

FLUKE®

Odpor uzemnění



Principy, metody testování a aplikace

DIAGNOSTIKA

občasných
elektrických problémů

PŘEDCHÁZENÍ

zbytečným
výpadkům

SEZNÁMENÍ

s bezpečnostními
principy uzemnění



Proč je třeba uzemňovat, proč testovat?

Proč je třeba uzemňovat?

Vadné uzemnění nejen že přispívá ke zbytečným prostojům, nedostatečné uzemnění je také nebezpečné a zvyšuje riziko poruch zařízení.

Bez účinného systému uzemnění bychom mohli být vystaveni riziku zásahu elektrickým proudem, nemluvě o chybách měření přístrojů, problémech způsobených harmonickým zkreslením, problémech s účinníkem a celé řadě potenciálních občasných problémů. Pokud nemají poruchové proudy kudy odtéci do země prostřednictvím správně navrženého a udržovaného zemnicího systému, najdou si nepředpokládané cesty jinde – a může to být i přes lidská těla. Následující organizace vydaly doporučení nebo normy týkající se uzemnění, které zajišťují bezpečnost:

- OSHA (Occupational Safety Health Administration)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ANSI/ISA (American National Standards Institute and Instrument Society of America)
- TIA (Telecommunications Industry Association)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Kvalitní uzemnění však nepřispívá jen k bezpečnosti; je také předpokladem pro předcházení škodám v průmyslových závodech a zařízeních. Kvalitní zemnicí systém zlepšuje spolehlivost zařízení a snižuje pravděpodobnost škod způsobených bleskem nebo poruchovými proudy. Požáry na pracovištích zapříčiněné poruchami elektroinstalace způsobí každoročně miliardové škody. Nemluvě o souvisejících nákladech na soudní pře a ztrátách z hlediska osobní i firemní produktivity.

Proč je třeba testovat zemnicí systémy?

V průběhu času mohou korozivní půdy s vysokým obsahem vlhkosti a velkým obsahem solí za přispění vysoké teploty znehodnocovat zemnicí tyče a jejich připojení. Proto i když zemnicí systém při počáteční instalaci vykazoval dostatečné hodnoty odporu uzemnění, může se odpor zemnicího systému při rozežírání zemnicích tyčí zvyšovat.

Testery uzemnění, například Fluke 1630-2 FC s kleštěmi pro testování uzemnění, jsou nepostradatelnými nástroji při vyhledávání problémů, které vám pomohou udržovat provozuschopnost zemnicích systémů. Frustrující, občasné se vyskytující elektrické problémy mohou souviset s vadným uzemněním nebo špatnou kvalitou elektrické energie.

Proto je důrazně doporučováno, aby veškerá zemní vedení a spojení se zemí byla nejméně jednou ročně kontrolována v rámci běžného plánu prediktivní údržby. Při těchto periodických kontrolách by měl technik v případě, že naměří zvýšení odporu o více než 20 %, zjistit zdroj problému a podniknout nápravná opatření ke snížení odporu výměnou zemnicích tyčí v zemnicím systému nebo jejich doplněním.

Co je to uzemnění a k čemu slouží?

Předpisy o provádění elektrických instalací v USA (NEC, National Electrical Code), článek 100 definují uzemnění jako: „vodivé spojení, záměrné či náhodné, mezi elektrickým obvodem nebo zařízením a zemí nebo nějakým vodivým zemnicím tělesem.“ Pokud budeme hovořit o uzemnění, jedná se ve skutečnosti o dvě skutečnosti: uzemnění a ukostření. Uzemnění je záměrné spojení vodiče obvodu, obvykle nulového, se zemnicí elektrodou (zemničem) umístěnou do země. Ukostření zařízení zaručuje, že zařízení bude při provozu v rámci systému řádně uzemněno. Tyto dva zemnicí systémy musí být oddělené s výjimkou propojení těchto dvou systémů. Tak nemůže docházet v důsledku rozdílů napětového potenciálu k případnému přeskoku výboje z úderu blesku. Cílem uzemnění je kromě ochrany osob, závodů a zařízení poskytovat bezpečnou cestu pro odvod poruchových proudů, úderů blesku, výbojů statické elektřiny, signálů vzniklých v důsledku přítomnosti elektromagnetického pole (DMI) a vysokofrekvenčního rušení (RFI) nebo interferenci.

Jaká je dostatečná hodnota zemního odporu?

V této oblasti panují značné rozpory a nejasnosti, co představuje dostatečné uzemnění a jaká má být hodnota zemního odporu. Ideálně by uzemnění mělo mít hodnotu odporu nula ohmů.

