosti sa odporúča zmerať prechodový odpor spojov. Nameraná hodnota prechodového odporu by nemala byť väčšia ako odpor vodiča, ktorý má dĺžku 1 m a prierez rovnajúci sa najmenšiemu prierezu spojených vodičov,
  - vhodnosti prístupu z hľadiska prevádzky, označení, údržby. Musí sa overiť, či ovládacie zariadenia sú usporiadané tak, že sú ľahko prístupné obsluhe. Zvláštna pozornosť sa venuje prístrojom na núdzové zastavenie a na núdzové vypnutie ako aj prístrojom na vypínanie pre mechanickú údržbu ako aj monitorovacím prístrojom.

2. Skúšanie

Tam, kde je to z hľadiska overenia potrebné, musia sa vykonať skúšky a to prednostne v tomto poradí:

- spojitosť ochranných vodičov a hlavného a doplnkového pospájania
- izolačný odpor elektrickej inštalácie
- ochrana malým napätím SELV alebo PELV alebo elektrické oddelenie pri napájaní jedného alebo viacerých spotrebičov
- odpor podlahy a stien
- samočinné odpojenie napájania pri poruche (poistkou, ističom, prúdovým chráničom)
- skúška polarity
- funkčné skúšky
- úbytok napätia a pod.

V prípade, ak je výsledok niektorej skúšky nevyhovujúci, musí sa po odstránení zisteného nedostatku táto skúška i skúšky predchádzajúce, ktoré mohli byť týmto nedostatkom ovplyvnené **opakovať.** Skúšobné metódy popísané v STN 33 2000-6: 2007 sú doporučené, nevylučuje sa použitie iných metód za predpokladu, že dávajú aspoň rovnako presné výsledky.

Meracie prístroje a zariadenia určené na monitorovanie musia vyhovovať normám súboru STN EN 61557. Ak sa používajú iné meracie prístroje, musia spĺňať aspoň rovnakú úroveň bezpečnosti a spôsobilosti. Kalibrácia je dôležitá súčasť prevádzky meracích prístrojov. Je treba pravidelne si dávať kalibrovať meracie prístroje. Častá je otázka ako často? Prednostne je potrebné dodržiavať odporúčania výrobcu. Dôležité je však kde vykonávame merania. Ak pracujeme v prašnom prostredí na stavbách, je na mieste kontrola meracích prístrojov aj 2x ročne. Takýto prístroj totiž obsahuje vo svojom vnútri veľké množstvo prachu. Vo všeobecnosti sa doba kalibrácie meracích prístrojov pohybuje v rozmedzí 2 až 3 roky. Veľmi často sa v správach o OPaOS/revíziách zabúda na použitú meraciu metódu, ktorú použil revízny technik pri meraní. Je to dôležité pri opakovaných meraniach, aby sa objektívne posúdil stav elektrickej inštalácie, či sa jej stav nezhoršuje. Niektoré meracie metódy sú menej presné, niektoré viac a potom je problematické posúdenie stavu eklektickej inštalácie.

Overenie podmienok ochrany samočinným odpojením napájania pri poruche
Pri sieťach TN sa musí zmerať **impedancia poruchovej slučky**. Nameraná hodnota musí zodpovedať podmienke aby pri poruche medzi **krajným** vodičom a **ochranným** vodičom alebo **neživou časťou** v ktoromkoľvek mieste inštalácie došlo k samočinnému odpojeniu napájania v predpísanom čase. Pritom sa musí brať do úvahy čas odpojenia a hodnota vypínacieho prúdu, ktorý sa určí z A/s charakteristiky konkrétneho ochranného prístroja použitého v danom obvode elektrickej inštalácie.

Musí byť splnená podmienka:

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

Kde: Z_S je impedancia poruchovej slučky zahŕňajúca zdroj, pracovný vodič k miestu poruchy a ochranný vodič medzi miestom poruchy a zdrojom;
I_a je prúd zabezpečujúci samočinné odpojenie ochranným prístrojom v čase stanovenom v tabuľke 41A STN 33 2000-4-41 za podmienok uvedených v čl. 413.1.3.4 alebo v dohodnutom čase neprekračujúcom 5s za podmienok uvedených v čl.413.1.3.5. Pri použití RCD chrániča $I_a = I_{\Delta n}$;
U_0 je efektívna hodnota menovitého striedavého napätia siete proti zemi;

Tab. 1 Menovité napätia a maximálne časy odpojenia pre siete TN – výber z STN 33 2000-4-41

U_0 [V]	Čas odpojenia [s]
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Posudzovanie veľkosti nameranej hodnoty impedancie poruchovej slučky

Pri overovaní ochrany pred zásahom elektrickým prúdom samočinným odpojením napájania zohľadňuje hľadisko **zvýšenia odporu vodičov so zvyšovaním teploty.** Pokiaľ sa meranie impedancie poruchovej slučky vykonáva malým prúdom pri izbovej teplote, považujú sa požiadavky na hodnotu impedancie poruchovej slučky za splnené, ak nameraná hodnota impedancie slučky vyhovuje tejto nerovnosti:

$$Z_S(m) \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a} \qquad \Omega$$

Kde: $Z_S(m)$ je nameraná hodnota impedancie slučky (krajný vodič – uzemnený neutrálny vodič) v Ω;
I_a je prúd, ktorý spôsobí samočinnú činnosť ochranného prístroja v čase určenom v tab. 41A STN 33 2000-4-41 (0,4 s pre U_0 = 230 , alebo 5 s pre hlavné stúpajúce vedenie);
U_0 je napätie medzi krajným vodičom a uzemneným neutrálnym vodičom vo V;

V prípade, ak nameraná hodnota impedancie poruchovej slučky prekročí hodnotu 2 U_0/3 I_a , potom je možno posúdiť hodnotu impedancie omnoho presnejšie ako podľa článku 413.1.3 uvedenom v STN 33 2000-4-41: 2007 podľa tohto postupu:

- najprv sa odmeria impedancia slučky krajný vodič – uzemnený neutrálny vodič na začiatku inštalácie (v rozvádzači),
- následne sa odmerajú odpory krajného vodiča a ochranného vodiča hlavného napájacieho obvodu (napájacích obvodov),

- ďalej sa zmerajú odpory krajného a ochranného vodiča koncového obvodu,
- hodnoty týchto odporov sa zvýšia so zvýšením teploty, ak sa v prípade poruchových prúdov zoberie do úvahy energia, ktorú prepustí ochranný prístroj,
- nakoniec sa tieto zvýšené hodnoty odporov pripočítajú k impedancii slučky krajný vodič – uzemnený neutrálny vodič ma začiatku inštalácie a tak sa zistí reálna (skutočná) hodnota impedancie slučky Z_S pri podmienkach poruchy.

Ako teda posudzovať impedanciu poruchovej slučky v praxi?

Pokiaľ bude predradeným ochranným prístrojom zaisťujúcim samočinné odpojenie napájania **istič**, stačí za všetkých okolností, ak je impedancia poruchovej slučky 80% z podielu U_0/I_a.

Vychádza sa z predpokladu, že istič pri poruche vypína prakticky okamžite a preto sa vodič nad maximálnu prevádzkovú teplotu (ktorú predpokladáme pri PVC izolácii 70 °C) skratovým prúdom nezahreje. To znamená, že odpor sa pri tejto teplote oproti 20 °C pre ktorú sa udáva rezistivita vodičov a pri ktorej predpokladáme vykonávanie merania (izbová teplota), zvýši o 0,4% x (70 – 20) = 20%, takže by sa mala namerať hodnota impedancie poruchovej slučky menšia než U_0/I_a: 1,2 = 83,33 % (U_0/I_a), takže tých 80 % je brané ešte s určitou rezervou.

Inak je možno počítať ešte s tým, že pri ochrane proti nadprúdom k žiadnemu vedeniu nie je priradené istenie presne na menovitý prúd vodičov a káblov. Vždy existuje nejaká rezerva do plusu, takže teplota vedenia môže byť v normálnej prevádzke do 50 °C pričom je rezistivita len o 12 % väčšia ako pri 20 °C, takže potom stačí ak je nameraná hodnota impedancie poruchovej slučky menšia ako (U_0/I_a): 1,12 = 89 % (U_0/I_a).

Pokiaľ bude predradeným ochranným prístrojom zaisťujúcim samočinné odpojenie napájania **poistka,** je táto situácia obdobná. Na základe súčtu impedancií jednotlivých častí obvodu sa vypočíta celková impedancia poruchovej slučky za studeného stavu (20°C). Táto sa zvýši s ohľadom na predpokladanú prevádzkovú teplotu (Z_{SP}). Podiel U_0/Z_{SP} nám dá jednofázový skratový prúd I_{1K}.

Pre tento skratový prúd zistíme z A/s charakteristiky poistky čas odpojenia t_0. Energia vyvinutá týmto prúdom na 1 m vodiča je:

$$I_{1K}{}^{2} \times \frac{\rho}{S} \times t_0$$

Ak podelíme túto energiu tepelnou kapacitou 1 m vodiča, získame oteplenie vodiča. Oteplenie pripočítame k normálnej prevádzkovej teplote a získame konečnú teplotu pri odpojení skratu a pre ňu potom vypočítame celkové zvýšenie odporu/impedancie) chráneného obvodu. Pre toto zvýšenie odporu potom nakoniec prepočítame tú impedanciu slučky obvodu chráneného poistkou obdobne ako pre ističe.

Ak sa pri meraní impedancie poruchovej slučky zistí príliš vysoká hodnota, je zrejmé, že ide o nejakú poruchu. Tu je možno pri meraní vnútorného odporu siete, keď sa meria vlastne tá istá hodnota, akú by mala mať impedanciu slučky (pri rovnakej dĺžke a priereze vodičov) získať hodnotu, s ktorou je možno impedanciu slučky porovnať. Aby sme si vedeli rýchlo v praxi predstaviť, aké hodnoty by sme mali namerať, sú tieto hodnoty v tabuľke 2. Hodnoty odporov medených a hliníkových vodičov sú od prierezu 1 mm^2 do 240 mm^2. Hodnoty uvedené v tabuľke vychádzajú z hodnoty rezistivity pre Cu 0,018 Ωmm^2/m, pre Al 0,028 Ωmm^2/m pri teplote 20 °C.

Tab. 2 Hodnoty odporov Cu, Al vodičov podľa prierezu - výber

Prierez vodiča mm^2	**Odpor vodiča dĺžky 100m [Ω]**		**Prierez vodiča [mm^2]**	**Odpor vodiča dĺžky 100m [Ω]**	
	Cu	**Al**		**Cu**	**Al**
1,5	1,200	1,867	50	0,036	0,056
2,5	0,720	1,120	70	0,026	0,040
4	0,450	0,700	95	0,019	0,029
6	0,300	0,467	120	0,015	0,023
10	0,180	0,280	150	0,012	0,019
16	0,113	0,175	185	0,010	0,015
25	0,072	0,112	240	0,008	0,012
35	0,051	0,080	300	0,006	0,009

Pri približnom odhade impedancie slučky z údajov uvedených v tab. 2 je treba spočítať odpor krajného aj ochranného vodiča. Do prierezu 16 mm^2 sa počíta s dvojnásobkom hodnoty uvedenej v tab. 2 násobené pomerom dĺžky obvodu v metroch delené číslom sto.

Ak je napríklad dĺžka obvodu tvoreného káblom s vodičmi 2,5 mm^2 20 m, potom jeho impedancia bude 0,720 x 2 x 20/100 = 0,288 Ω.

Pre väčšie prierezy, keď vodiče ochranné a neutrálne, resp. vodiče PEN majú iný prierez (menší), než vodiče krajné. Pre zistenie impedancie príslušnej slučky je teda treba spočítať odpor krajného vodiča a odpor ochranného alebo neutrálneho alebo PEN vodiča (podľa toho o akú slučku nám ide).

Ak je napríklad dĺžka obvodu tvoreného káblom 60 m Al s vodičmi 240 mm^2 je prierez vodiča PEN 120 mm^2. Potom jeho impedancia bude (0,008 + 0,015) x 60/100 = 0, 0138 Ω.

Pokiaľ nameraná hodnota impedancie poruchovej slučky nespĺňa stanovené podmienky, musí byť vykonané doplnkové pospájanie, ktorého účinnosť sa kontroluje.

Od merania impedancie poruchovej slučky možno upustiť, pokiaľ je možno vykonať alebo už je vykonaný výpočet impedancie poruchovej slučky alebo odporu ochranných vodičov a to za predpokladu, že usporiadanie elektrickej inštalácie umožňuje overenie dĺžky a prierezu vodičov. V takomto prípade je však nutné overiť **spojitosť ochranných vodičov.** Pri tomto sa overuje aj vhodnosť použitého ochranného prístroja, ktorý má samostatne samočinné odpojenie napájania zaistiť. Prakticky sa vykonáva **kontrolou** nastavenia menovitého prúdu pri ističoch a zistením menovitého prúdu poistiek a tiež prehliadkou a skúškou prúdových chráničov.

Účinnosť ochrany pred zásahom elektrickým prúdom samočinným odpojením napájania prúdovým chráničom sa musí overiť vytvorením **postupne narastajúceho rozdielového prúdu** až do veľkosti $I_{\Delta n}$ pomocou vhodného meracieho prístroja.

