

# Metody měření uzemnění a tipy a triky pro práci s přístrojem Chauvin Arnoux PylonBox - 2. díl

Uzemnění, jeho provedení a měření, je obsáhlým tématem mnoha diskusí a jedním ze základních požadavků pro garantování bezpečné a spolehlivé instalace. Cílem tohoto článku je stručný přehled o metodách měření uzemnění se zaměřením na měření sloupů VN pomocí unikátního přístroje firmy Chauvin Arnoux (sada přístrojů Pylonbox C.A 6472 + C.A 6474).

Ing. Jan Kančo,  
GHV Trading, spol. s r.o.

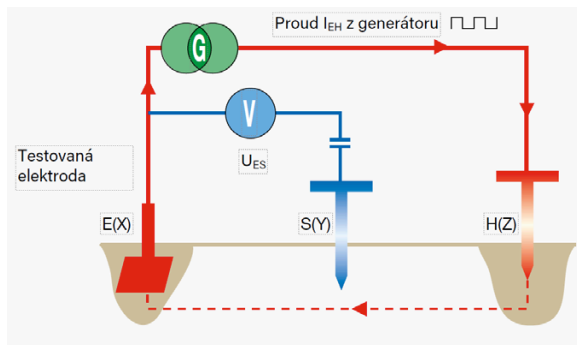
## 2. Měření uzemnění

V průběhu času mohou korozivní půdy s vysokým obsahem vlhkosti, vysokým obsahem solí, rzí a vysokými teplotami degradovat zemní systém a jeho spojení. Odpor uzemňovacího systému se proto může časem zvýšit, přestože byly po instalaci nízké. Účelem testování je určit stav uzemňovacího systému v čase. Doporučuje se kontrolovat uzemnění jako součást prediktivní údržby. Při těchto pravidelných kontrolách, pokud je měřená hodnota odporu vyšší o více než 20%, měl by technik prozkou-

mat zdroj problému a provést nezbytnou korekci ke snížení odporu výměnou nebo přidáním zemnicích tyčí nebo opravou vadných spojení v zemním systému.

Lze použít různé metody měření, v závislosti na vlastnostech instalace: zda je možné odpojit napájení instalace nebo odpojit zemnicí elektrodu, zda jde o systém s jednou zemní elektrodou nebo je připojena k jiným, jaká hodnota odporu je měřena, kde je instalace umístěna (městské nebo venkovské prostředí) atd.

Obr. 5 Metoda 3P 62%



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

Metoda 62% je jednou z nejpoužívanějších vůbec díky své přesnosti a bezpečnosti. Principem je injektování střídavého proudu I z generátoru G (napájený z baterií přístroje) do pomocné elektrody H a uzavření smyčky zpět přes měřenou elektrodu E. Voltmetrem se potom měří napětí mezi pomocnou elektrodou S a měřenou elektrodou. Ze známého proudu a měřeného napětí se poté vypočítá odpor:

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

Je nutné si uvědomit, že v blízkosti zemní elektrody ať měřené, nebo pomocné existuje zóna, kde je proud zpočátku odebíráný samotnou elektrodou. V tomto místě existuje potenciál díky odporu půdy. S rostoucí vzdáleností roste počet „paralelních“ spojení (blíží se nekonečnu) a odpor klesá k nule.

Díky tomu je v těchto oblastech nulové napětí. Pomocná měřicí elektroda musí být umístěna právě do oblastí s nulovým potenciálem.

Zemní potenciál má běžně průběh křivky na Obr.7 a nulové napětí je nejčastěji kolem vzdálenosti 62% mezi měřenou elektrodou a elektrodou H (proto metoda 62%). Bohužel, tvar a velikost oblastí nejdou známy, a proto je nutné měření ověřit. To se nejčastěji udělá tak, že se pomocná sonda S se posune o 10% na jednu i druhou stranu. Pokud se hodnota odporu výrazněji mění, pak je sonda S v zóně vlivu a je potřeba sondu H umístit do větší vzdálenosti.

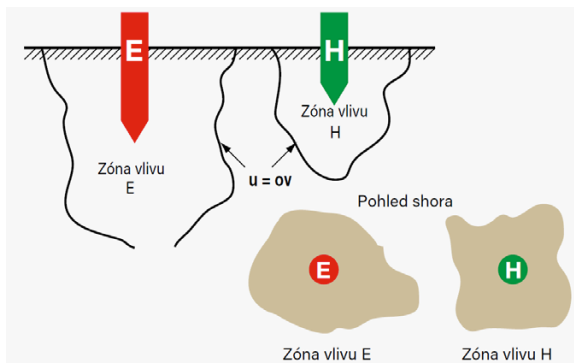
Pokud nejde fyzicky přesunout sondu H do větší vzdálenosti, je možné použít trojúhelníkovou konfiguraci Obr.8. Provádí se vždy 2 měření. Pokud jsou rozdílná, tak je elektroda S v zóně vlivu a je nutné posunout ji dál. Tato úprava je méně přesná a rizikem je, že pokud se sféry vlivu překrývají, tak nemusíme odhalit chybu měření, protože obě měření budou stejná.

