



# Metódy merania uzemnenia s tipmi a trikmi na meranie s prístrojom Chauvin Arnoux PylonBox



**Ing. Jan Kančo**

**technicko-obchodný špecialista firmy GHV Trading, spol. s r.o.**

Venuje sa problematike prenosných meracích a testovacích prístrojov.

Svoje znalosti a skúsenosti odovzdáva ďalej na odborných seminároch, prezentáciách a školeniach prenosnej meracej techniky z oblasti termovízie, analýzy sietí, revíznej techniky alebo priemyselnej údržby.

Medzi jeho súkromné záujmy patrí najmä história 20. storočia, cestovanie, veda a technika.

Rád objavuje krásy nielen českej a slovenskej krajiny, ale tiež krásy amerických veteránov.

Uzemnenie, jeho realizácia a meranie, je rozsiahlou témou mnohých diskusií a jednou zo základných požiadaviek na garantovanie bezpečnej a spoľahlivej inštalácie. Cieľom tohto článku je stručný prehľad o metódach merania uzemnenia so zameraním na meranie sílpov VN pomocou unikátneho prístroja firmy Chauvin Arnoux (sada prístrojov Pylonbox C.A 6472 + C.A 6474).

Účelom uzemnenia je okrem ochrany ľudí, výrobných budov alebo zariadení poskytnúť bezpečnú cestu pre rozptýlenie poruchových prúdov, úderov blesku, statických výbojov alebo rušení. Táto cesta slúži na uzavretie slučky späť k transformátoru. Musí byť dostatočne „široká“, aby v prípade potreby zabezpečila prietok dostatočne veľkého prúdu pre správne vybavenie istiacich prvkov v elektroinštalácii a zabránila tým úrazom a hmotným škodám. Vyššia hodnota uzemnenia môže mať za následok pomalšie otvorenie ističa alebo poistky. Bez kvalitného uzemňovacieho systému môže dôjsť k úrazu elektrickým prúdom, k chybám inštalovanej technológie, k problémom s harmonickým skreslením alebo účinníkom a k ďalším nepríjemným efektom. Tomu má správne navrhnutý, správne inštalovaný a správne udržiavaný systém zabrániť.

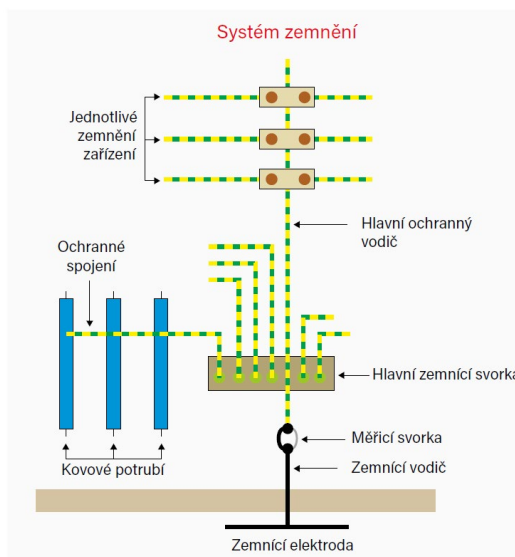
Zameriame sa na posledný bod, správnu údržbu a čiastočne aj na návrh systému.

Pripomeňme si ale čo to znamená, keď hovoríme o uzemnení, môžeme naň nazerať ako na 2 nezávislé systémy:

1. Zemnenie zariadenia – spojenie všetkých vodivých častí zariadenia v jednom bode. Toto spojenie zabraňuje rozdielom v potenciáli a nevytvára nebezpečné napätie medzi zariadeniami.

2. Zemnenie inštalácie – zámerné spojenie vodiča inštalácie (daný bod v sieti, inštalácii alebo na stroji) a zemniacou elektródou. Táto zemná elektróda je vodivá časť, ktorá je umiestnená v zemi alebo vo vodivom médiu a je v elektrickom kontakte so zemou. Problém je v tom, že zem a spojenie so zemou nemusia byť dobrými vodičmi.

Tieto dva systémy sú defacto navzájom izolované a zámerne spojené iba v jednom bode.

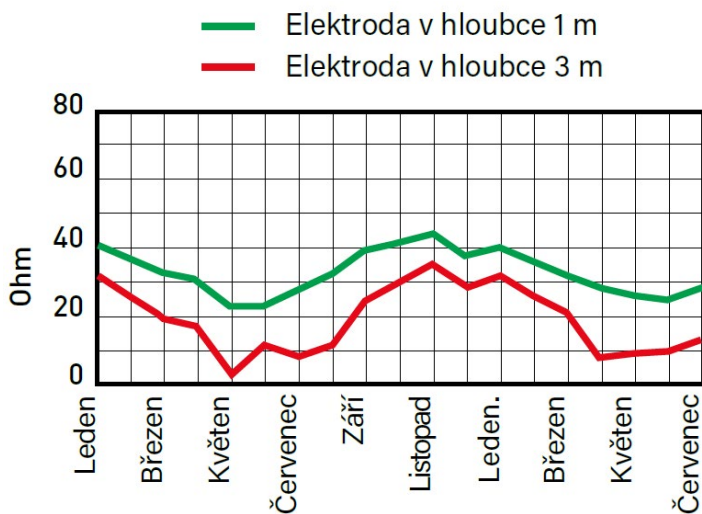


Obr. č. 1 Základná schéma zemniaceho systému



1. Meranie rezistivity pôdy

Zastavme sa pri návrhu uzemňovacieho systému. Dôležitým parametrom pri návrhu je rezistivita pôdy ( $\rho$ ). Udáva sa v ohmetroch ( $\Omega\text{m}$ ). Hodnota odpovedá teoretickému odporu valca (v ohmoch) s prierezom  $1\text{ m}^2$  a dĺžkou  $1\text{ m}$  danej zeminy. Čím nižší je tento odpor, tým nižší je odpor zemnej elektródy v danom mieste. Rezistivita sa výrazne líši podľa regiónu a typu pôdy (pre ilustráciu tab. č. 1), a pretože závisí aj na úrovni vlhkosti a teploty, tak ju zvyšuje mráz alebo sucho. Preto sa môže zemný odpor líšiť podľa ročného obdobia alebo podmienok merania. Teplota a vlhkosť sa stávajú stabilnejšími s rastúcou hĺbkou a vďaka tomu, čím hlbšie je uzemňovací systém uložený, tým je menej citlivý na zmeny prostredia. Odporúča sa zemnú elektródu umiestniť čo najhlbšie.