Požiadavky na funkčné skúšky
Overuje sa skúškou, či jednopólové spínacie prístroje sú zapojené len v krajnom vodiči, pokiaľ zapojenie týchto prístrojov je zakázané do neutrálneho vodiča. Pri funkčných skúškach sa kontrolujú hlavne **rozvádzače** na spínanie, riadenie, ovládanie a blokovanie, aby sa preukázalo, či sú riadne zmontované, upevnené a inštalované. Ochranné prístroje sa musia podrobiť funkčnej skúške, ak je potrebné, aby sa skontrolovalo, či sú správne nainštalované a nastavené.
Funkčnými skúškami sa overuje funkčnosť tých prístrojov, ktoré súvisia s prevádzkou inštalácie a to predovšetkým funkčnosť a účinnosť bezpečnostných zariadení inštalácie:

- zariadenie pre núdzové vypnutie a núdzové zastavenie,
- blokovacie opatrenia,
- funkčná schopnosť hlásičov, chráničov, ukazovateľov stavu a pod. Napríklad skúšobným tlačidlom sa overuje funkčnosť prúdových chráničov a strážcov izolácie, vykonáva sa overenie tiež, že sa objaví spätné hlásenie pri diaľkovom ovládaní spínačov a svetelných návestí.

Niektoré z týchto uvedených skúšok spadajú mimo rámec overovania bezpečnosti v zmysle STN 33 1500 a preto sa podľa dôležitosti bezpečnostných zariadení k nim prizývajú ďalší profesní odborníci.

Čo má obsahovať správa o vykonanej OPaOS/revízii z pohľadu súčasných predpisov - zásady:
Vyhláška č.508/2009 Z. z. v §16 ods.2 predpisuje, čo má obsahovať správa o OPaOS.

Prvá strana správy o OPaOS:

- Správa o OPaOS/revízii podľa §9 Vyhlášky MPSVaR SR č. 508/2009 Z. z. STN 33 2000-6: 2007 a STN 33 1500: 1990;
- Druh OPaOS/revízie (východisková, periodická);
- Názov a sídlo prevádzkovateľa s označením prevádzky a jej miesta v ktorej bola OPaOS vykonaná;
- Dátum začatia OPaOS/revízie;
- Dátum ukončenia OPaOS/revízie;
- Dátum vypracovania OPaOS/revízie;
- Dátum odovzdania OPaOS/revízie;

- Meno a priezvisko a podpis revízneho technika, ktorý vykonal OPaOS/revízie; evidenčné číslo jeho osvedčenia a číslo oprávnenia, pokiaľ OPaOS/revízie vykonal zamestnávateľ;
- Jednoznačné označenie, druh a technické parametre kontrolovaného VTZ;
- Údaje o vykonanom meraní a vyskúšaní VTZ vrátane výrobného čísla;
- Zaradenie elektrického zariadenia do skupiny VTZE podľa vyhláška č. 508/2009 Z. z., zdroj elektrického prúdu, druh rozvodnej napäťovej siete;
- Ochranné opatrenia pred zásahom elektrickým prúdom v zmysle STN 33 2000-4-41: 2007 (základná ochrana, ochrana pri poruche);
- Počet inštalovaných (len u prvej OPaOS)/revízie neblokovaných spotrebičov (svietidlá, motory a iné) a počet blokovaných elektrických spotrebičov (konvektory, elektrické kotle, akumulačné výhrevné spotrebiče (bojlery) a ich počet a príkon;
- Použité meracie prístroje pri meraní a ich identifikačné číslo (výrobné, inventárne), prípadne rok ich kalibrácie;
- **Celkový posudok (rezultát/rozhodnutie);** Jednoznačné konštatovanie;
- Počet strán správy OPaOS/revízie, počet vyhotovení, počet príloh a rozdeľovník;
- Podpis revízneho technika a zástupcu prevádzkovateľa;

Obsah OPaOS/revízie na ďalších stranách:

- Úvod
- Technický popis
- Meranie a skúšanie (použité metódy merania)
- Prehliadka elektrického zariadenia spojená s meraním a skúšaním
- Vyhodnotenie prehliadky a merania
- Súpis nedostatkov a rozporov s príslušnými technickými predpismi a normami.
  (pri východiskovej OPaOS/revízie sa nemôžu vyskytovať nedostatky a rozpory s normami)
- Záver

Vytvoriť v súčasnosti dobrú správu o OPaOS/revízie nie je ľahké. Vždy sa nájdu nejaké tie nedostatky, ale snahou revízneho technika musí byť preukázanie bezpečného stavu elektrickej inštalácie/zariadenia, aby táto mohla bezpečne plniť svoj účel.

LITERATÚRA

[1] **Zákon č. 124/2006 Z. z.**, o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov

[2] **Vyhláška č. 508/2009 Z. z.**, ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými, a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia

[3] **STN 33 2000-4-41: 2007** Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom.

[4] **STN 33 2000-6: 2007** Elektrotechnické inštalácie nízkeho napätia. Časť 6: Revízia

[5] **STN 33 1500: 1990** Revízie elektrického zariadenia

SEZ Krompachy a.s.

Hornádska 1, 053 42 Krompachy
tel.: 053 4189 422, 483
fax: 053 4189 340
www.sez-krompachy.sk
e-mail: sez@sez-krompachy.sk

SEZ® KROMPACHY

Výrobný program

Modulárne ističe a príslušenstvo

- 0,5 až 63Amp ,char B,C,D,M,K
- 80-125 Amp, char B,C, D, vypínacia schopnosť 15kA
- široký rozsah príslušenstva: n-pól, pomocné a signálne kontakty, vypínacie a podpäťové spúšte, prevlečné kryty, štítky, uzamykanie páčky

NOVINKA

Prúdové chrániče

- typy PFB a PCHB - 2 a 4 pólové do 100Amp
- typ PFI - kombinovaný s nadprúdovou ochranou, 2 a 4 pólové, B a C char vypínacia schopnosť 10kA,
- špeciálna verzia s oneskorením vybavenia PFI2K

NOVINKA

Stýkače, multifunkčné časové relé, motorové ističe

- modulárne stýkače, priemyselné stýkače
- multifunkčné časové relé, schodiskové spínače
- digitálne spínacie hodiny, výkonové relé
- motorové ističe do 32A

Vačkové, otočné a kompaktné spínače

- vačkové spínače od 6A do 160A, 5 rozmerových veľkostí veľké množstvo mechanických vyhotovení a špeciálne verzie
- otočné spínače 32, 250 a 400A
- 2 nové rady spínačov - 6-10A a 32-40A

NOVINKA

Prístroje VN pre vonkajšiu a vnútornú montáž

- odpínače, úsečníky, odpojovače, poistkové spodky do 38,5kV
- pohony a príslušenstvo

Ostatné služby

- návrh a výroba foriem a nástrojov,
- výroba kovových a plastových dielcov,
- povrchová úprava galvanickým a žiarovým zinkovaním

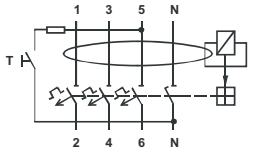
www.sez-krompachy.sk

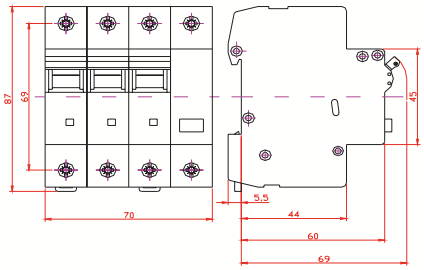
SEZ Krompachy a.s.

Hornádska 1, 053 42 Krompachy
tel.: 053 4189 422, 483
fax: 053 4189 340
www.sez-krompachy.sk
e-mail: sez@sez-krompachy.sk

Prúdové chrániče s nadprúdovou ochranou PFI4

- prístroj je kombináciou prúdového chrániča a ističa pre menovité prúdy 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40A
- používa sa v domových a podobných inštaláciách
- je určený na ochranu:
  - doplnková ochrana pred nebezpečným dotykom živých častí
  - pred nebezpečným dotykom neživých častí
  - pred vznikom požiaru
  - pred preťažením
  - pred skratom (vypínacia schopnosť 10kA)
- rozsah menovitých chybových prúdov $I_{\Delta n}$ je 30, 100, 300 a 500mA
- vypínacie charakteristiky ističa B,C podľa STN EN 61009-1
- možnosť zaplombovania páčky vo vypnutom alebo zapnutom stave
- ukazovateľ stavu, opticky indukujúci prevádzkový stav prístroja(zelený - vypnutý, červený – zapnutý)
- pripojovacie svorky – hlavičkové/strmeňové – rozsah pripojovacích vodičov 1 – 25mm^2
- spôsob pripojenia ľubovoľný
- možnosť dodatočnej montáže pomocných kontaktov
- prístroj je kompatibilný s rozmermi ističov PR 60, PRe 60, PRe 40 a prúdových chráničov PFI2, PFB2 a PFB4





Technické údaje			
Norma			STN EN 61009-1
Počet pólov			4
Menovitý prúd	I_n	A	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40
Vypínacie charakteristiky			B, C
Menovité napätie	U_n	V	400
Menovitá frekvencia		Hz	50
Menovitý rozdielový prúd	$I_{\Delta n}$	mA	30, 100, 300, 500
Typ rozdielového prúdu	typ A		na AC a pulzujúci DC rozdielový prúd
Vypínacia charakteristika			bez oneskorenia vybavenia
Vypínacia schopnosť	I_{cn}	kA	10
Trieda selektivity chrániča			3
Elektrická trvanlivosť			4000 spínacích cyklov
Mechanická trvanlivosť			10000 spínacích cyklov
Pripojovacie svorky			hlavičkové/strmeňové
Prierez pripojovacích		mm^2	1 - 25
Upevnenie			na lištu DIN 35x7,5 EN 60715
Krytie			IP 20, IP 40 z čela prístroja
Teplota okolia		°C	- 25 až +40
Schválené			podľa typového štítku
Príslušenstvo			pomocné a signálne kontakty

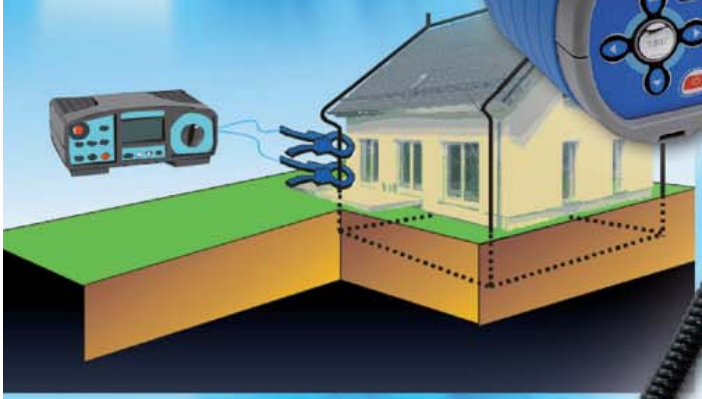
ILLKO s.r.o.

DODAVATEL MĚŘICÍ TECHNIKY
PRO REVIZE ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

VÝROBA • PRODEJ • KALIBRACE • SERVIS

Revize a kontroly elektrických spotřebičů – měřicí přístroje, software

- Spotřebiče a ruční nářadí
- Elektrická zařízení strojů
- Svařovací zařízení
- Zdravotnické přístroje



Univerzální přístroje pro revize elektrických zařízení

Parametry el. instalací •
Měření uzemnění •
Měření osvětlení •

Jednoúčelové a speciální přístroje

- Izolace
- Impedance smyčky
- Proudové chrániče
- Měření uzemnění
- Přepěťové ochrany
- Multimetry
- Klešťové ampérmetry
- Zkoušečky

ILLKO, s.r.o., Masarykova 2226, 678 01 Blansko
tel./fax: +420 516 417 355, e-mail: illko@illko.cz

www.illko.cz

NEŽIADUCE ZVYŠOVANIE TEPLOTY V ELEKTRICKEJ INŠTALÁCII

Mgr. Martin HERMAN
revízny technik + projektant elektro, technik PO, BOZP, akreditovaný člen ILPC Neumarkt (DEHN), člen TK 84 SUTN, TRIPOS SLOVAKIA s.r.o., Zlaté Moravce

ÚVOD

Elektrické inštalácie (pevné a dočasné rozvody k elektrickým zariadeniam), ktoré sa realizujú na/do rôznych podkladov (horľavých, nehorľavých materiálov a pod.), vyžadujú zvýšenú pozornosť z hľadiska predvídania možného nežiadúceho zvyšovania teploty povrchu káblov, z dôvodu preťaženia nadprúdom/skratom a pod. Požiadavka na povrchovú teplotu, ktorá sa môže nedovolene zvýšiť na povrchu káblov, vodičov, resp. elektrických zariadení má veľký význam v elektrotechnickej i požiarnej bezpečnosti a je súčasťou prevencie všeobecnej bezpečnosti. Pred vykonávaním montážnych prác je potrebné zodpovedne zvážiť všetky aspekty týchto elektrotechnických prác, t.j. od prípravy, výberu vhodných elektrotechnických materiálov, najmä u káblov, resp. vodičov (dĺžku, prierez, uloženie, predpokladané zaťaženie a správne istenie) s následným vykonaním montážnych prác. Úvodnou požiadavkou je vypracovanie projektovej dokumentácie, ktorá je predpokladom pre realizáciu elektroinštaláciu stavebného objektu s minimalizovaním možného rizika vzniku požiaru, kde iniciátor by boli nežiadúce prehriatia povrchu káblov, alebo vodičov. Ak nie je kvalitný projekt elektrickej inštalácie z hľadiska bezpečnostných opatrení a následne realizovaná vlastná montáž môže to v praxi znamenať veľké riziko vzniku požiaru.