### Čím měřit

Je to nejběžnější metoda u sružených revizních přístrojů jako je C.A 6116N nebo C.A 6117. Najdete ji ale i v základních měřících uzemnění, například C.A 6422 a C.A 6424 a stejně tak jsou implementovány ve specializovanějších měřících uzemnění, například C.A 6470N, C.A 6471, C.A 6472, C.A 6460 a C.A 6462.

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

Pro velmi malé odpory uzemnění (několik Ohmů) je u 3P metody problém s tím, že v měřené hodnotě je zahrnut i odpor měřic

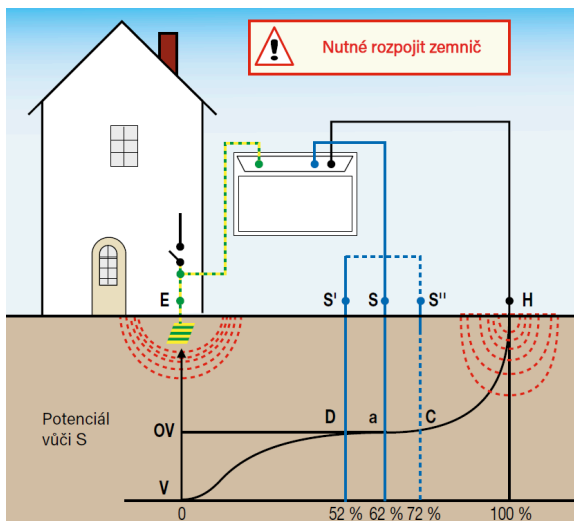


Obr. 6 Zóny vlivu

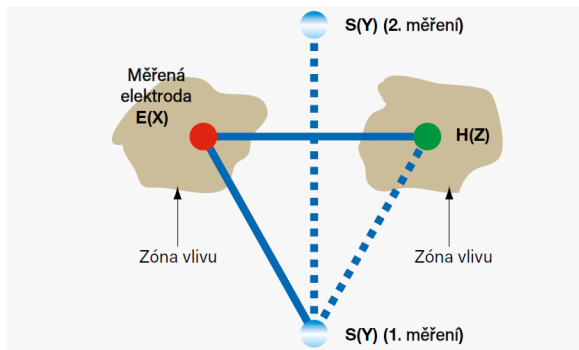
cího vodiče E. Pro tyto případy se používá metoda 4P, která je modifikací metody 3P. Rozdíl je v tom, že napětí se měří přímo na měřené elektrodě, nikoli na svorkách přístroje. Díky tomu se odpory měřících vodičů neprojeví.

### Doporučení, výhody, nevýhody

- výhodou metody je její nezávislost, zdrojem proudu je měřicí přístroj. Lze tak testovat i instalace, které nejsou dokončené a připojené k síti.



Obr. 7 Zemní potenciál mezi elektrodou E a sondou H



Obr. 8 Modifikace metody 62%

- nevýhodou je nutnost rozpojení měřené elektrody, což může být časově náročné a během měření je ochrana instalace nefunkční (v případě zemnění jednou elektrodou). Pokud by při měření nebyla rozpojena, tak by mohly vodivé potrubí v okolí (voda, plyn)

fungovat jako dodatečné svodiče a hodnota uzemnění by byla menší než skutečná. Pokud tedy provedete měření s rozpojením a bez a hodnoty budou přibližně stejné, pak zde takové „nechtěné“ elektrody nejsou.

- měření se doporučuje pro každý svod provést nejen pro různé vzdálenosti S, ale také různé pozice elektrody H (vytvoříme vějířovité rozložení se společným bodem E). Eliminujeme tak případné vlivy zemních potenciálů

### Čím měřit

Běžné revizní přístroje nenabízí 4P metody. K tomu jsou určeny specializovanější přístroje na měření uzemnění, například C.A 6470N, C.A 6471, C.A 6472 s automatickým výpočtem rezistivity nebo C.A 6460 a C.A 6462 s nutností manuálního výpočtu.