Obr. č. 2 Vplyv ročného obdobia na hodnotu uzemnenia

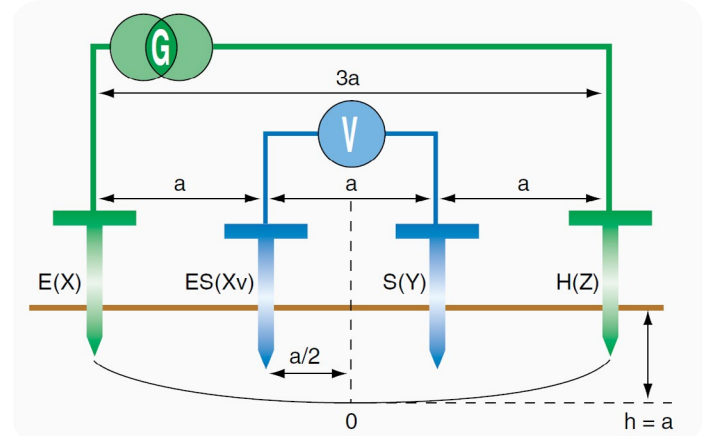
Typ pôdy	Bežná hodnota rezistivity ( $\Omega\text{m}$ )
Blato	Jednotky až 30
Hlina	20 – 100
Jurské sliene	30 – 40
Hlinený piesok	50 – 500
Mäkký vápenec	100 – 300
Popraskaný vápenec	500 – 1 000
Kremičitý piesok	200 – 3 000
Trávnatá kamenistá pôda	300 – 500
Sľuda bridlice	800
Holá kamenistá pôda	1500 – 3 000
Rozkladajúca sa žula a pieskovec	1500 – 10 000

Tab. č. 1 Bežné hodnoty rezistivity

K jej meraniu sa používajú najčastejšie Wennerova a Schlumbergerova metóda, ktoré vychádzajú z rovnakého princípu merania pomocou 4 sond (4P).

Wennerova metóda

Táto najpoužívanejšia metóda je vhodná na meranie rezistivity v jednej hĺbke. Ide o 4 elektródy umiestnené v priamke a s konštantnou vzdialenosťou. Na vonkajšie sondy E a H je pripojený prúdový generátor a na vnútorné S a ES potom voltmeter, medzi ktorými je meraný rozdiel potenciálov.



Obr. č. 3 Wennerova metóda merania rezistivity (alternatívne označenie elektród X, Xv, Y a Z)

Výpočet je potom veľmi jednoduchý:

$$\rho_w = 2 \pi a R$$

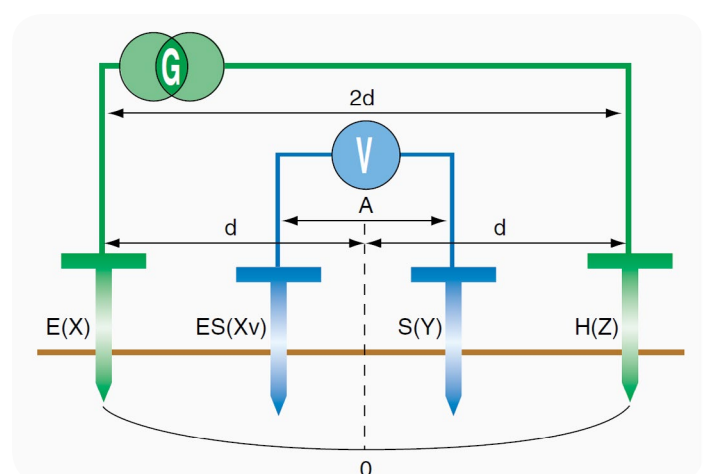
a ... vzdialenosť elektród v m

R ... meraná hodnota v  $\Omega$

a výsledkom je rezistivita v hĺbke  $h = a$  pod bodom 0 (stred merania).

Schlumbergerova metóda

Táto metóda je vhodná na meranie rezistivity vo viacerých hĺbkach (rezistívne mapy). Ide opäť o 4 elektródy umiestnené v priamke, ale vonkajšie a vnútorné elektródy majú rozdielne vzdialenosti. Na vonkajšie sondy E a H je pripojený prúdový generátor a na vnútorné S a ES potom voltmeter, medzi ktorými je meraný rozdiel potenciálov. Pretože:



Obr. č. 4 Schlumbergerova metóda merania rezistivity (alternatívne označenie elektród X, Xv, Y a Z)



$$\rho_s = (\pi * (d^2 - A^2/4) * R) / A$$

A ... vzdialenosť vnútorných elektród v m  
d ... polovica vzdialenosti vonkajších elektród  
R ... meraná hodnota v  $\Omega$

a výsledkom je rezistivita **pod bodom 0** (stred merania).

Táto metóda je vhodná hlavne z praktického hľadiska, pretože na vytvorenie hĺbkového profilu stačí presúvať iba vonkajšie elektródy.

#### Odporúčania, výhody, nevýhody

- vzdialenosť a pri Wennerovej metóde by nemala byť menšia ako 4 m, potom môžu polia vznikajúce okolo vonkajších elektród ovplyvňovať merania,
- hĺbka zaradenia elektród nesmie prekročiť 20 % a (preto sú lepšie väčšie vzdialenosti medzi sondami),
- kovové predmety a rušivé polia môžu ovplyvniť meranie. Je vhodné opakovať merania s rôznymi polohami sond okolo toho istého stredu (aspoň 2 merania s navzájom otočenými radmi sond o 90°),
- uzemňovací systém by mal byť umiestnený v hĺbke s najmenšou rezistivitou.

#### Čím merať

- bežné revízne prístroje neponúkajú 4P metódy. Na to sú určené špecializované prístroje na meranie uzemnenia, napríklad [C.A 6470](#) a [C.A 6472](#) s automatickým výpočtom rezistivity alebo [C.A 6460](#) a [C.A 6462](#) s potrebou manuálneho výpočtu.