1. NEŽIADÚCE OTEPLENIE POVRCHU KÁBLOV, ZVYŠUJE RIZIKO VZNIKU POŽIARU

Z hľadiska všeobecného je možné požiarnu bezpečnosť chápať ako neoddeliteľnú súčasť bezpečnosti stavby, ktorá v sebe zahŕňa veľmi silnú vzájomnú väzbu **elektrotechnickej** a **požiarnej** bezpečnosti. Bezpečnosť v elektrotechnike sa nezaobíde bez stopercentného stavu elektrickej inštalácie pri súčasnom rešpektovaní protipožiarnych opatrení stavby, čo v praxi vyžaduje bohaté vedomosti a skúsenosti u všetkých elektrotechnikov. Na konci reťazca je vždy revízny technik, ktorý sa dnes už nezaobíde bez základných vedomostí z problematiky požiarnej prevencie, t.j. mal by poznať princípy horenia, fyzikálno-chemické vlastnosti horľavých látok, prachov, plynných atmosfér, ako aj horľavých kvapalín, jednotlivé charakteristiky prostredí, resp. požiarne i elektrotechnické riziká a pod.

Problematika vzniku požiarov je úzko prepojená s uložením elektrotechnickej inštalácie na stavebných konštrukciách a zloženia od stavebných materiálov, v závislosti reakcie na oheň, ich požiarnej odolnosti a šírenia ohňa. V tejto špecifickej problematike je najväčšia neznalosť revíznych technikov, ktorí elektrotechnické dielo posudzujú a vystavujú záverečné hodnotenie či elektrická inštalácia je schopná (alebo nie je schopná) bezpečnej prevádzky. V súčasnosti ak revízny technik nie je aj požiarnym technikom, tak nie je schopný odborne posúdiť a vyhodnotiť všetky odborné stanoviská z hľadiska požiarnej bezpečnosti a preto je potrebné, aby spolupracoval aj s požiarnym technikom. Potom výsledok OPaOS/revízie elektrickej inštalácie/zariadenia zodpovedá kvalitným záverom.

Podľa platných európskych noriem, ktoré sú plne aplikované i v našom normalizačnom systéme v príslušných technických normách STN EN…, resp. STN…, v oblasti protipožiarnej prevencie, ako aj vzájomnej väzby - požiarna a elektrotechnická bezpečnosť. Technicky je nepredstaviteľné použitie stavebných a konštrukčných materiálov, ktoré by neboli presne zatriedené z hľadiska požiarnej odolnosti, ako aj reakcie na oheň, samozrejme so znalosťou ich indexu šírenia plameňa – **„is“**, na ktoré alebo do ktorých sa spravidla ukladá elektrická inštalácia (káble, spojovacie škatule, škatule pod/nad omietku a iné). Dnes už nepostačuje mať zvládnutú problematiku stavebných i konštrukčných materiálov z hľadiska požiarnej odolnosti, ale dôležitá je protipožiarna bezpečnosť elektrotechnických materiálov, z hľadiska indexu šírenia plameňa **„is“. I**zolácia káblov musí byť odolná proti šíreniu ohňa po svojom povrchu v súlade s požiadavkou **is = 0 mm/min.**

Najmenej problémov, je tam, kde je uplatnená vzájomná väzba **požiarnej** a **elektrotechnickej bezpečnosti** pri prevádzkovaní elektrických inštalácií v normálnych podmienkach prostredia na základe vedomostí pracovníkov s požadovanou odbornou spôsobilosťou. Zároveň by mala byť splnená aj požiadavka

používania certifikovaných výrobkov. Zložitosť vonkajších vplyvov (podmienky prostredia, využitie, druh stavby a pod.) kladie na elektrickú inštaláciu množstvo požiadaviek z hľadiska legislatívy a technických noriem. Z tohto vyplýva, že každý elektrotechnický projekt musí obsahovať komisionálne určenie vonkajších vplyvov, ktorým bude elektrotechnická inštalácia/zariadenie vystavená pri rešpektovaní vzájomnej zlučiteľnosti použitých prvkov v rôznych zariadení (nemusí vždy ísť len o elektrotechnické prvky). **„Protokol o určení vonkajších vplyvov“** tvorí neoddeliteľnú súčasť sprievodnej technickej dokumentácie projektu. Uvedené protokoly v projektoch veľakrát chýbajú, alebo sú nekvalitne/neodborne vypracované pracovníkom, ktorý nemá na takúto činnosť odbornú spôsobilosť, alebo, že „niekto“ supluje komisiu, ktorá mala takýto posudok/protokol vypracovať. **Je nesprávne ak si revízny technik určí sám náhradným spôsobom vonkajšie vplyvy, aby mohol vôbec vykonať revíziu.** Takýto postup je neštandardný, ktorý legislatíva a technická norma, nepozná. Z hľadiska právneho je nepravdepodobné, že by sa takýto postup dal obhájiť. Podcenenie vonkajších vplyvov možno označiť za kritické najmä v priestoroch s nebezpečím požiaru, alebo výbuchu. Štatistické údaje by mali byť dôrazným varovaním o riziku, ktoré takto vzniká. K problematike požiarov iniciovaných elektrotechnickým podnetom (iniciácia elektrickou iskrou, oblúkom, prehriatím a pod.) z minulých rokov nevyzerá priaznivo. Vychádzajúc zo štatistík a hodnotení z rokov 1999-2000, kde príčinou vzniku požiaru boli poruchy elektrických inštalácií/zariadení. V roku 1999 vzniklo 65-70% požiarov a v roku 2000 až 72% požiarov na území Slovenskej republiky (tab. 1).

Tab. 1 Prehľad príčin vzniku požiaru rok 1999

Príčina vzniku požiaru	Počet požiarov	Výška škody v Sk.-
Elektrický skrat	625	43,5 mil.
Prechodový odpor	165	29,3 mil.
Elektrické preťaženie	37	3,9 mil.
Atmosférická elektrina na chránených objektoch	13	30,4 mil.
Atmosférická elektrina na nechránených objektoch	29	3,2 mil.
Spolu	**869**	**110,3 mil.**

Tab. 2 Prehľad požiarov resp. úrazov v domácnostiach SR rok 2007

Príčina (zdroj požiaru alebo úrazu)	Počet požiarov	Škoda v Sk	Počet zranených
Tepelný spotrebič - varenie	255	3 847 700.-	13
Žehlička (manipulácia)	9	192 500.-	1
Konštrukcie (chyba materiálu)	7	97 400.-	0
Opotrebenie materiálu	27	3 093 000.-	0
Porušenie tesnosti spoja	93	7 713 200.-	0
Cudzí predmet v stroji	14	16 160 000.-	0
Prerušenie uzemnenia	1	nevyčíslená	0
Zvýšené trenie	75	5 308 700.-	1
Prehriatie (zvýšená teplota)	58	3 837 700.-	3
Elektrický skrat	540	86 941 500.-	15
Zvýšený elektrický odpor (Rp)	132	18 932 800.-	10
Preťaženie (zvýšený el. prúd)	19	495 500.-	1
Spolu (len elektrina)	**1013**	**114,25 mil.**	**43**

Celkom (všetky požiare spôsobené elektrickými zariadeniami za 10 rokov): **8 579**
Priemerný počet požiarov za 1 rok: **858**

Zhodnotenie situácie: Vznik požiarov od elektrických zariadení bolo v rozpätí 42-47 % z celkového počtu požiarov, tieto čísla sú nižšie oproti rokom 1999-2000, cca o 25% (je to stále veľa). Porovnanie so vznikom požiarov v ČR za roky 2010-2011 (tab. 3).

Tab. 3 Informatívny prehľad požiarov, resp. úrazov od EZ v rokoch 2002-2011 (10 rokov) v SR

Rok	Porucha na zvode a uzemnení	Elektrický skrat	Zvýšený prechodový odpor	Preťaženie elektrickým prúdom	Poznámka (smrteľný úraz)
2002	2	657	193	22	3
2003	3	688	193	24	1
2004	3	603	173	18	0
2005	2	605	167	17	1
2006	5	692	188	25	6
2007	2	716	182	26	4
2008		713	173	28	7
2009		733	154	31	2
2010		577	162	24	0
2011	2	559	159	18	2
Spolu	**19**	**6583**	**1744**	**233**	**26**

Tab. 3 Vznik požiarov v rokoch 2010-2011 v ČR

Rok	Počet požiarov	Škoda (v mil. Kč)	Usmrtené osoby	Zranené osoby
2010	9 263	923,0	58	510
2011	12 259	1 249,6	64	598

Tab. 4 Počet požiarov podľa najčastejších príčin (všetkých)

Príčina	2010	2011	Poznámka
Úmyselné zapálenie	743	927	nárast
Hra detí s ohňom	121	131	mierny nárast
Nedbalosť dospelých	1363	1462	mierny nárast
Závady /chyby komínov	172	186	mierny nárast
Závady/chyby vyhrievacích telies	100	71	pokles
Technické chyby (okrem komínov a vyhrievacích telies)	1351	1379	mierny nárast
Samovznietenie	34	46	nárast
Výbuchy	8	10	nárast
Blesky (atmosférický výboj)	**15**	**34**	**nárast**
Dopravné nehody	54	62	nárast
Nedošetrené požiare	4871	7328	veľký nárast
Ostatné príčiny (nešpecifikované)	19	15	pokles
Neobjasnené, alebo v šetrení	412	608	nárast
Celkom	**9 263**	**12 259**	**nárast**

Poznámka: *Materiály boli publikované v odbornom časopise ELEKTRO č. 4/2012. JUDr. URBAN, Z.: Elektrická zařízení z hlediska požární bezpečnosti.*

Pre porovnanie je možné uviesť požiarovosť od elektrických zariadení **v Nemecku** za roky 2010 – 2011: Výrazný pokles zaznamenali štatistické úrady, číslo požiarovosti sa pohybuje **pod 10%** z celkového počtu požiarov, t.j. od elektrických podnetov (iskra, oblúk, prehriatie a pod.), resp. atmosférického výboja/blesku.

Príklad z praxe znalca: Požiar od prehriatych elektrických vodičov v kompenzačnom rozvádzači:

V jednom z novopostavených zahraničných supermarketov na západnom Slovensku krátko pred polnocou signalizovala súkromnej bezpečnostnej službe jednotka EPS požiar v rozvodni NN, ktorá bola v prevádzke len niekoľko dní. Nastali zmätky a bola privolaná požiarna jednotka, miestnosť rozvodne bola silno zadymená a viditeľnosť takmer žiadna. Bol vykonaný neodkladný hasiaci zásah a priestor, ktorý bol

zadymený bolo potrebné odsať dym a horľavé splodiny. Poškodenie rozvodne NN bolo značné, škoda prevyšovala hodnotu 33 000.- €.

Čo sa vlastne stalo?

Elektrotechnická montážna firma zrealizovala výrobu a montáž rozvodného elektrického zariadenia NN na základe vypracovanej projektovej dokumentácie. Vo svojej prevádzke si zhotovila hlavný oceloplechový skriňový rozvádzač s jedenástimi poliami. Dva kompenzačné rozvádzače si objednala ako subdodávku od inej dodávateľskej firmy. Táto si kompenzačné rozvádzače objednala u ďalšej firmy, ktorá ich aj vyrobila. Dodávateľská firma vykonala na obidvoch kompenzačných rozvádzačoch kusovú skúšku (čiastočne typovo skúšaného rozvádzača PTTA) podľa normy STN EN 60439-1 a vypracovala písomný doklad – **„Protokol o kusovej skúške rozvádzača“,** v ktorom uviedla, že skúška oteplenia nebola aplikovaná. Kompenzačné skriňové rozvádzače prebrala montážna firma (ktoré si objednala u subdodávateľa), vykonala ich pripojenie k hlavnému rozvádzaču (bez ďalších meraní, ako napr. meranie teplôt v kompenzačných rozvádzačoch, menovitých prúdov, batérií a pod.)

Počas skúšobnej prevádzky **revízny technik** vykonal **„Východiskovú odbornú prehliadku a skúšku“** na celom bloku rozvádzačov NN a na vývodoch ku kompenzačným rozvádzačom vykonal len merania izolačného stavu prívodných káblov. Ostatné merania a skúšky na obidvoch kompenzačných rozvádzačoch neboli vykonané, nakoľko tieto boli predmetom subdodávky a dodávateľ vydal protokol o kusovej skúške. Zo strany revízneho technika došlo k podceneniu nebezpečenstva, ktoré mohlo vzniknúť z kompenzačných rozvádzačov, v ktorých nebola výrobcom/resp. dodávateľom aplikovaná skúška horením/oteplením. Počas skúšobnej prevádzky na týchto kompenzačných rozvádzačoch, neboli vykonané žiadne ďalšie merania. Takéto podcenenie rizika, t.j. nemerania oteplenia kompenzačných rozvádzačov, bolo jednou z príčin vzniknutia požiaru zväzkovaných vodičov (vo veľkom počte – 38 ks), ktoré boli navyše uložené v plastovom žľabe. Z dôvodu nevyhovujúcich prierezov vodičov došlo k ich vysokému prehriatu vo zväzku a následne k vytvoreniu oblúku (skratu) medzi jednotlivými krajnými vodičmi (L1, L2, L3) s následným požiarom. Došlo k priamemu **„zvareniu“** do uzla (17 krajných vodičov) o priereze CYA 2,5 mm^2. Pre vodič CYA 2,5 mm^2 podľa STN EN 33 2000-5-523 platí, že pri jeho najvyššej dovolenej teplote jadra 70°C pre uloženie „B“ je dovolená max. hodnota pretekajúceho prúdu 24 A. Menovitá hodnota pretekajúceho prúdu vodičmi (38 ks) bola v skutočnosti o 1,4 násobok vyššia, z dôvodu prítomnosti vyšších harmonických (tretia, piata, siedma a pod.), čo sa negatívne ovplyvnilo vznik vysokej teploty zväzkových vodičov (38 ks). V skutočnosti pretekajúce prúdy týmito zväzkovými vodičmi presiahli dovolenú maximálnu hodnotu 24 A a na takéto prúdy nebola elektrická inštalácia rozvádzača dimenzovaná vzhľadom na uloženie vodičov. Pretože počet vodičov vo zväzku bol až 38 ks, ktoré boli navyše stiahnuté zdrhovadlami a uložené v plastovom žľabe, vzhľadom na predpokladané vysoké oteplenie takto uložených vodičov o priereze 2,5 mm^2, nemalo zaťaženie vodičov prekročiť prúdovú hodnotu 6 A. Počas znaleckého šetrenia boli vykonané merania oteplenia v druhom kompenzačnom rozvádzači (tento našťastie nezhorel, pretože nebol ešte v prevádzke) a vo zväzku uložené vodiče dosahovali hodnotu oteplenie na izolácii jednotlivých žíl 140 – 200 °C (za čas merania 3 – 5 min.).