### 3P metoda (62%), 1 sonda, bez rozpojení vodiče

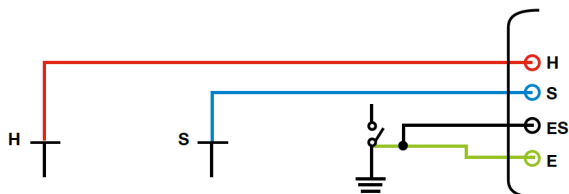
Tato méně často používaná metoda vychází ze standardní metody 3P 62%. Používá ale pouze jednu elektrodu S. Místo elektrody H je defacto použit zemnič napájecího transformátoru a jako E je použit PE vodič instalace. V tomto případě je vzdálenost mezi H a E konstantní. Sonda S se umísťuje opět do vzdálenosti 62% mezi tyto body a platí pro ni stejná pravidla jako pro běžné měření.

### Doporučení, výhody, nevýhody

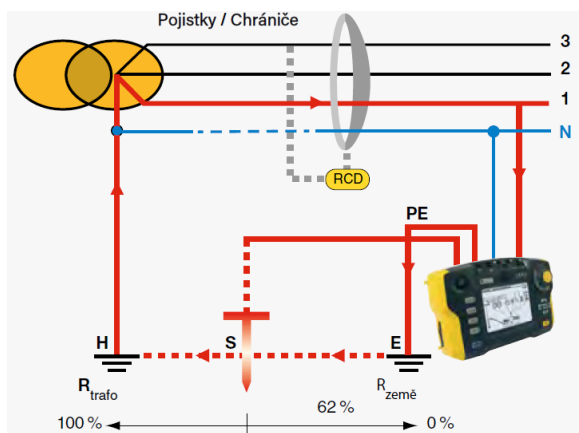
- výhodou metody je, že není nutné rozpojovat měřenou instalaci a umísťuje se pouze jedna sonda do země
- nevýhodou je nutnost zajištění napájení z instalace (musí být pod napětím) a nelze měnit vzdálenost mezi H a E

### Čím měřit

Je to metoda implementována do sdružených revizních přístrojů jako je C.A 6116N nebo C.A 6117.



Obr. 9 4P verze metody 62%



Obr.10 Metoda 62% s jednou sondou a bez rozpojení

### Impedance smyčky, bez sond, bez rozpojení vodiče

Ve spoustě případů není možné použít sondy do země. Zejména ve městech se proto musí použít metoda, kde sondy nejsou potřeba. Měření smyčky Fáze-PE

#### Doporučení, výhody, nevýhody

- výhodou metody je, že není nutné rozpojovat měřenou instalaci a umísťovat sondy do země
- nevýhodou je, že v měřené hodnotě jsou započítány i přechodové odpory vodičů, odpory vodičů samotných, vinutí trať, uzemnění trať. Měřená hodnota je tak vždy větší než skutečná

#### Čím měřit

Je to metoda implementována do sdružených revizních přístrojů jako je C.A 6116N nebo C.A 6117.

Předšlé metody jsou vhodné zejména pro měření systémů s jednou, nebo malým počtem uzemňovacích elektrod. Při velkém počtu elektrod by jejich rozpojování bylo zdlouhavé a bez rozpojení by měřená hodnota odpovídala ekvivalentnímu odporu celé instalace, nikoli konkrétnímu svodu, protože u nich nedokážeme určit kolik generovaného proudu teče danou elektrodou a kolik jinou. Právě proto byly vyvinuty selektivní metody měření pomocí kleštových převodníků.

### 4P selektivní metoda, 2 sondy, 1 kleště, bez rozpojení vodiče

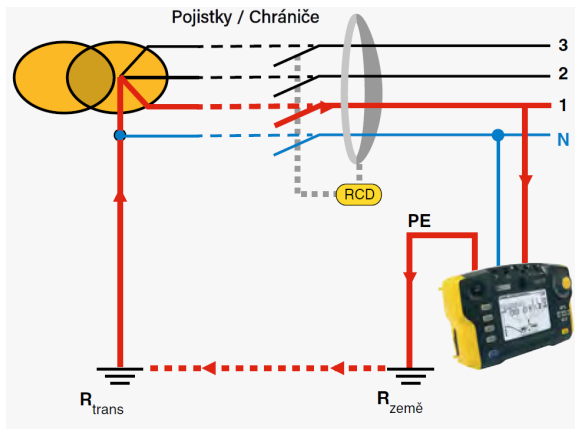
Princip je stejný jako u klasické 4P metody, jen se měří proud daným svodem a ten vstupuje do výpočtu odporu.

#### Doporučení, výhody, nevýhody

- není nutné rozpojovat měřený obvod, šetří čas pro instalaci
- pořád jsou potřeba sondy do země

#### Čím měřit

Tuto metodu nabízí jen omezené množství



přístrojů. Mohou to být například C.A 6471 a C.A 6472.

Obr.11 Metoda impedance smyčky

### Selektivní metoda dvou kleští, bez sond, 2 kleště, bez rozpojení vodiče

Jde o nejrychlejší způsob měření. Generator i měřící obvod proudu je vázán indukčně. Výsledkem měření ale není hodnota odporu konkrétní elektrody, ale sériovo-parallelní kombinace všech odporů.