## 2. Meranie uzemnenia

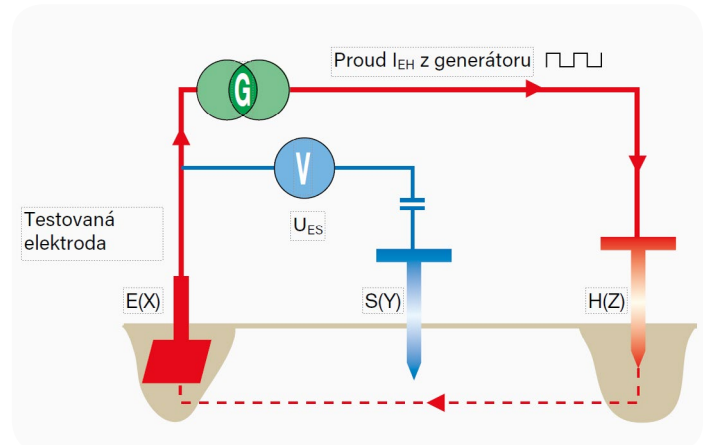
V priebehu času môžu korozívne pôdy s vysokým obsahom vlhkosti, vysokým obsahom solí, hrdzou a vysokými teplotami degradovať zemný systém a jeho spojenie. Odpor uzemňovacieho systému sa preto môže časom zvýšiť napriek tomu, že bol po inštalácii nízky. Účelom testovania je určiť stav uzemňovacieho systému v čase. Odporúča sa kontrolovať uzemnenie ako súčasť prediktívnej údržby. Pri týchto pravidelných kontrolách, ak je meraná hodnota odporu vyššia o viac ako 20 %, by mal technik preskúmať zdroj problému a vykonať potrebnú korekciu na zníženie odporu výmenou alebo pridaním zemniacich tyčí, alebo opravou chybných spojení v zemnom systéme.

Je možné použiť rôzne metódy merania, v závislosti na vlastnostiach inštalácie: či je možné odpojiť napájanie inštalácie alebo odpojiť zemniacu elektródu, či ide o systém s jednou zemnou elektródou alebo je pripojená na iné, aká hodnota odporu je meraná, kde je inštalácia umiestnená (mestské alebo vidiecke prostredie) atď.

### 3P metóda (62 %), 2 sondy, rozpojený vodič

Metóda 62 % je jednou z najpoužívanejších vďaka svojej presnosti a bezpečnosti. Princípom je injektovanie striedavého prúdu  $I$  z generátora  $G$  (napájaný z batérií prístroja) do pomocnej elektródy  $H$  a zatvorenie slučky späť cez meranú elektródu  $E$ . Voltmetrom sa potom meria napätie medzi pomocnou elektródou  $S$  a meranou elektródou. Zo známeho prúdu a meraného napätia sa potom vypočíta odpor:

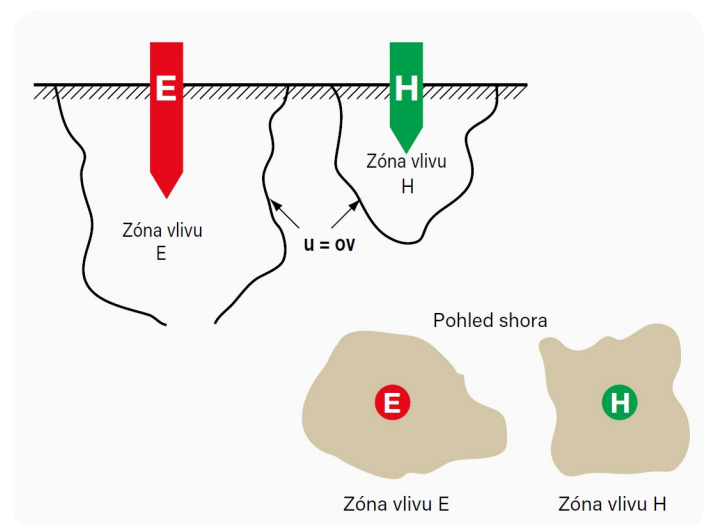
$$R_E = U_{ES} / I_{EH}$$



Obr. č. 5 Metóda 3P 62 %

Je potrebné si uvedomiť, že v blízkosti zemnej elektródy či už meranej alebo pomocnej, existuje zóna, kde je prúd najprv odoberaný samotnou elektródou. Na tomto mieste existuje potenciál vďaka odporu pôdy. S rastúcou vzdialenosťou rastie počet „paralelných“ spojení (blíži sa nekonečnu) a odpor klesá k nule.

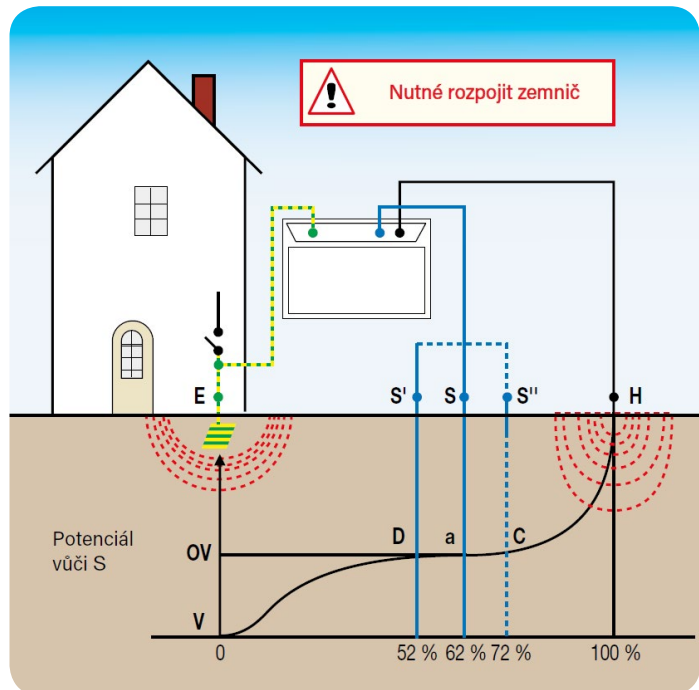
Vďaka tomu je v týchto oblastiach nulové napätie. Pomocná meracia elektróda musí byť umiestnená práve do oblasti s nulovým potenciálom.