Záverom k tomuto prípadu sa ponúka otázka: Kto asi nesie zodpovednosť za tento požiar v kompenzačnom rozvádzači? Odpoveď znie: Výrobca kompenzačného rozvádzača podľa § 1 Zákona č. 294/1999 Z. z., z ktorého vyplýva: „Výrobca rozvádzača je zodpovedný za škodu spôsobenú jeho vadným výrobkom v plnom rozsahu.“ (Cudzie zavinenie nebolo preukázané a požiar bol monitorovaný zariadením EPS). Tu dochádza k porušeniu platnej legislatívy SR **„§ 194 odst. 1, 3, 4, a § 199 písm. c, Vyhlášky SÚBP č. 59/82 Zb. v znení Vyhlášky 454/90 Zb.“** (elektrické zariadenie kompenzačného rozvádzača nebolo pred uvedením do prevádzky riadne vyskúšané a odborne preverené) napr. oteplenie vodičov, rozvádzača, dovolené zaťaženie vodičov vzhľadom na uloženie vo zväzku, nebolo vyhotovené automatické vetranie rozvádzača pri nedovolenom oteplení a pod. Elektrické zariadenie kompenzačného rozvádzača nebolo vyhotovené tak, aby nedošlo za normálnych pracovných podmienok k nebezpečnému zohriati vodičov a pod.

2. BEZPEČNOSŤ ELEKTRICKÝCH INŠTALÁCIÍ A ZARIADENÍ (v závislosti na vzájomnej väzbe elektrotechnickej a požiarnej bezpečnosti)

STN 33 2000-1: 2009 Elektrické inštalácie nízkeho napätia Časť 1: Základné princípy, stanovenie všeobecných charakteristík, definície, rieši základné princípy elektrotechnickej a požiarnej bezpečnosti: (výber základných princípov);

Výber z STN 33 2000-1

Ochrana pred tepelnými účinkami, znamená, že elektrická inštalácia v budove musí byť usporiadaná tak, aby vplyvom vysokej teploty, alebo elektrického oblúka nevzniklo nebezpečenstvo vznietenia horľavých materiálov. Okrem toho počas normálnej prevádzky elektrického zariadenia, nesmú byť osoby ani hospodárske zvieratá vystavené nebezpečenstvu popálenín.

Ochrana pred nadprúdom, znamená pre osoby a hospodárske zvieratá také zabezpečenie, aby boli chránení pred poranením a majetok sa musí chrániť pred poškodením zvýšenou teplotou (aby nevznikol požiar), alebo elektromechanickými silami spôsobenými akýmikoľvek nadprúdmi, ktoré môžu vzniknúť v pracovných vodičoch.
Táto ochrana sa môže dosiahnuť jednou z týchto metód:

- samočinným odpojením pri výskyte nadprúdu, kde vypnutie musí nastať skôr, ako tento nadprúd dosiahne nebezpečnú hodnotu (zohľadňuje sa čas samočinného odpojenia v závislosti na ampérsekundovej charakteristike príslušného istiaceho prvku);
- obmedzením najvyššieho nadprúdu na bezpečnú hodnou a bezpečný čas trvania;

Ochrana pred poruchovými prúdmi znamená, že vodiče a káble musia byť nadimenzované tak, aby nimi prechádzali povrchové prúdy bez nadmerného zohrievania, alebo iného poškodenia (napr. požiar). Osobitnú pozornosť treba venovať zemným povrchovým prúdom a unikajúcim prúdom.

Ochrana pred prepätím, znamená zabezpečiť osoby, alebo hospodárske zvieratá pred poranením, majetok sa musí chrániť pred škodlivými účinkami vzniknutými poruchou medzi živými časťami obvodov napájaných rozdielnymi napätiami. Prepätia môžu byť dôsledkom atmosférických javov, spínacie prepätia a pod., nebezpečné je najmä atmosferické prepätie, ktoré spravidla vždy spôsobí požiar a usmrtenie človeka, zvieraťa a pod.

Ochrana pred škodlivým pôsobením znamená, že elektrické zariadenie sa musí vyhotoviť tak, aby nepôsobilo škodlivo na iné zariadenia, alebo nezhoršovalo napájanie počas normálnej prevádzky vrátane spínacích operácii. V tejto súvislosti sa za činitele, ktoré môžu mať vplyv, považujú napr.

- **účinník** (fázový posuv medzi napätím a prúdom každej fázy)
- **nárazový prúd**
- **nesymetrické zaťaženie**
- **harmonické** (rozumie sa vyššie harmonické, napr. tretia, piata, siedma , atd., ktoré majú veľmi negatívny dopad na kvalitu el. energie, ale aj zvyšuje riziko požiaru ako nepriamy následok skratových prúdov, oscilačných javov a pod.);

Z ostatných hľadísk bude dôležité akceptovať podmienky prostredia, t.j. komisionálne určenie vonkajších vplyvov prostredí podľa európskych noriem, kde sa zohľadnia všetky súvisiace skutočnosti s ohľadom na elektrotechnickú a požiarnu bezpečnosť (pôsobenie prostredia na el. zariadenie a opačne, resp. dosah použitých konštrukčných a stavebných materiálov na požiarnu bezpečnosť objektu). Sem patrí:

1. STN 33 2000-4-482: 2001 Elektrické inštalácie budov časť 4: Zaistenie bezpečnosti, kapitola 48, výber ochranných opatrení vzhľadom na vonkajšie vplyvy, oddiel 482: Ochrana proti požiaru pri osobitných rizikách alebo nebezpečenstve.

V norme z hľadiska požiarnej bezpečnosti budov je navrhnuté použitie prúdového chrániča s menovitým rozdielovým vypínacím prúdom $I_{\Delta n} \leq$ 300 mA, ktorý **zabezpečí ochranu elektrickej inštalácie pred požiarom**, ak by nastali v inštalačných obvodoch poruchy na izolácií, (napr. skrat voči ochrannému vodiču PE alebo chránenej neživej časti) a dôjde k samočinnému vypnutiu časti elektrickej inštalácie v čase

do 0,2 sekundy. **Teplota povrchu napr. svietidiel je obmedzená za normálnej prevádzky na 90 °C (max.) a pri poruche na 115 °C (max.),** v priestoroch, v ktorých môže byť nebezpečenstvo požiaru v dôsledku prachu alebo vlákien, ktoré sú usadené na povrchu elektrického prvku (svietidla a pod.) Vzdialenosť bodových svietidiel resp. svetlometov od horľavých materiálov musí byť:

- do 100 W min. vzdialenosť 0,5 metra
- od 100-300W min. vzdialenosť 0,8 metra
- od 300-500W min. vzdialenosť 1,0 metra
- > 500 W môžu byť potrebné väčšie vzdialenosti.

Žiarovkové svietidlá musia byť už konštrukčne vybavené krytom, aby sa zabránilo **„vypadnutiu“** poškodenej žiarovky zo svietidla (žiarovka po roztrhnutí sklenenej banky môže spôsobiť požiar horľavých hmôt, prachov alebo kvapalín resp. spôsobí aj iniciovanie výbušnej zmesi, pretože teplota rozžeraveného wolframového vlákna je cca. do 2500 °C). V tejto norme sa kladie veľký dôraz na výber a stavbu inštalácií z hľadiska nebezpečenstva požiaru, kde sa vyrábajú, spracovávajú alebo skladujú horľavé materiály vrátane priestorov, kde sa usadzuje prach (sušičky sena, píly, prevádzky v papierenskom priemysle resp. textilných továrňach). Elektrické zariadenia sa musia navrhovať a zostavovať tak, že je nepravdepodobné, aby ich teplota v normálnej prevádzke a predpokladateľné oteplenie pri poruche spôsobilo požiar pri zohľadnení vonkajších vplyvov. Ak sa predpokladá, že by sa na krytoch elektrických zariadení mohol usadzovať prach v množstvách dostatočných na spôsobenie požiaru (napr. výška usadeného prachu 1 mm je už schopná šíriť požiar), musia byť prijaté vhodné opatrenia aby nedošlo k nadmernému zohriatiu krytov. Minimálne požadované krytie elektrických zariadení, kde sa môže usadzovať prach je IP 5x (čiastočne prachotesné). Elektrické rozvody, ktoré prechádzajú alebo napájajú takéto priestory, kde hrozí nebezpečenstvo požiaru od elektrických zariadení, musia byť chránené nielen proti skratu, ale aj proti preťaženiu, resp. je naprojektovaná už v hlavnom rozvádzači ochrana prúdovým chráničom s rozdielovým prúdom 300 mA resp. 500 mA. Ak prevádzkované elektrické zariadenie je ohrozené poruchou zníženia izolačného odporu a môže takáto porucha spôsobiť požiar (napr. povrchové ohrievanie z vyhrievacími prvkami), je potrebné chrániť takýto obvod prúdovým chráničom s rozdielovým vypínacím prúdom 30 mA. Pohyblivé káblové vedenia a „šnúry“ sa odporúčajú pre takéto prevádzky napr. typ HO7RN-F a iné. Elektromotory, ktoré sú ovládané diaľkovo alebo nie sú pod trvalým dozorom musia byť chránené proti nadmernej teplote, prístrojom proti preťaženiu alebo vnútorným termostatom, ktorý zabezpečí minimalizovanie rizika. Elektrické ohrievače sa musia namontovať na nehorľavé podložky alebo vzdušná vzdialenosť musí byť dostatočná, aby sa zabránilo vzniku požiaru od sálavého tepla (min. 50 mm). Elektrický ohrievač v smere šírenia tepla má predpísanú minimálnu bezpečnostnú vzdialenosť 1 m. Norma bude nahradená v roku 2013 novou normou **STN 33 2313: 2013 Elektrické predpisy Elektrické zariadenia malého a nízkeho napätia v pevných horľavých materiáloch a na nich.**

2. STN 33 2000-4-42: 2012 Elektrické inštalácie nízkeho napätia Časť 4-42: Zaistenie bezpečnosti Ochrana pred účinkami tepla

Táto časť z IEC 60364 platí pre elektrické inštalácie vzhľadom na opatrenia na ochranu osôb, hospodárskych zvierat a majetku pred:

- účinkami tepla, vznietením alebo znehodnotením materiálov a pred nebezpečenstvom popálenia spôsobeného elektrickým zariadením,
- plameňmi v prípade požiarneho nebezpečenstva šíreného z elektrických inštalácií do susedných požiarnych úsekov oddelených požiarnymi stenami, ktoré sú v blízkosti, a
- zhoršením bezpečnej funkcie elektrických zariadení vrátane napájaní na bezpečnostné účely.

Poznámka 1: *Na ochranu pred tepelnými účinkami môžu byť aplikovateľné národné právne požiadavky.*
Poznámka 2: *Ochranou pred nadprúdom sa zaoberá IEC 60364-4-43.*

Osoby, hospodárske zvieratá a majetok sa musia chrániť pred poranením alebo poškodením spôsobeným teplom alebo požiarom, ktorý sa môže vytvárať v elektrických inštaláciách alebo šíriť z elektrických inštalácií, berúc do úvahy požiadavky tejto normy a inštrukcie výrobcov zariadení. Teplo vytvárané elektrickými zariadeniami nesmie spôsobiť nebezpečenstvo alebo škodlivé účinky na susediace pevné

materiály alebo na materiály, ktorých prítomnosť sa môže predpokladať v blízkosti takýchto zariadení. Elektrické zariadenie nesmie vyvolávať požiarne nebezpečenstvo pre susediace materiály.

Poznámka: *Poškodenie, poranenie alebo vznietenie môže byť spôsobené napríklad týmito účinkami:*

- *akumulovanie tepla, vyžarovanie tepla, horúce častice,*
- *zhoršenie bezpečnostnej funkcie elektrických zariadení, napríklad ochranných zariadení, ako sú napríklad istiace prístroje, termostaty obmedzovače teploty, tesnenia prestupov káblov a elektrické rozvody,*
- *nadprúd,*
- *poruchy izolácie a/alebo oblúky spôsobujúce rušenie,*
- *harmonické prúdy,*
- *údery blesku, pozri súbor IEC 62305,*
- *prepätia, pozri kapitolu 443 z IEC 60364-4-44: 2007,*
- *nesprávny výber alebo stavba zariadení.*

Ako doplnok k požiadavkám súboru IEC 60364 sa musia brať do úvahy všetky relevantné montážne inštrukcie výrobcu.