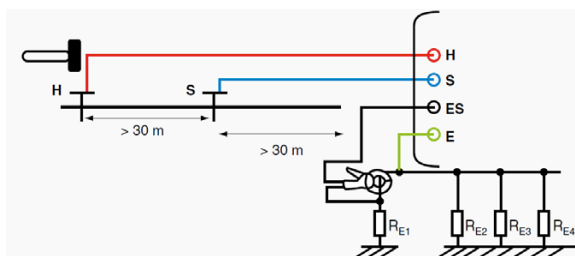
$$R_{loop} = R_x + R_{earth} + (R_1 // R_2 // R_3 \dots // R_n) + R_{earth-wire}$$

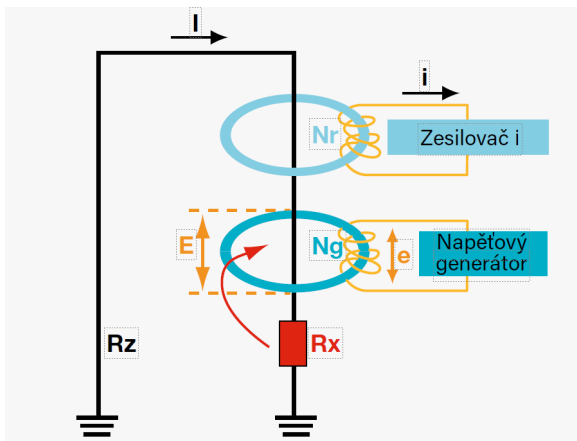
#### Doporučení, výhody, nevýhody

- není nutné rozpojovat měřený obvod, šetří čas pro instalaci
- nejsou potřeba sondy v zemi, vhodné pro zástavbu ve městě
- pokud je instalace tvořena pouze jedním svodem, pak je potřeba pomocný vodič se sondou, aby byla uzavřena smyčka

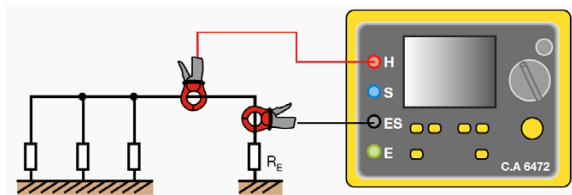


Obr. 12 Selektivní 4P metoda





Obr. 13 Princip selektivní metody dvou kleští



Obr. 14 Měření pomocí 2 kleští

- naopak je velmi vhodná pro velké množství svodů. Pro příklad uvažujme 11 svodů s hodnotou  $20 \Omega$ . Měřená elektroda je při našem měření v sérii a ostatní jsou paralelně. Výsledkem je  $R_{\text{loop}} = 20 + 1 / 10 * (1/20) = 20 + 2 = 22 \Omega$ . Největší vliv má právě sériová hodnota, tedy odpor měřené elektrody. Díky tomu, že sériový odpor má největší vliv je snadné odhalit vadný svod. Stačí obejít instalaci a hledat ten nejhorší případ. Pro malý počet svodů vhodná není (pro dva svody by hodnota pro

- stejný příklad byla  $R_{\text{loop}} = 20 + 20 = 40 \Omega$ .
- hodí se pro rychlou pravidelnou údržbu, kde není potřeba přesná hodnota, ale stačí odhalení nejhoršího svodu
  - a samozřejmě nejde použít tam, kde jsou elektrody spojeny v zemi, protože výsledek v řádech desetin ohmů není hodnotou uzemnění, ale odporem všech drátů a spojů systému. V tom případě je nutné svody rozpojovat a zvolit jednu z předchozích metod

### Čím měřit

Tuto metodu nabízí specializované přístroje s integrovaným vysílačem i přijímačem do jednoho celku jako jsou C.A 6416, C.A 6417 a C.A 6418. Oproti přístrojům s oddělenými kleštěmi, jako například C.A 6471 a C.A 6472, umožňují měření ve stísněnějších prostorech. U oddělených kleštích nesmí být totiž obě kleště blízko sebe, aby se neovlivňovali, což je někdy nesplnitelné. Přístroje „obě v jednom“ mají části odstíněné a mají tento vliv kompenzovaný.

*V posledním, třetím díle, který vyjde v červeném čísle se zaměříme na měření na sloupech vysokého napětí.*



**GHV Trading, spol. s r.o.**  
 Edisonova 3, 612 00 Brno  
 E-mail: ghv@ghvtrading.cz  
 Tel. CZ: +420 541 235 532  
**www.ghvtrading.cz**

## Odborný / nekomerční tip

Text