Obr. č. 6 Zóny vplyvu

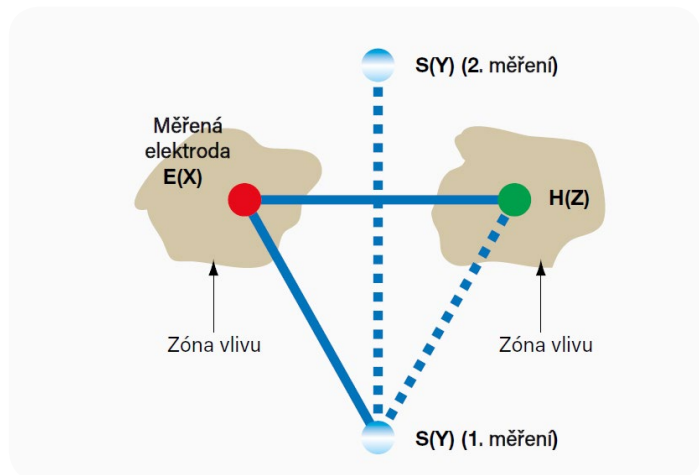


Zemný potenciál má obvykle priebeh krivky na obr. č. 7 a nulové napätie je najčastejšie okolo vzdialenosti 62 % medzi meranou elektródou a elektródou H (preto metóda 62 %). Bohužiaľ, tvar a veľkosť oblastí nie sú známe, a preto je potrebné meranie overiť. To sa najčastejšie urobí tak, že sa pomocná sonda S posunie o 10 % na jednu aj druhú stranu. Ak sa hodnota odporu výraznejšie mení, potom je sonda S v zóne vplyvu a je treba sondu H umiestniť do väčšej vzdialenosti.



Obr. č. 7 Zemný potenciál medzi elektródou E a sondou H

Ak nie je možné presunúť sondu H fyzicky do väčšej vzdialenosti, je možné použiť trojuholníkovú konfiguráciu obr. č. 8. Vykonávajú sa vždy 2 merania. Ak sú rozdielne, tak je elektróda S v zóne vplyvu a je potrebné posunúť ju ďalej. Táto úprava je menej presná a rizikom je, že ak sa sféry vplyvu prekrývajú, tak nemusíme odhaliť chybu merania, pretože obe merania budú rovnaké.



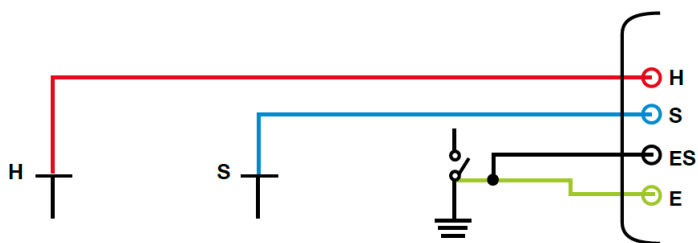
Obr. č. 8 Modifikácia metódy 62 %

### Čím merať

• je to najbežnejšia metóda na združených revízných prístrojoch ako je [C.A 6116N](#) alebo [C.A 6117](#). Nájdete ju ale aj v základných meračoch uzemnenia, napríklad [C.A 6422](#) a [C.A 6424](#) a rovnako tak sú implementované v špecializovaných meračoch uzemnenia, napríklad [C.A 6470](#), [C.A 6472](#), [C.A 6460](#) a [C.A 6462](#).

### 4P metóda (62 %), 2 sondy, rozpojený vodič

Pre veľmi malé odpory uzemnenia (niekoľko Ohmov) je pri 3P metóde problém s tým, že v meranej hodnote je zahrnutý aj odpor meracieho vodiča E. Pre tieto prípady sa používa metóda 4P, ktorá je modifikáciou metódy 3P. Rozdiel je v tom, že napätie sa meria priamo na meranej elektróde a nie na svorkách prístroja. Vďaka tomu sa odpory meracích vodičov neprejavujú.



Obr. č. 9 4P verzia metódy 62 %

### Odporúčania, výhody, nevýhody

- výhodou metódy je jej nezávislosť, zdrojom prúdu je merací prístroj. Tým pádom je možné testovať aj inštalácie, ktoré nie sú dokončené a pripojené na sieť.
- nevýhodou je nutnosť rozpojenia meranej elektródy, čo môže byť časovo náročné a počas merania je ochrana inštalácie nefunkčná (v prípade zemnenia jednou elektródou). Ak by pri meraní nebola rozpojená, tak by mohli vodivé potrubia v okolí (voda, plyn) fungovať ako dodatočné zvodiče a hodnota uzemnenia by bola menšia ako skutočná. Ak teda vykonáte meranie s rozpojením a bez neho a hodnoty budú približne rovnaké, potom tu takéto „nechcené“ elektródy nie sú.
- pre každý zvod sa odporúča vykonať meranie nielen pre rôzne vzdialenosti S, ale taktiež rôzne pozície elektródy H (vytvoríme vejárovité rozloženie so spoločným bodom E). Eliminujeme tak prípadné vplyvy zemných potenciálov.

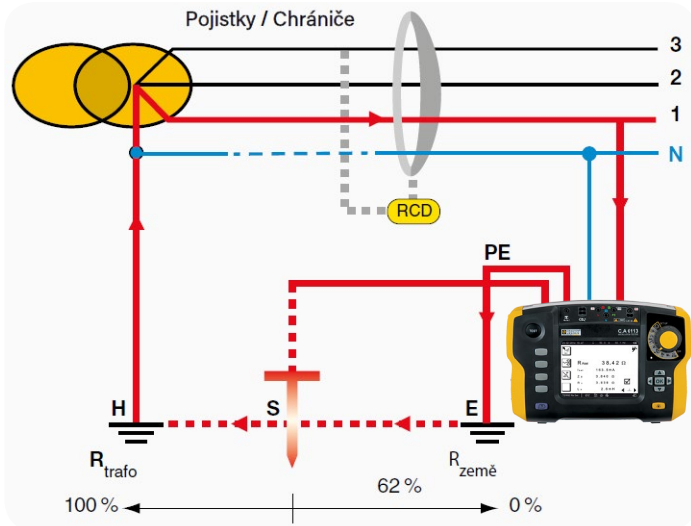
### Čím merať

• bežné revízne prístroje neponúkajú 4P metódy. Na to sú určené špecializované prístroje na uzemnenie, napríklad [C.A 6470](#) a [C.A 6472](#) s automatickým výpočtom rezistivity alebo [C.A 6460](#) a [C.A 6462](#) s nutnosťou manuálneho výpočtu. [C.A 6470](#), [C.A 6472](#), [C.A 6460](#) a [C.A 6462](#).