3. STN 33 2312: 1985 Elektrotechnické predpisy. Elektrické zariadenia v horľavých látkach a na nich.

Pri požiaroch, ktoré vznikli od elektrických zariadení (inštalácií, rozvodov a pod.) sa vždy skúma práve **spojitosť elektrotechnickej a požiarnej bezpečnosti** a rešpektovanie ustanovení technickej normy STN 33 2312, resp. do akej miery došlo k porušeniu zásad požiarnej bezpečnosti, či už pri montážnej činnosti, alebo pri výkone odbornej prehliadky a skúšky. Tu treba pripomenúť zodpovednosť projektanta, ktorý už pri tvorbe diela (projektovaní stavby) musí túto spojitosť elektrotechnickej a požiarnej bezpečnosti rešpektovať a zodpovedne posúdiť. Akékoľvek zmeny počas realizácie stavby v oblasti použitia stavebných látok musia byť konzultované s projektantom a všetky zmeny zachytené zmenami v súbore projektov. Požiare, ktoré sa stali práve z dôvodu svojvoľných úprav a zmien počas realizácie stavby oproti projektu, hovoria dosť zrozumiteľne o podceňovaní nebezpečia z hľadiska požiaru (priama súvislosť elektrotechnická a požiarna bezpečnosť). Predpisy v STN 33 2312 odporúčajú, že najvyššia dovolená teplota stavebnej horľavej látky, ktorá má byť v priamom styku s elektrickým zariadením, môže byť max. 120 °C a to u horľavých látok B, C1, C2, C3. Táto teplota horľavej látky , alebo horľavého podkladu nesmie byť prekročená ani:

- pri poruchových stavoch t.j. pri preťaženiach, skratoch;
- pri uvoľnení vodičov;
- pri nezodpovednej obsluhe;
- pri nezodpovednom vykonaní montáže;
- pri zlyhaní funkcie elektrického predmetu a pod.

Drevené špalíky a hmoždinky z plastickej látky zapustené v nehorľavej stabilnej látke (stupeň A , ktoré sú určené pre upevnenie škatúľ, alebo elektrických prístrojov (napr. zásuviek, vypínačov a pod.), sa za horľavé látky nepovažujú. Podobne sa nepovažuje za montáž na horľavú látku prípad, keď sú v nehorľavej stavebnej látke zapustené drevené škatule, ktoré majú chrániť elektrický prístroj (povrchovú zásuvku, alebo vypínač) pred mechanickým poškodením, alebo pred nepriaznivými vplyvmi vo vonkajšom prostredí. Zapustenie však musí byť vykonané tak, aby drevený rámik neprečnieval nad okolitú omietku z čelnej strany resp. zo zadnej strany, aby bol prístroj krytý nehorľavou hmotou (omietkou a pod.). Na povalových priestoroch a neobývaných podkroviach nie je možné ukladať elektrické predmety, inštalácie a rozvody na horľavý podklad. Musí byť zabezpečené krytie IP 42, keď sa jedná o horľavé stropy a priestory s nebezpečenstvom priestoru musia byť trubky celistvé (spojenie závitovými spojmi a pod.), bližšie STN 37 5245.

Elektrické rozvody, ktoré prechádzajú deliacimi konštrukciami odolnými proti požiaru, musia byť vyhotovené tak, aby nebola znížená, alebo porušená odolnosť tejto konštrukcie. Prestupy vodičov a káblov požiarnymi stenami o hrúbke 150-300 mm musia byť z obidvoch strán utesnené nehorľavou hmotou. Na utesnenie káblov je možné použiť vývodky, pokiaľ sú nehorľavé, alebo odolné proti šíreniu plameňa a spĺňajú požadovaný stupeň utesnenia. NN vodiče a káble, ktoré majú byť uložené na horľavé podklady, alebo do nich je potrebné istiť pred preťažením a skratom podľa: STN 33 2000 –4-43, ...-4-473,…-5-523,…náročnosť posúdenia vhodnosti a veľkosti istenia zostáva na projektantovi, ak nebol vyhotovený projekt zodpovednosť sa prenáša na elektrotechnika špecialistu.

Poznámka: *Prednosť istenia ističmi pred použitím poistiek, ako je konštatované v čl. 2.7, STN 33 2312 nemožno si vysvetľovať tak, že ističe sú bezpečnejšie ako poistky. V praxi sa poistky veľakrát opravujú – často nevedome predimenzovávajú, čo je veľmi nebezpečná prax a použitie ističov je vhodnejšie z dôvodu operatívnosti a rýchlosti opätovného zapnutia. Odpadne neodborný zásah opravy obsluhou, ktorá nemá odborné vzdelanie/spôsobilosť. Navrhovanie veľkosti ističa musí sledovať zabezpečenie príslušného obvodu pred skratom a preťažením. Pri správnom naprojektovaní prierezu káblov a istiacich prvkov, svetelné obvody sú istené hodnotami 10 A a viac, zásuvkové obvody 16 A a viac, veľkosť istiaceho prvku musí byť pevne stanovená už v projekte elektrickej časti. Nadprúdová spúšť ističa je citlivejšia ako poistky.*

Na súčasnú elektrickú inštaláciu z hľadiska požiarnej bezpečnosti sú kladené viaceré požiadavky. Jednou z nich je používanie takých elektroinštalačných prvkov, káblov a pod., aby boli **„samozhášacie“** (aby nešírili po svojom povrchu plameň), resp. aby nevytvárali pri tlení alebo horení v epicentre požiaru jedovaté splodiny a dym. (napr. pri horení alebo tlení kábla CYKY ..., plášť kábla PVC (polyvinylchlorid) uvoľňuje jedovaté a karcinogénne splodiny. Preto v objektoch kde sa zhromažďujú ľudia (napr. v nemocniciach, hypermarketoch, štadiónoch a pod.) sa musia používať bezhalógénové káble, ktoré neprodukujú pri horení alebo tlení žiadne toxické látky a po svojom povrchu nešíria plameň (sú samozhášacie). Podľa IEC 60332-3 môžu byť použité káble napr.: 1-CXKE-R, resp. 1-CHKE-R a iné. Podľa IEC 60331... napr. kábel 1-CHKE-V má odolnosť počas požiaru až 180 minút t.j. nie sú narušené jeho funkčné schopnosti (napr. kábel pre EPS, resp. riadiaci systém, bezpečnostné systémy a pod.) NN vodiče a káble, elektroinštalačné lišty s príslušenstvom , inštalačné trubky s príslušenstvom, elektroinštalačné kanály a krabice (ktoré nemajú osadené svorky) je možné uložiť do horľavých podkladov a na ne všetkých stupňov horľavosti, pokiaľ sú nehorľavé, alebo boli skúšané na odolnosť proti šíreniu plameňa. Silnoprúdové káble typu CYKY, AYKY sú skúšané na odolnosť proti šíreniu plameňa podľa STN 34 7007 a STN 34 7010. Uvedené typy káblov je možné priamo ukladať na/do horľavých podkladov všetkých stupňov horľavosti bez ďalších opatrení. Dnes je možné už priamo ukladať na/do horľavých podkladov aj šnúrové vedenia napr. CYH, CYLY, CYSY, CMSM, CMFM, CGSU, CGTU, CGDU, CGVU, ktoré tiež prešli skúškou odolnosti proti šíreniu plameňa. V sporných prípadoch je potrebné deklarovať písomným dokladom (atest, certifikát a pod.), odolnosť proti šíreniu plameňa, povinnosť zostáva na výrobcovi káblov, dodávateľovi káblov, alebo montážnej organizácii. Ak uvedená podmienka nie je splnená a nastane stav neistoty t.j. pochybnosť o požiarnej odolnosti proti šíreniu plameňa, rozhodnutie elektrotechnika špecialistu bude: **„takýto kábel je nepoužiteľný pre priame kladenie na a do horľavých podkladov“.** Ak elektroinštalačný materiál nespĺňa kritéria požiarnej odolnosti, v norme STN 37 0000 čl. 6 sa odporúča označiť horľavé trubky a príslušenstvo oranžovou farbou a každý zväzok horľavých trubiek musí mať pripojenú visačku s nápisom „materiál nie je samozhašací„. Skúšku odolnosti proti šíreniu plameňa na elektroinštalačných materiálov je možné vykonať i náhradným spôsobom, kedy sa nad plameň skúšobného kahanca (postačí aj zapaľovač) priloží kontrolný vzorka na čas do 5 sekúnd a po oddialení musí materiál prestať horieť. Ak po oddialení horiaci proces pokračuje to znamená , že materiál nie je samozhášací a nie je ho možné použiť na priame kladenie na a do horľavých podkladov. Táto norma bude v roku 2013 nahradená novou **normou STN 33 2312: 2013 Elektrické predpisy Elektrické zariadenia malého a nízkeho napätia v pevných horľavých materiáloch a na nich.**

Poznámka*: Takáto rýchla skúška však nenahrádza atest, alebo certifikát zo štátnej skúšobni, je určená na rýchlu orientáciu revízneho technika/projektanta, aby sa rozhodol rýchlo a správne. Elektrické predmety, ktoré majú byť montované na/do horľavých podkladov všetkých stupňov horľavosti (B,C1,C2,C3) priamo bez ďalších opatrení, musia byť pre túto montáž odskúšané podľa ustanovení STN 34 5618 – skúšanie elektrických prístrojov pre montáž na/do horľavých podkladov (látok). Pokiaľ elektrický predmet skúške vyhovie býva označený značkou. Elektrické svietidlá, ktoré vyhovejú požiadavkám.*

Podľa STN EN 60598-1 pre montáž na horľavé látky sú označené písmenom **F** v trojuholníku. Ostatné elektrické zariadenia je možné montovať na/do horľavých podkladov všetkých stupňov horľavosti, len za podmienky, že budú od horľavej látky oddelené nehorľavou tepelne izolačnou podložkou, lôžkom, alebo vzduchovou medzerou. (tab. 1, STN 33 2312: 1985, tab. 1 STN 33 2313: 2013).

Tab.5 Použitie tepelnoizolačnej podložky, lôžka alebo vzduchovej medzery (tab. 1 návrh STN 33 2313: 2013)

Por. číslo	Druh elektrického zariadenia	Tepelnoizolačná podložka alebo lôžko hrúbky najmenej (mm)[1)]	Vzduchová medzera hrúbky najmenej (mm)[1); 2)]
1	Rozvádzače	10	50
	Stroje a transformátory		
2	Meracie a ochranné prístroje	5	30
	Rozvody a prístroje...[3)]		
	Svietidlá		

1) Upevňovacie skrutky prechádzajúce tepelnoizolačnou podložkou alebo vzduchovou medzerou sa nepokladajú za významné z hľadiska vedenia tepla.
2) Vzduchovú medzeru možno použiť len pri montáži elektrických zariadení na horľavé materiály, nie do nich.
3) Do horľavých materiálov s triedou reakcie na oheň A2, až C a na ne, je dovolené montovať domové elektrické prístroje do 16 A a do 400 V, ak sú z materiálov odolných proti šíreniu plameňa.

STN EN 13501-1 +A1: 2010 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň.
V tejto norme určuje harmonizovaný postup klasifikácie reakcie stavebných výrobkov na oheň u stavebných výrobkov, ktorá je založená na skúšobných postupoch (podľa kapitoly 5).

STN EN 13501-2 +A1: 2010 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 2: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti (okrem ventilačných zariadení.
V tejto európskej norme sa určuje postup klasifikácie stavebných výrobkov a prvkov stavieb na základe údajov zo skúšok požiarnej odolnosti a zo skúšok tesnosti proti prieniku dymu. Zoznam príslušných skúšobných metód viď. kapitoly 2 a 7.

Tab. 6 Porovnanie triedenia podľa horľavosti a reakcie na oheň

Stupeň	Stupeň horľavosti podľa STN 730862 a STN 73 0861	Klasifikácia podľa STN EN 13501-1 +A1	Rozdelenie podľa horľavosti
A	nehorľavé	A1, A2s1, d0	nehorľavé
B	neľahko horľavé (veľmi ťažko horľavé)	ostatné A2, B	horľavé
C1	ťažko horľavé	C	horľavé
C2	stredne horľavé	D, E	horľavé
C3	ľahko horľavé	F	veľmi horľavé (ultra)

STN EN 13501-3 +A1: 2010 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 3: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti výrobkov a prvkov používaných v prevádzkových zariadeniach stavieb (potrubia s požiarnou odolnosťou a požiarnej klapky).

STN EN 13501-4 +A1: 2010 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 4: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti prvkov zariadení na odvod splodín horenia.

STN EN 13501-5 +A1: 2010 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 5: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok striech namáhaných vonkajším ohňom.

V Slovenskej republike po vydaní týchto STN sú v platnosti aj všetky pôvodné normy STN 73 0802 až … (stavebné normy, ktoré súvisia s požiarnou bezpečnosťou stavieb, v súlade s prevzatými EN. Z pôvodných noriem je potrebné spomenúť aspoň niektoré, ktoré sú i naďalej v platnosti napr. STN 73 0802, 73 0804, 73 0818, 73 0821, 73 0822, 73 0823, 73 0824, 73 0825....

ZÁVER

Tepelná energia, má svoje kladné, ale aj negatívne stránky. Z negatívnych stránok prevažuje, hlavne požiar, ktorý už v minulosti, ale aj v súčasnosti predstavoval pre človeka veľké nebezpečenstvo. Znížiť možnosť vzniku požiarov sa dá len technickými a organizačnými prostriedkami, medzi ktoré patria aj STN. Využívaním a odporúčaním STN sa dá vo veľkej miere znížiť nebezpečenstvo vzniku požiarov pri práci na elektrických zariadenia. Problematika ochrany pred požiarmi v súčasnosti je realizovaná už na úrovni organizácií (právnická resp. podnikajúca fyzická osoba), alebo i priamo u občanov, zamestnancov (napr. požiarna bezpečnosť v domácností, pri spoločenských udalostiach a pod.), formou požiarnych štatútov, poriadkov, smerníc a iných predpisov vyplývajúcich z platnej legislatívy. Povinnosť dodržiavania protipožiarnych opatrení platí nie len v elektrotechnike, ale aj u všetkých občanov. Táto skutočnosť vyplýva priamo zo zákona o požiarnej ochrane, ktorý je zameraný nielen na prevenciu, ale i na postih (t.j. pokuty, riešenie priestupkov resp. trestné stíhanie). Elektrické inštalácie/zariadenia vyhotovené v súlade s STN spĺňajú kritériá požiarnej a elektrotechnickej bezpečnosti. Vedomosti a skúsenosti v tejto oblasti sú nenahraditeľné, dostupnosť získania týchto poznatkov je v STN a závisia len od samotného odborníka do akej hĺbky si tieto znalosti osvojí. V súčasnosti dochádza k zmene aj v tejto oblasti. V príprave je návrh napr. normy STN 33 2312: 2013, ktorá spolu napr. s STN 33 2000-4-42, STN EN 60598-1 predstavujú základné informácie, ktoré by mal vo svojej elektrotechnickej praxi využívať hlavne projektant elektrických inštalácií/zariadení v stavebných objektoch a následne ich potvrdiť revízny technik.