### 3P metóda (62 %), 1 sonda, bez rozpojenia vodiča

Táto nie často používaná metóda vychádza zo štandardnej metódy 3P 62 %. Používa iba jednu elektródu S. Miesto elektródy H je defacto použitý zemnič napájacieho transformátora a ako E je použitý vodič inštalácie. V tomto prípade je vzdialenosť medzi H a E konštantná. Sonda S sa umiestňuje do vzdialenosti 62 % medzi tieto body a platia pre ňu rovnaké pravidlá ako pre bežné merania.



Obr. č. 10 Metóda 62 % s jednou sondou a bez rozpojenia

#### Odporúčania, výhody, nevýhody

- výhodou metódy je, že nie je potrebné rozpájať meranú inštaláciu a umiestňuje sa iba jedna sonda do zeme,
- nevýhodou je nutnosť zaistenia napájania z inštalácie (musí byť pod napätím) a nie je možné meniť vzdialenosť medzi H a E.

#### Čím merať

- je to metóda implementovaná do združených revízných prístrojov ako je [C.A 6116N](#) alebo [C.A 6117](#).

### Impedancia slučky, bez sond, bez rozpojenia vodiča

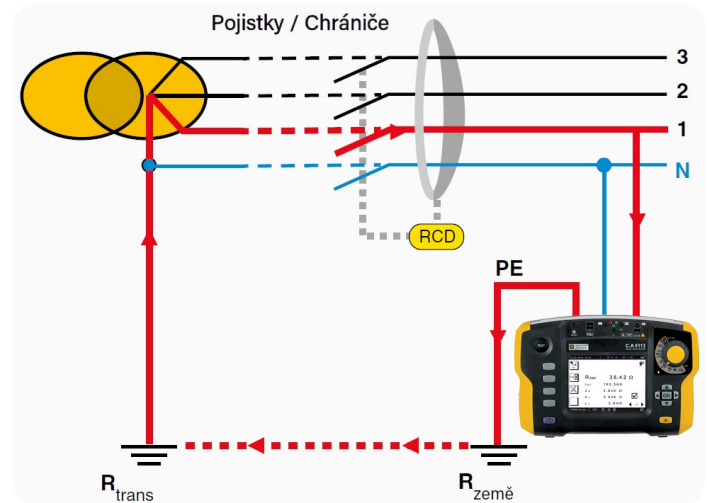
Vo veľa prípadoch nie je možné použiť sondy do zeme. Hlavne v mestách sa preto musí použiť metóda, kde sondy nie sú potrebné. Meranie slučky Fáza – PE

#### Odporúčania, výhody, nevýhody

- výhodou metódy je, že nie je potrebné rozpojovať meranú inštaláciu a umiestňovať sondy do zeme,
- nevýhodou je, že v meranej hodnote sú započítané aj prechodové odpory vodičov, odpory vodičov samotných, vinutie traťa, uzemnenie traťa. Namieraná hodnota je tak vždy väčšia ako skutočná.

#### Čím merať

- je to metóda implementovaná do združených revízných prístrojov ako je [C.A 6116N](#) alebo [C.A 6117](#).

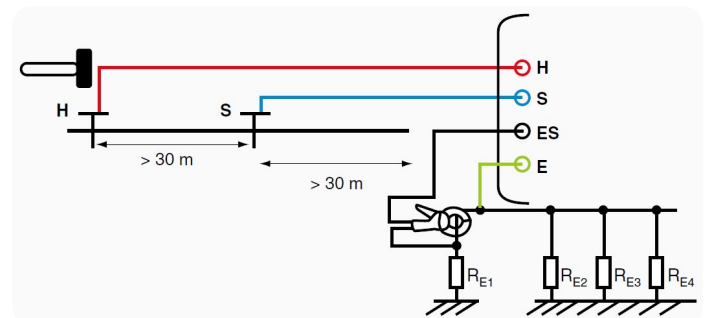


Obr. č. 11 Metóda impedancie slučky

Predchádzajúce metódy sú vhodné hlavne na meranie systémov s jednou, alebo malým počtom uzemňovacích elektród. Pri veľkom počte elektród by ich rozpájanie bolo zdĺhavé a bez rozpojenia by meraná hodnota odpovedala ekvivalentnému odporu celej inštalácie a nie konkrétnemu zvodu, pretože u nich nedokážeme určiť, aké množstvo generovaného prúdu tečie danou elektródou a koľko inou. Práve preto boli vyvinuté selektívne metódy merania pomocou kliešťových prevodníkov.

### 4P selektívna metóda, 2 sondy, 1 kliešte, bez rozpojenia vodiča

Princíp je rovnaký ako pri klasickej 4P metóde, ale prúd sa meria daným zvodom a ten vstupuje do výpočtu odporu.



Obr. č. 12 Selektívna 4P metóda

#### Odporúčania, výhody, nevýhody

- nie je potrebné rozpojovať meraný obvod, šetrí čas pre inštaláciu,
- stále sú potrebné sondy do zeme.

#### Čím merať

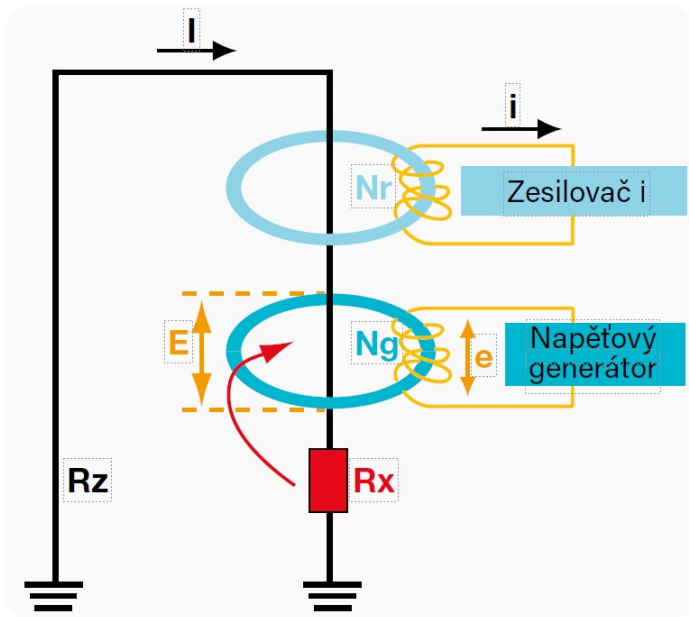
- túto metódu ponúka iba obmedzené množstvo prístrojov. Jedným z nich je [C.A 6472](#).



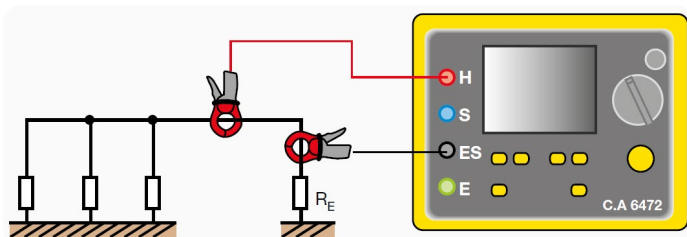
### Selektívna metóda dvoch klieští bez sond, 2 kliešte, bez rozpojenia vodiča

Ide o najrýchlejší spôsob merania. Generátor aj merací obvod prúdu je viazaný indukčne. Výsledkom merania ale nie je hodnota odporu konkrétnej elektródy, ale sériovo-paralelná kombinácia všetkých odporov.

$$R_{loop} = R_x + R_{earth} + (R1 // R2 // R3...//R_n) + R_{earth-wire}$$



Obr. č. 13 Princíp selektívnej metódy dvoch klieští



Obr. č. 14 Meranie pomocou 2 klieští

#### Odporúčania, výhody, nevýhody

- nie je potrebné rozpojovať meraný obvod, šetrí čas pre inštaláciu,
- nie sú potrebné sondy v zemi, vhodné pre zástavbu v meste,
- ak je inštalácia tvorená iba jedným zvodom, potom je potrebný pomocný vodič so sondou, aby bola uzatvorená slučka,
- naopak je veľmi vhodná pre veľké množstvo zvodov. Ako príklad uvažujme o 11 zvodoch s hodnotou 20 Ω. Meraná elektróda je pri našom meraní v sérii a ostatné sú paralelné. Výsledkom je  $R_{loop} = 20 + 1 / 10 * (1/20) = 20 + 2 = 22 \Omega$ .

Najväčší vplyv má práve sériová hodnota, teda odpor meranej elektródy. Vďaka tomu, že sériový odpor má najväčší vplyv, je ľahké odhaliť chybný zvod. Stačí obísť inštaláciu a hľadať ten najhorší prípad. Pre malý

počet zvodov vhodná nie je (pre dva zvody by hodnota pre rovnaký príklad bola  $R_{loop} = 20 + 20 = 40 \Omega$ ).

- hodí sa na rýchlu pravidelnú údržbu, kde nie je potrebná presná hodnota, ale stačí odhalenie najhoršieho zvodu,
- a samozrejme nedá sa použiť tam, kde sú elektródy spojené v zemi, pretože výsledok v radoch desiatín ohmov nie je hodnotou uzemnenia, ale odporom všetkých drôtov a spojov systému. V tom prípade je nutné zvody rozpojovať a zvoliť jednu z predchádzajúcich metód.

#### Čím merať

- túto metódu ponúkajú špecializované prístroje s integrovaným vysielačom aj prijímačom do jedného celku ako sú [C.A 6416](#), [C.A 6417](#) a [C.A 6418](#). Oproti prístrojom s oddelenými kliešťami, ako napríklad [C.A 6472](#), umožňujú meranie v stiesnených priestoroch. Pri oddelených kliešťoch nemôžu byť totižto obe kliešte blízko seba, aby sa neovplyvňovali, čo je niekedy nespĺniteľné. Prístroje „obe v jednom“ majú časti oddelené a majú tento vplyv kompenzovaný.

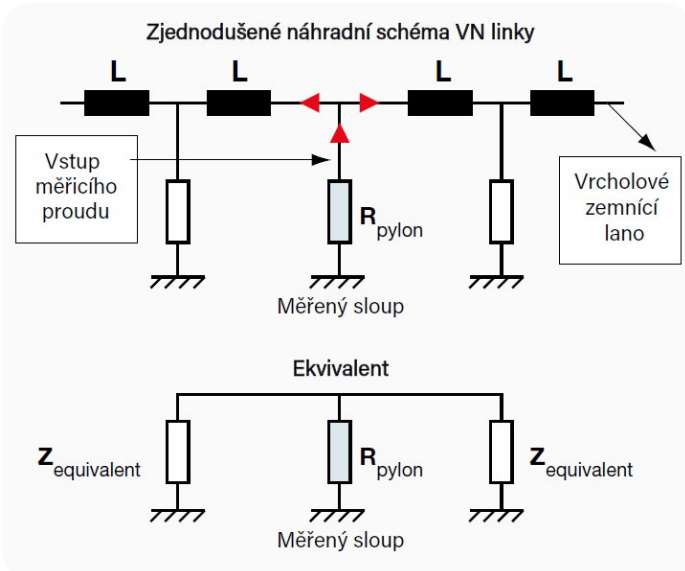
### 3. Meranie na stĺpoch vysokého napätia

Kombináciou uvedených metód je potom meranie na stĺpoch vysokého napätia. Sú preto potrebné špeciálne prístroje, ktoré kombinujú 4P a selektívne metódy a umožňujú komplexné meranie na jednotlivých stožiaroch.