LITERATÚRA

[1] STN 33 2312: 1985
[2] návrh STN 33 2312: 2013
[3] STN 33 2000-4-42: 2012
[4] STN 33 2312: 1985
[5] EN 60598-1: 2008 a iné...

CERTIFIKÁT PQM STN EN ISO 9001:2009

ZTS Elektronika SKS s.r.o.

Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica

KALIBRÁCIA MERACEJ TECHNIKY

elektrických a neelektrických veličín v stálom akreditovanom kalibračnom laboratóriu a na mieste u zákazníka

Ponuka pre revíznych technikov:

- kalibrácia multifunkčných revíznych prístrojov
- kalibrácia VN zdrojov do 30 kV
- kalibrácia meradiel izolácie do 11 GΩ a do 5 kV
- kalibrácia meradiel uzemnenia
- kalibrácia zariadení pre meranie ESD parametrov elektrostatiky
- kalibrácia meradiel teploty, IR teplomerov a Infrakamier
- kalibrácia meradiel kvality elektrickej energie

PREDAJ A SERVIS MERACEJ TECHNIKY ELEKTRICKÝCH A NEELEKTRICKÝCH VELIČÍN FIRIEM

FLUKE, METRA, MEATEST, H-TEST, GMC-I MESSTECHNIK, QUALITROL, SMtronic – Wolfgang Warmbier

EXPERTNÉ MERANIE ELEKTROSTATICKEJ OCHRANY ESD

podľa normy IEC/EN 61340-5-1:2007

- Meranie parametrov ESD materiálov, podláh, pracovných plôch, políc, vozíkov, sedadiel, odevov, topánok, zariadení a priestorov ESD
- Meranie elektrostatického poľa a meranie parametrov ionizátorov

EXPERTNÉ MERANIE KVALITY NAPÄTIA ELEKTRICKEJ ENERGIE

podľa normy EN 50160:2007

Meranie parametrov siete EE – napätie, poklesy, prepätia, blikanie, harmonické napätia a prúdu, nesymetria siete, frekvencia, signál HDO, harmonické skreslenie THD, rýchla analýza prechodových javov do 10 MHz

Kontakt:
ZTS Elektronika SKS s.r.o.
Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica
tel.: +421 42 4430029, fax: +421 42 4431860
mobil: +421 905 604 288

www.elektronika.sk info@ztselektronika.sk

ZTS Elektronika SKS s.r.o.
Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica

Kalibrácie termovíznych kamier

ilac-MRA

SNAS
Reg. No. 066/K-004

FLUKE
Authorized Distributor

CERTIFIKÁT PQM
STN EN ISO 9001:2009

SNAS SLOVENSKÁ NÁRODNÁ AKREDITAČNÁ SLUŽBA
Karlovská 63, 840 00 Bratislava 4, Slovenská republika

OSVEDČENIE
O AKREDITÁCII
č. K-004

Slovenská národná akreditačná služba na základe rozhodnutia č. 372/2011/066/5 zo dňa 23.9.2011 osvedčuje, že

ZTS Elektronika SKS s.r.o.
Kalibračné laboratórium
Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica
IČO: 31 598 536

je spôsobilé vykonávať kalibráciu meradiel jednosmerného a striedavého napätia, jednosmerného a striedavého elektrického prúdu, elektrického odporu, elektrickej kapacity, indukčnosti, frekvencie a časového intervalu, otáčok, meradiel teploty, meradiel tlaku, meradiel momentu sily a meradiel rýchlosti v stálom laboratóriu a na mieste podľa rozsahu akreditácie uvedeného v prílohe tohto osvedčenia.

Spôsobilosť vykonávať skúšky nestranne a dôveryhodne laboratórium preukazuje plnením požiadaviek normy **ISO/IEC 17025:2005.**

V mene akreditovaného laboratória koná a za správnosť kalibračných certifikátov zodpovedá **Ing. Miroslava Bočkayová,** vedúca Kalibračného laboratória.

Akreditácia udelená dňa 23. 9. 2011 platí do 23. 9. 2015.

Bratislava 23. 9. 2011 — Ing. Jozef Obernauer, riaditeľ

SNAS je signatárom EA MLA a ILAC MRA v oblasti akreditácie laboratórií.

Zabezpečte si v kalibračnom laboratóriu ZTS Elektronika SKS s.r.o. akreditovanom SNAS pod registračným číslom 066 na kalibráciu, osvedčenie o akreditácii K-004, kalibráciu svojej termovíznej kamery preverte si správnosť jej merania a získajte kalibračný certifikát s nameranými údajmi a neistotami

Kalibrácia termokamery už od 175 Eur bez DPH

6 meracích bodov v rozsahu teplôt -15°C až 500°C s jedným objektívom

platnosť ponuky od 1.1.2013

ZTS Elektronika SKS s.r.o., Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica, zapísaná v OR: OS Trenčín, Oddiel: Sro, Vložka č.: 2520/R
Tel.: +421 42 4430029 IČO: 31598536
Fax: +421 42 4431860 IČ DPH: SK2020436803
E-mail: info@ztselektronika.sk

Kvalitu nájdete u nás

EuroVolt

telergon
gorlan team

Výkonové vypínače
a
prepínače sieti

pronutec
gorlan team

Poistlové lišty
a
prepínače sieti

Internetový velkoobchod s elektromateriálem

EuroVolt s.r.o.
www.eurovolt.cz
+420 773 784 750

Internetový veľkoobchod s elektromateriálom

EuroVolt s.r.o.
www.eurovolt.sk
+421 902 913 142

Kvalitu nájdete u nás

EuroVolt

DEHN

Zvodiče prepätia
a
bleskozvod

ELEKTROKOV, a.s. ZNOJMO

Transformátory
a
tlmivky

Internetový velkoobchod s elektromateriálem

EuroVolt s.r.o.
www.eurovolt.cz
+420 773 784 750

Internetový veľkoobchod s elektromateriálom

EuroVolt s.r.o.
www.eurovolt.sk
+421 902 913 142

ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA V AUTOMOBILOVEJ TECHNIKE

František Nebus, Mikuláš Šostronek, Ján Ochodnický, Zdeněk Matoušek
Katedra elektroniky, AOS gen. M. R. Štefánika, Demänová 393, 031 01 Liptovský Mikuláš 6

Úvod

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) je schopnosť zariadenia, systému či prístroja spoľahlivo pracovať v prostredí, kde pracujú aj iné zdroje elektromagnetického (EM) žiarenia (prírodných či umelých) a súčasne nesmie vnášať svojou vlastnou elektromagnetickou činnosťou do prostredia neprípustné rušivé signály, ktoré by nepriaznivo ovplyvňovali okolie (technické či biologické).

EMC teda vyjadruje schopnosť zariadenia „koexistovať“ s inými zariadeniami v elektromagnetickom prostredí tak, aby sa vzájomne negatívne neovplyvňovala ich správna činnosť.

Členenie EMC

Problematika EMC sa spravidla rozdeľuje do dvoch oblastí:

a) EMC biologických systémov
b) EMC technických systémov

EMC biologických systémov sa zaoberá elektromagnetickým pozadím životného prostredia a prípustnými úrovňami rušivých a užitočných elektromagnetických signálov so zreteľom na ich vplyv na živé organizmy. Aj keď sú tieto vplyvy pozorované už dlhšiu dobu, nie sú súčasné výsledky výskumov v tejto oblasti jednoznačné. Biologické účinky totiž závisia nielen na vlastnostiach EM polí, ale aj na dobe pôsobenia a na vlastnostiach organizmu.

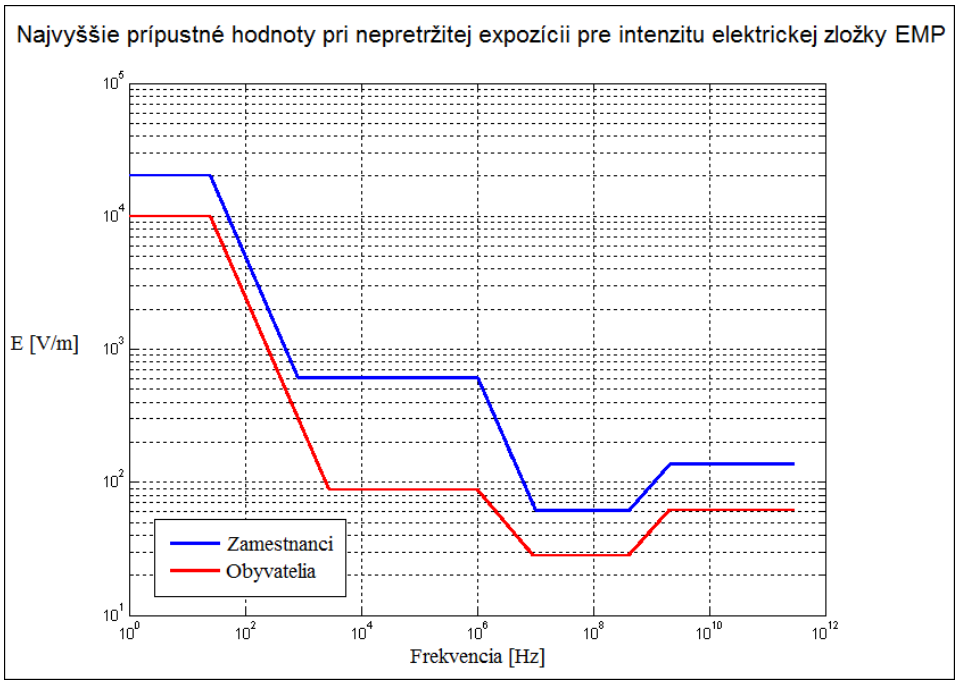
Problematikou EMC biologických systémov sa zaoberajú rôzne výskumné lekárske pracoviská, ktorých úlohou je posúdiť odolnosť ľudského organizmu z hľadiska pôsobenia EM vplyvov. Výsledky týchto výskumov sú potom analyzované medzinárodnými organizáciami, ktoré vytvárajú štandardy, ktoré jednotlivé štáty môžu (ale nemusia) akceptovať a zahrnú ich do svojej legislatívy. Takto je vytvorená napr. Vyhláška Ministerstva zdravotníctva č. 534/2007 Z. z., ktorá stanovuje podrobnosti o požiadavkách na zdroje EM žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickým žiarením v životnom prostredí.

Táto vyhláška ustanovuje, minimálne požiadavky na zdroje EM poľa s cieľom zabezpečiť ochranu zdravia obyvateľov v životnom prostredí v súvislosti s expozíciou EM poľami vo frekvenčnom rozmedzí 0 Hz ÷ 300 GHz a na predchádzanie rizikám pre zdravie, ktoré môžu vznikať v súvislosti s expozíciou EM poľom [VyhlMZ 2008].

Druhý dokument je Nariadenie vlády č. 217/2008 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou EM polom (EMP), ktorá ustanovuje minimálne požiadavky na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia zamestnancov exponovaných EMP s frekvenciou od 0 Hz do 300 GHz a na predchádzanie rizikám a ohrozeniam, ktoré vznikajú alebo môžu vznikať v súvislosti s expozíciou EMP. [NarVlady 2008]

Závery uvedených dokumentov sú prebrané zo smernice Európskeho parlamentu a Rady 2004/40/ES z 29. apríla 2004 a po ich vydaní v štátoch únie by mali platiť vo všetkých štátoch európskeho spoločenstva.

Obr. ***1*** graficky znázorňuje limity akčných hodnôt pre intenzitu elektrickej zložky EMP osobitne pre zamestnancov a pre obyvateľstvo tak, ako sú uvedené vo vyššie spomínaných dokumentoch.