Popíšeme si meranie pomocou sady prístrojov od renomovaného francúzskeho výrobcu Chauvin Arnoux, sadu C.A 6472 + C.A 6474 so skráteným názvom PylonBox. Táto sada je priamo určená na meranie týchto systémov. Budeme si popisovať meranie na stĺpoch so 4 nohami, ale postupy platia aj pre stĺpy s menej nohami, prístroj je na takéto merania prispôbený.

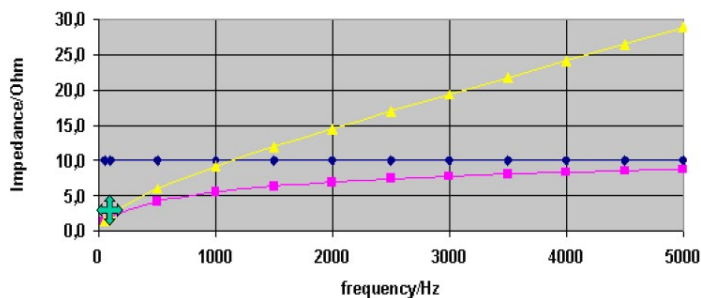
Z náhradnej schémy linky si môžeme všimnúť jeden rozdiel oproti predchádzajúcemu meraniu. A to je defacto obojstranné uzemnenie. Stĺpy sú uzemnené nielen na strane pätičiek, ale taktiež pomocou zemniaceho vrcholového lana, ktoré chráni linku voči účinkom blesku. Poruchový prúd preto môže tiecť dole do pätičiek, ale tiež cez zemniace lano do ostatných stĺpov linky. Pri bežných metódach by bolo potrebné na meranie lano odpojiť a po meraní opäť zapojiť (čo je nebezpečné, nepraktické, zdĺhavé a drahé), pretože aj v prípade poruchy uzemnenia daného stĺpu by výsledok merania vďaka paralelným spojeniam ukazoval nízke hodnoty. Ak ale použijeme selektívne meranie prúdu každou nohou, môžeme zmerať jednotlivé prúdy a tým aj hodnotu uzemnenia stožiaru aj s pripojeným lanom. Modifikáciou zapojenia potom možno odhaliť prípadnú poruchu na pripojení zemniaceho lana. Toto je obrovská výhoda merania so systémom PylonBox.





Obr. č. 15 Náhradná schéma VN linky

Ďalšou dôležitou vlastnosťou, ktorá vychádza z ekvivalentného merania je, že parazitné vedenie spôsobuje posun od čisto rezistívneho charakteru do indukčného charakteru. Bežné meracie prístroje vykonávajú merania na frekvencii 128 Hz. Pretože bežné inštalácie môžeme považovať za čisto rezistívne, tak nie sú frekvenčne závislé a hodnota odporu sa nemení. Impedancie stĺpov VN ale majú indukčný charakter a veľmi závisia na frekvencii. Pretože systém zemnenia musí chrániť nielen proti sieťovej frekvencii, ale taktiež proti úderom bleskov (cca 30kHz), tak je potrebné preveriť impedanciu nielen na nízkych, ale taktiež na vysokých frekvenciách. Systém Pylonbox meria frekvenciu až 5kHz, čo je kompromis medzi presnosťou a citlivosťou prístroja.



Obr. č. 16 Frekvenčná závislosť impedancie

Na obr. č. 16 vidíme bod a 3 krivky na ktorých si popíšeme rozdiely.



... meraná hodnota cca 2 Ω meraná klasickou 4P metódou. Táto hodnota by kohokoľvek potešila, ale bohužiaľ neodpovedá realite. Paralelne pripojené impedancie znižujú jeho hodnotu

... klasická metóda, ale bolo použité frekvenčné rozmietanie. Hodnoty odpovedajú veľmi zhruba skutočnej hodnote.

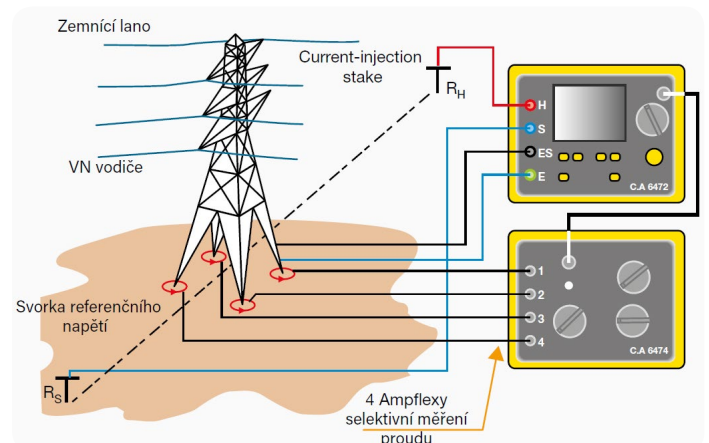
... selektívne meranie s frekvenčným rozmietanim. Pretože meriame iba rezistívnu zložku (neberieme do úvahy prúd zemným lanom, preto nie sú pripojené paralelné impedancie), tak je odpor konštantný 10 Ω

... komplexné meranie impedancie vedenia a hodnotenia kvality pripojenia ochranného uzemňovacieho lana. V tomto prípade krivka s frekvenciou stále stúpa (neláme sa), čo znamená, že impedancia bude v prípade porúch veľmi veľká a systém nebude prenášať poruchový prúd v prípade blesku => táto linka je teda potenciálne nebezpečná

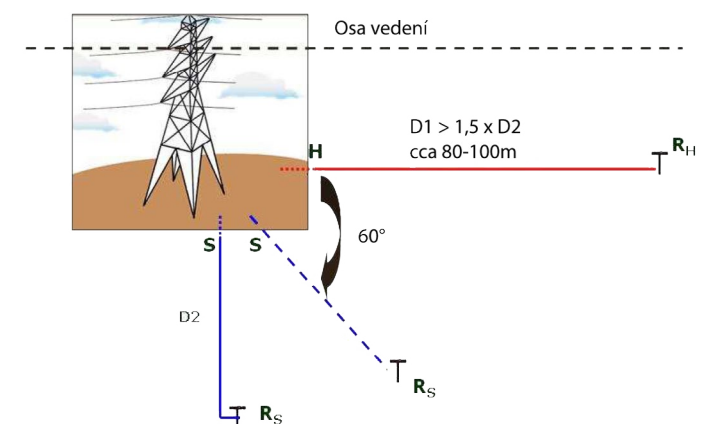
Podme si stručne opísať, ako takéto merania uskutočniť.