Obr. 1 Prípustné limity pri nepretržitej expozícii pre intenzitu elektrickej zložky EM poľom

EMC technických systémov sa zaoberá vzájomným pôsobením a koexistenciou technických prostriedkov, najmä elektrotechnických a elektronických prístrojov a zariadení. EMC sa tak z pôvodnej disciplíny, ktorá sa zaoberala len ochranou proti rádiovému rušeniu, rozšírila do veľmi širokého odboru, ktorý sa delí na ďalšie oblasti. Obr. ***2*** rozdeľuje problematiku EMC do dvoch skupín

Obr. 2 Základné členenie problematiky EMC [EMC 2008]

Elektromagnetická interferencia (EMI – angl. Electromagnetic Interference) alebo elektromagnetické rušenie je proces, pri ktorom sa signál generovaný zdrojom rušenia prenáša prostredníctvom EM väzby do rušených systémov. EMI sa zaoberá najmä odhaľovaním zdrojov rušenia, ich popisom a meraním rušivých signálov a identifikáciou parazitných prenosových ciest. EMC celého systému sa dosahuje najmä technickými opatreniami na strane zdrojov rušivého vyžarovania a obmedzením možnosti šírenia prostredníctvom prenosových ciest (vzduch, vodiče, atď.). EMI sa týka najmä príčin rušenia a ich odstraňovaním. *Elektromagnetická susceptibilita* (EMS – angl. Electromagnetic Susceptibility) znamená citlivosť (na rušenie) či odolnosť (voči rušeniu) prípadne imunitu a vyjadruje schopnosť zariadenia spoľahlivo pracovať v presne definovanom elektromagnetickom rušivom prostredí. EMS sa zaoberá najmä technickými

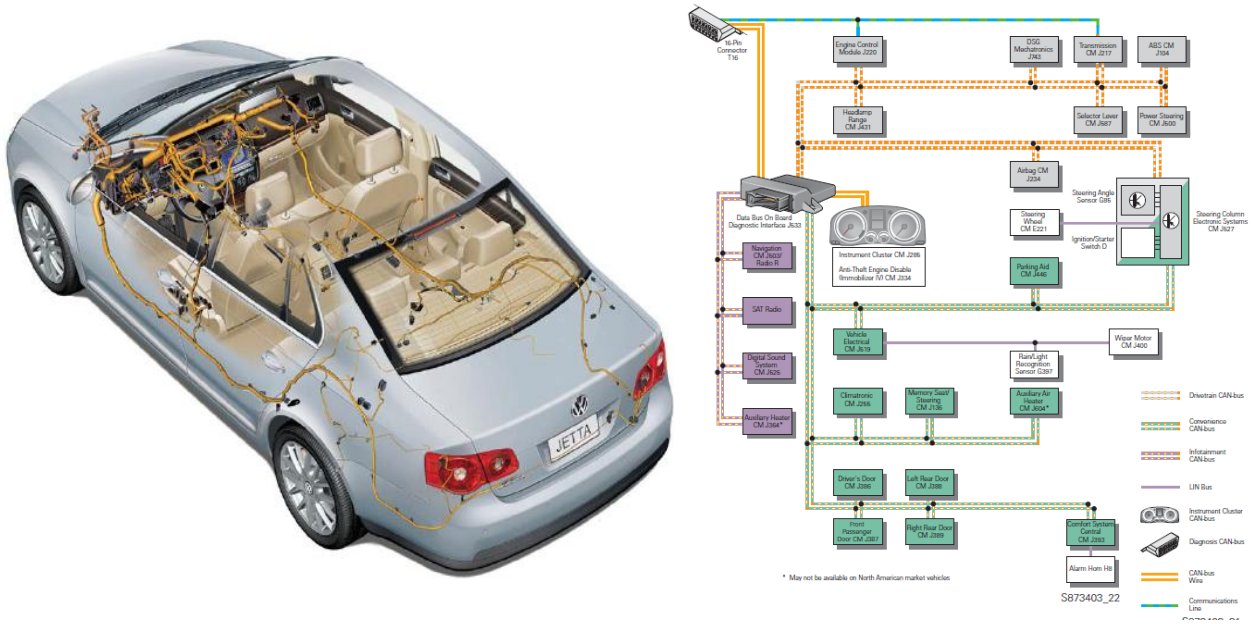
opatreniami na strane prijímača rušenia, ktoré zvyšujú jeho odolnosť (imunitu) voči rušivým EM vplyvom. Snaží sa teda odstraňovať dôsledky rušenia bez ohľadu na príčiny rušenia.

Obidve uvedené oblasti zahŕňajú celý rad spoločných postupov a krokov k zabezpečeniu EMC. Jedná sa najmä o merania rušenia (rušivých signálov) a ich identifikáciu a stanovuje meracie metódy a postupy pre kvantitatívne vyhodnotenie vybraných parametrov. Situácia meraní je navyše sťažená tým, že aj samotné meracie zariadenie (prístroj) môže byť sám o sebe zdrojom alebo prijímačom rušenia, čo sa však dá odstrániť technicky, kalibračne, početne atď.

Na všetky tieto oblasti nadväzuje oblasť tvorby noriem a štandardov. Vzhľadom na nemožnosť stanovenia limitov a medzí pre všetky zariadenia jednotne, je nutné stanoviť tieto limity pre každý typ zariadenia osobitne. Takto sú štandardizované požiadavky napr. na domáce spotrebiče (umývačky riadu, holiace strojčeky, práčky, atď.) alebo iné zariadenia, ako sú napr. automobily a pod. V princípe však platí, že výrobca akéhokoľvek produktu je povinný zabezpečiť aby jeho produkt v oblasti elektromagnetického poľa nerušil žiadne iné štandardne vyrábené zariadenie a aby sám bezchybne pracoval v bežných stanovených prevádzkových podmienkach. V ďalšom texte sa budeme podrobnejšie zaoberať podmienkami EMC v oblasti výroby osobných automobilov.

EMC v automobilovom priemysle

Súčasné dopravné prostriedky disponujú obrovským počtom elektrických a elektronických komponentov, subsystémov a blokov, ktoré produkujú veľké množstvo riadiacich, komunikačných signálov, ktoré sú však pre ostatné zariadenia rušivé a môžu ovplyvňovať jednotlivé ostatné komponenty, či okolitú techniku. Nejedná sa len o elektrotechniku a elektroniku riadiaceho, pohonného a ostatných systémov dopravného prostriedku, ale aj techniku navigačnú, audiovizuálnu, komunikačnú, bezpečnostnú atď.



Obr. 3 Znázornenie elektroniky v súčasnom automobile. Fialová - Audio, Video, Telefón, GPS,..., Zelená - komfort ABS, ESP, Automat. svetlá, Stierače, Airbagy,..., Oranžová - Motorická časť.

Výrobcovia vozidiel sa preto snažia zabezpečiť ich dostatočnú EM odolnosť za súčasného znižovania ich neželaného vyžarovania. V súčasnej dobe (rok 2012) sa uvádza, že cena elektronickej výbavy priemerného automobilu predstavuje viac než 30% celkovej ceny vozidla.

Normalizácia v automobilovom priemysle v oblasti EMC je trochu odlišná od civilného sektoru, teda od normalizácie v spotrebnej elektronike. Prvá európska smernica pre motorové

vozidlá (70/156/EEC) nezahrňovala problematiku EM odolnosti. Následná smernica (72/245/EEC) už riešila potlačovanie EM rušenia od zážihových motorov vo vozidlách. Po nej nasledovala Smernica Európskej Únie (95/54/EC), ktorá pokrývala problematiku EMC pre väčšinu elektrického a elektronického vybavenia vozidla, ale aj vozidla ako celku. Touto smernicou došlo k začleneniu problematiky automobilovej EMC do legislatívy EÚ a ďalších európskych (nečlenských) štátov. Od 1. 1. 2009 musia všetky (aj staré) automobilové výrobky spĺňať Smernicu 2006/28/EC.

Rozdiely certifikácie EMC automobilov

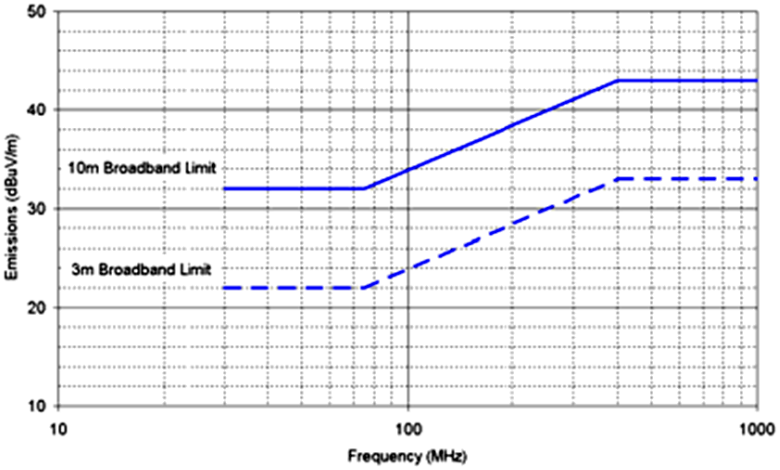
Problematiku EMC automobilov je možné rozdeliť na:

a. EMC vozidla ako celku vrátane nutných pevne zabudovaných elektrických pohonných, ovládacích príp. riadiacich komponentov vozidla
b. EMC subsystémov a komponentov určených pre voliteľné zabudovanie do vozidla s označením ESA (Electronic Sub-Assembly – angl. elektronické komponenty)

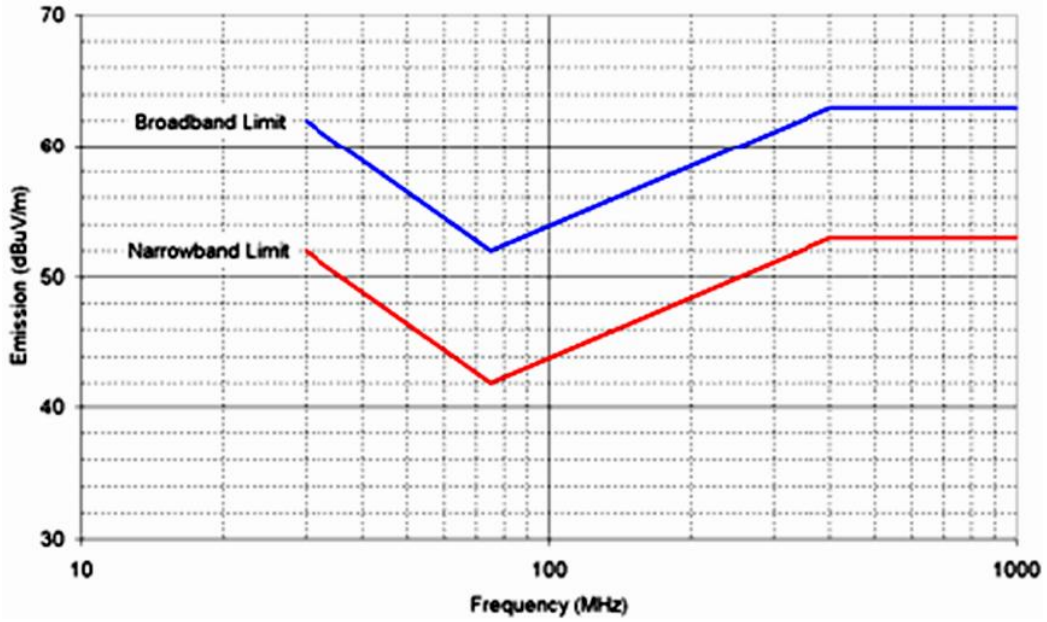
Testy rušivého vyžarovania (radiated emmisions) sa významne líšia od ostatných testov v EMC. V týchto testoch je meracia anténa vo vzdialenosti 10 m od testovaného objektu a jej výška sa mení od 1 do 4 m tak, aby merané vyžarovanie bolo maximálne. Naproti tomu pri testovaní vozidiel sa zariadenie ESA umiestňuje do vzdialenosti 1 m a výška antény sa nemení počas celého merania. Pri meraní celého vozidla sa toto umiestni na drevený podstavec 80 cm nad referenčnou rovinou (podlaha) a otáča sa ním. Pri meraní ESA sa toto zariadenie umiestňuje 5 cm nad pevným stolom s vodivým povrchom, 1 m nad referenčnou rovinou. Testované objekty ESA nie sú zvlášť kategorizované, či delené. Pri testoch EMC sa využívajú kvázi-špičkové (QP – Quasi Peak) detektory, naproti tomu v automobilovom priemysle sa využívajú QP detektory pri širokopásmovom meraní (broadband) alebo spriemerňujúce (AV) detektory v úzkopásmovom meraní (narowband). Ďalšie odlišnosti pri testoch EMC v automobilovom priemysle sa dajú zhrnúť do niekoľkých bodov:

- limity vyžarovania sú odlišné pre celé vozidlo a pre ESA;
- meranie celého vozidla je založené na štandarde CISPR 12, meranie ESA na štandarde CISPR 25;
- frekvenčný rozsah meraní je od 30 MHz do 1 GHz;
- širokopásmové rušenie je zapríčinené napr. zážihovým systémom motora, naproti tomu úzkopásmové rušenie je generované napr. riadiacou procesorovou jednotkou vozidla;
- limity pre úzkopásmové merania sú 10 dB pod limitmi širokopásmových meraní;
- merania sa vykonávajú v bezodrazovej hale, prípadne na otvorenom prostredí (OTA);
- mnoho výrobcov má limity do 2 GHz (GSM pásmo), príp. do 2,5 až 5 GHz (Bluetooth)

Na obrázku 4 sú limity vyžarovania pre celé vozidlo v pásme od 30 MHz do 1GHz

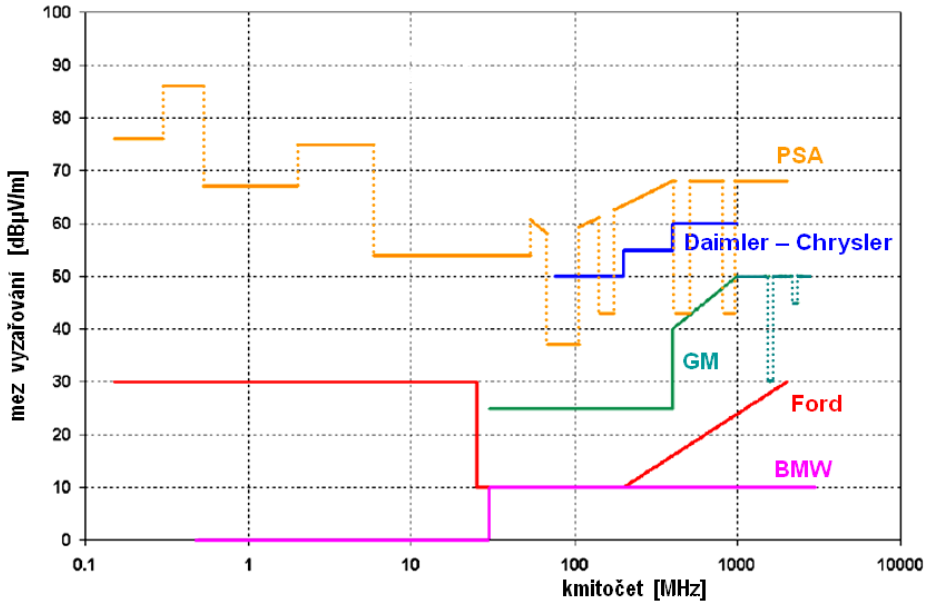


Obr. 4 Základné limity stanovené normou STN EN 55012 (CISPR 12) pre celé vozidlo [EMC2008]