### Aktívne meranie

Ide o rovnako generovaný prúd ako pri 3P a 4P metóde. Zdrojom meracieho signálu je merací prístroj a prúd sa meria selektívne na každej nohe pomocou Rogowského cievok (mechanicky výhodnejšie ako magnetické obvody, taktiež nazývané Ampflexy). Prúd generovaný do pomocnej sondy RH sa vracia jednotlivými nohami do svorky E a napätie sa meria medzi RS a ES.



Obr. č. 17 Základné zapojenie sady PylonBox



Obr. č. 18 Modifikované zapojenie PylonBox



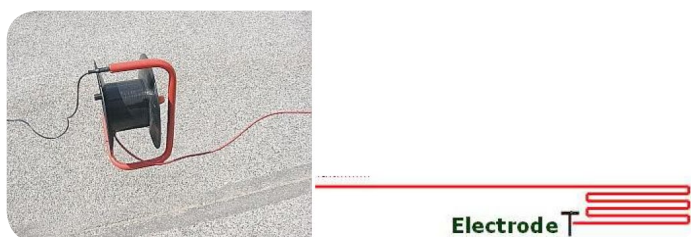


### Odporúčania, výhody, nevýhody

- svorka E **musí** byť vždy umiestnená nad cievkami, aby prúd, ktorý tečie cez susedné stĺpy a zemné lano „zhora“, bol odobraný ešte pred tým, ako pretečie Rogowského cievkami,
- vzdialenosť medzi centrom stĺpu a sondami H a S by mala byť väčšia ako 50 m. V praxi sa často používa modifikované trojuholníkové zapojenie. Jeho výhodou je, že jeden z vodičov smeruje pozdĺž linky, kde býva menej prekážok. Druhá sonda je potom odklonená od osi linky o min. 60°. Dĺžka pozdĺžnej sondy musí byť aspoň 1,5 x väčšia ako druhej pomocnej o 60° sklonenej,
- pomocné vodiče nesmú ležať pozdĺž dlhých vodičových predmetov, ktoré by mohli spôsobiť zemný potenciál (koľajnice, ploty, potrubia,...). Odporúča sa použiť trojuholníkové riešenie,
- záleží taktiež na odporoch samotných pomocných sond a ich vzťahu k meranej impedancii. Hodnota RH by mala byť menšia ako 2,5 k $\Omega$  (pre meranie s rozmiestaním do 5 KHz by nemala presiahnuť 1 k $\Omega$ ) a RS by nemala presiahnuť 8 k $\Omega$  - tieto hodnoty je možné zobrazíť na prístroji, meria ich automaticky. V prípade väčšieho odporu je možné:
  - zaraziť sondy hlbšie
  - pridať do vzdialenosti 2 m pomocnú sondu a spojiť ju s prvou
  - poliať okolie sondy vodou alebo pôdu presoliť a zhutniť

V praxi by sa pomer odporov sond a meranej hodnoty mal pohybovať v rozsahu (RH + RS) / RE < 5 000 alebo < 3 000

- induktívny charakter môže byť čiastočne spôsobený chybnou inštaláciou sond. Cievky je potrebné plne rozvinúť a poskladať ich symetricky za pomocnú elektródu. Vodiče majte čo možno najrovnejšie.



Obr. č. 19 Inštalácia pomocných sond

### Pasívne meranie

Slúži hlavne na kontrolu správnosti aktívneho merania. Pretože princíp funkcie vychádza zo štandardnej 4P metódy, ovplyvňuje meranie zemný potenciál a ďalšie rušenia.

### Rušivé napätie $U_{S-E}$ a $U_{H-E}$

Režim Act. Zobrazuje skutočné hodnoty šumového napätia alebo prúdu. Na tejto obrazovke možno skontrolovať či  $U_{S-E}$  a  $U_{H-E}$  majú podobné hodnoty, čo znamená, že elektródy sú mimo od oblasti ovplyvnenej potenciálom pylónu. Ak je jedna z hodnôt  $U_{S-E}$  a  $U_{H-E}$  menšia ako druhá, potom by mala byť elektróda presunutá ďalej od vedenia. Kvôli rýchlym zmenám energie vo vysokonapäťovom systéme, indukované prúdy a napätie  $U_{S-E}$  a  $U_{H-E}$  môžu byť nestabilné.

### Rušivé prúdy

Vysokonapäťový systém generuje indukovaný prúd do zemného vedenia. Časti tohoto prúdu pretekajú nohami pylónu. Režim zobrazenia s názvom „Act“. Zobrazuje skutočné hodnoty šumu meraného senzormi Ampflex. Na tejto obrazovke je možné skontrolovať jednotlivé prúdy (I1, I2, I3, I4) v každej vetve a porovnať ju so súčtom všetkých vetví (I1 + I2 + I3 + I4). Ak  $I_{sel} = I1 + I2 + I3 + I4$  je cca. nula, zatiaľ čo každé rameno vykazuje prúdy > 10 mA, potom nie je stožiar správne pripojený k uzemňovaciemu vodiču.

### Čím merať

- Ide o veľmi špecifickú skupinu prístrojov. Pre tieto komplexné merania [C.A 6472](#) + [C.A 6474](#) (v sade PylonBox).

Verím, že ste sa z tohoto článku dozvedeli pár užitočných informácií, ktoré využijete pri svojej práci. Ako zástupcovia firmy Chauvin Arnoux radi pomôžeme nielen pri výbere vhodného typu z našej širokej ponuky, stačí sa na nás obrátiť.



**GHV Trading, spol. s r.o.**  
Edisonova 3, 612 00 Brno

CZ tel.: +420 541 235 532-4  
SK tel.: +421 255 640 293



**GSM CZ:** +420 724 570 101

[jan.kanco@ghvtrading.cz](mailto:jan.kanco@ghvtrading.cz)  
<http://www.ghvtrading.cz>

**IČO:** 18826717  
**DIČ:** CZ18826717