Obr. 4 Základné limity stanovené normou STN EN 55025 (CISPR 25) pre komponenty ESA [EMC2008]

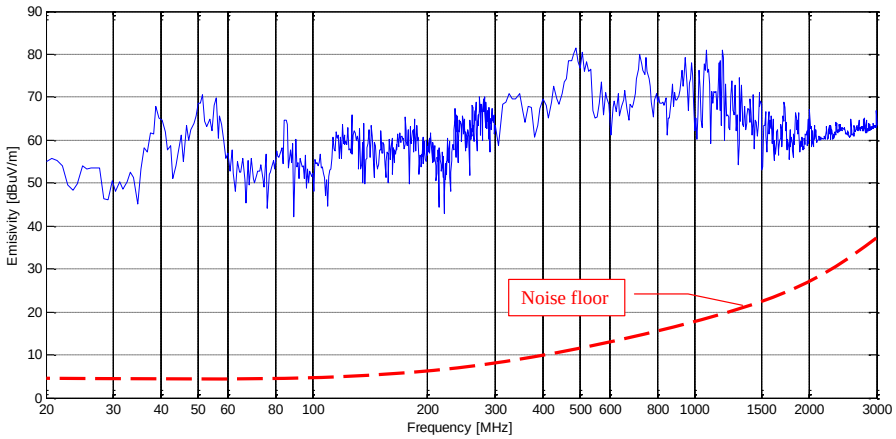
Výrobcovia automobilov však majú vlastné interné normy, ktoré sú približne rovnaké s normou STN EN 55025. Niektorí výrobcovia však nemajú definované limity pre určité frekvenčné pásma, takisto používajú odlišné metódy merania, takže ich nie je možné porovnať s normou STN EN 55025. Ukážka interných limitov vybraných výrobcov automobilov je na Obrázku 5.



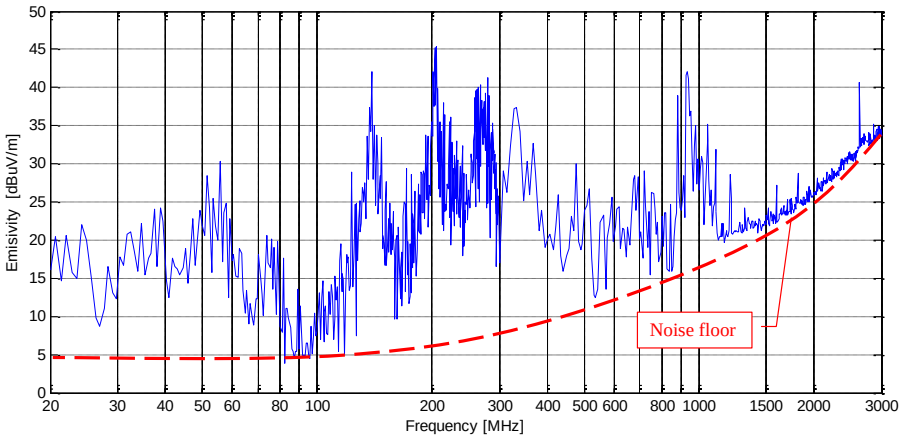
Obr. 5 Interné limity vyžarovanej emisie vybraných výrobcov automobilov (PSA- Peugeot-Citroen; GM – General Motors) [EMC 2008]

Ako je vidieť z uvedeného obrázku, výrobcovia majú rôzne limity úrovní pri rôznom frekvenčnom rozsahu. Mnohé tieto odlišnosti je možné vysvetliť rozdielnym nastavením niektorých kľúčových parametrov na meracom prístroji, napr. Radio BandWidth (RBW) , ktorým meriame vyžarovanie, alebo odlišnou metódou merania. Ako základ normu pre merania však všetci výrobcovia používajú normy EN 55025 a všeobecné normy EN 61000-4-3 a EN 61000-4-19 až EN 61000-4-21.

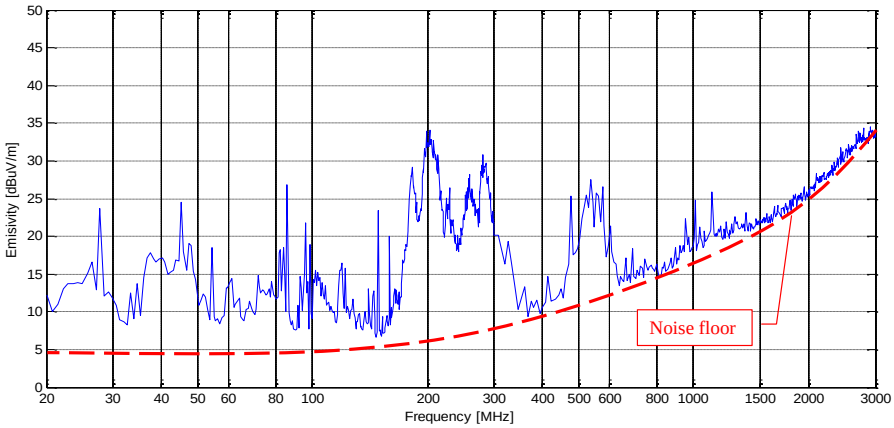
Podľa uvedených noriem boli na katedre elektroniky uskutočnené experimentálne merania vyžarovania vybraných automobilov, s cieľov overiť aktuálny skutkový stav. Nasledujúce obrázky dokumentujú výrazne zlepšený stav v oblasti EMC v automobilovej technike oproti bývalej socialistickej produkcii automobilov v ktorých bola použitá jednoduchá elektromechanická technológia. Z porovnania výsledkov meraní okrem iného vidieť, že dieselové motorizácie okrem známeho faktu nižšej spotreby zabezpečujú i nižšiu úroveň vyžarovania elektromagnetického poľav meranom pásme.



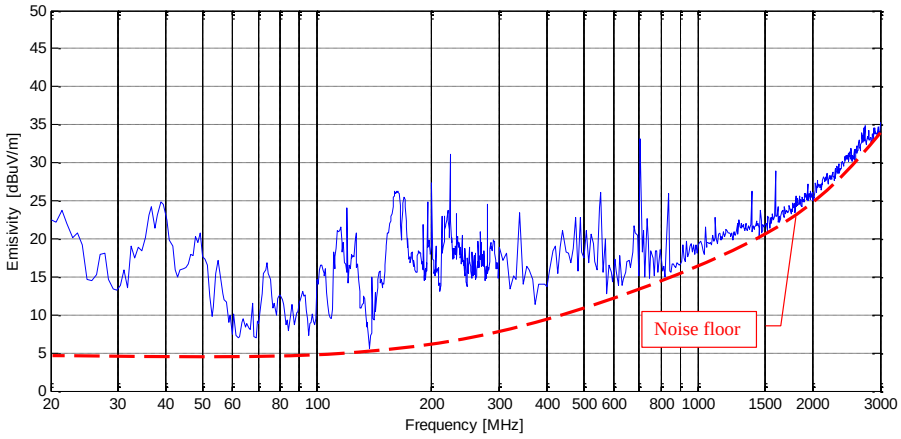
Obr. 6 Vyžarovanie osobného automobilu Škoda 120, pri voľnobežných otáčkach 800rpm



Obr. 7 Vyžarovanie osobného automobilu Škoda Oktávia 1.6 MPi pri voľnobežných otáčkach 900rpm



Obr. 8 Vyžarovanie osobného automobilu Škoda SuperB 1.9 TDi pri voľnobežných otáčkach 800rpm



Obr. 9 Vyžarovanie osobného automobilu Ford Focus 1.6 TDCi pri voľnobežných otáčkach 800rpm

Záver

Ak porovnáme limity vyžarovania automobilov (rádovo mikroV/m) s limitmi povolenej expozície pre obyvateľov (rádovo desiatky V/m), vidíme, že ohrozenie ľudského zdravia vyžarovaním automobilu zďaleka nehrozí. Napriek tomu si väčšina skôr narodených pamätá problém nesprávne servisovaných vozidiel staršieho dáta výroby, ktoré rušili televízny príjem, prípadne rádio. Dnes už podobné problémy nehrozia, pretože sa v poslednom období v súvislosti s existujúcimi normami a narastajúcou elektronicko - mechanickou zložitosťou v automobilovom priemysle venuje veľká pozornosť testovaniu produktov na podmienky EMC. Spotrebitelia môžu počas jazdy pokojne využívať ďalšie elektronické zariadenia ako sú počítače, mobilné komunikačné zariadenia bez toho, aby automobil rušil ich spotrebiče a naopak.

Literatúra

[VyhlMZ 2008] Vyhláška Ministerstva zdravotníctva č. 534/2007 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na zdroje EM žiarenia a na limity expozície obyvateľov elektromagnetickým žiarením v životnom prostredí

[NarVlady 2008] Nariadenie vlády č. 217/2008 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou EM poľami.

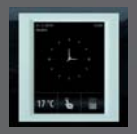
[O'Hara 2006] O'Hara, M.: A Generic Automotive (Tier1) EMC Test Standard. In: AutoEMC.net 2006. Conference Proceedings. 2006

[EMC 2008] Svačina, S. a kol: Encyklopedie EMC. Dostupné na: http://www.radio.feec.vutbr.cz/emc/index.php?src=node81

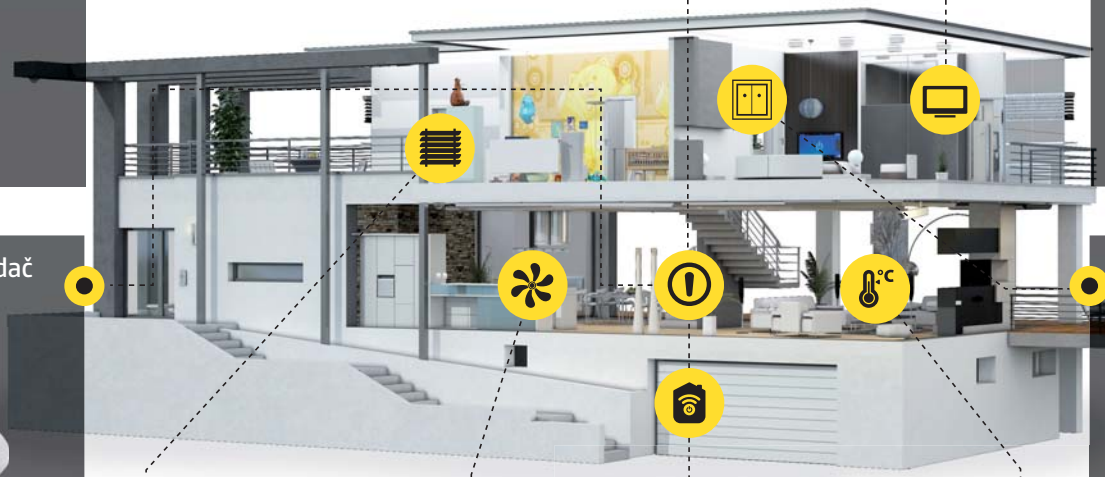
KOMPLEXNÉ RIEŠENIE
ELEKTROINŠTALÁCIE

ELKO EP SLOVAKIA, s.r.o. | Benkova 18, 949 11 Nitra, SK | +421 37 6586 731 / 33 | elkoep@elkoep.sk

Bezdrôtová ovládacia dotyková jednotka



Multimediálna nadstavba systému iNELS



Bezdrôtový ovládač s oled displejom

Domové vypínače a zásuvky

Bezdrôtový systém

Modulové elektronické prístroje

Inteligentný elektro-inštalačný systém

ELKO ep www.elkoep.sk | tel: 37 6586 731

Energetická efektivita

Spoločná cesta k úspechu

Schneider Electric poskytuje audit, poradenstvo, prvky, riešenia a servis v oblasti efektívneho manažmentu energií. Tieto služby vám môžu ušetriť značné množstvo energie v podniku, budove alebo infraštruktúre a tak pomôcť k ďalšiemu rastu našej planéty a vašej spoločnosti.

www.schneider-electric.sk
www.mojvypinac.sk

Schneider Electric

ETI predstavuje nové produktové rady pre nadprúdové a prepäťové ochrany fotovoltaických systémov

www.etielb.sk

ETI ELB

Green protect

Názov: **Bezpečnosť práce na elektrických inštaláciách a elektrických zariadeniach**
Výchova a vzdelávanie elektrotechnikov
Zborník prednášok z odborného seminára

Formát: A4

Vydané: február 2013

Vydala: SES pobočka Liptovský Mikuláš

Vydanie: prvé

Počet strán: 126

Náklad: 140

ISBN 978-80-89456-11-6

Určené pre účastníkov odborného seminára

neprešlo jazykovou úpravou

ŠKOLIACE PRACOVISKO ELEKTROTECHNIKOV

SES

člen

ISBN 978-80-89456-11-6