Neexistuje nic jako prahová hodnota standardního zemního odporu uznávaná všemi institucemi. Instituce NFPA a IEEE však doporučují hodnotu zemního odporu 5,0 ohmů nebo nižší.

Institut NEC doporučuje „Dbejte, aby impedance systému vůči zemi činila méně než 25 ohmů, dle specifikace NEC 250.56. V závodech používajících citlivá zařízení by měla činit 5,0 ohmů nebo méně.“

V oboru telekomunikací se pro uzemnění a vodivá propojení často používá hodnota 5,0 ohmů či méně.

U zemního odporu jde o to, dosáhnout co nejnižší možné hodnoty zemního odporu, která je fyzicky realizovatelná a ekonomicky přijatelná.



Proč je třeba testovat? Kvůli korozivním půdám.



Proč je třeba uzemňovat? Kvůli úderům blesku.



Pro stanovení stavu vašich zemnicích systémů použijte tester Fluke 1625-2.

Obsah

2

Proč je třeba uzemňovat?
Proč je třeba testovat?

4

Základy uzemňování

6

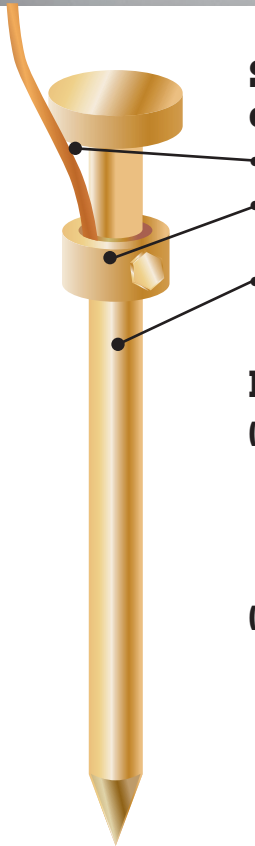
Způsoby testování uzemnění

12

Měření zemního odporu

Základy uzemňování

Součásti zemnicí elektrody (zemniče)

- 
- Uzemňovací vodič
 - Spojení mezi uzemňovacím vodičem a zemničem
 - Zemnič

Místa odporu

(a) Zemnič a jeho připojení

Odpor zemniče a jeho připojení je obecně velmi nízký. Zemnicí tyče se obvykle vyrábí z vysoce vodivého materiálu s nízkým odporem, jako je ocel nebo měď.

(b) Přechodový odpor okolní země vůči elektrodě

National Institute of Standards, státní instituce podléhající v USA ministerstvu obchodu, prokázala prakticky zanedbatelný vliv tohoto odporu za předpokladu, že zemnicí elektroda (zemnič) není opatřena nátěrem, mazivem apod. a že má kvalitní kontakt se zemí.

(c) Odpor okolní země

Zemnič je obklopen zemí, která je principiálně tvořena soustřednými vrstvami se stejnou tloušťkou. Vrstvy, které se nachází nejbližší zemniči, mají nejmenší plochu, a tedy nejvyšší hodnotu odporu. Každá následující vrstva má větší plochu, což má za následek nižší odpor. Nakonec dojde k situaci, kdy další vrstvy již vykazují malý odpor vůči zemi obklopující zemnič.

Na základě těchto informací bychom se měli zaměřit na způsoby snížení zemního odporu při instalaci zemnicích systémů.

Co ovlivňuje zemní odpor?

Za prvé, předpis institutu NEC (1987, 250-83-3) vyžaduje minimální délku zemniče, která je v kontaktu s půdou, 2,5 metru (8,0 stop). Do hry však vstupují čtyři proměnné, které ovlivňují zemní odpor zemnicího systému:

1. Délka/hloubka zemniče
2. Průměr zemniče
3. Počet zemničů
4. Konstrukce zemnicího systému

Délka/hloubka zemniče

Jedním z účinných způsobů snížení zemního odporu je osazení zemničů hlouběji do země. Odpor půdy není konzistentní a může nabývat neočekávaných hodnot. Při instalaci zemniče je zásadní osazení do nezámrazné hloubky. Důvodem je, aby odpor vůči zemi nebyl významněji ovlivňován zmrznutím okolní půdy.

Obecně platí, že zdvojnásobením délky zemniče lze snížit hodnotu odporu o dalších 40 %. V některých případech není fyzicky možné osadit zemnicí tyče do větší hloubky – například na místech se skalnatým podložím, žulovými bloky atd. V takovýchto situacích lze použít alternativní způsoby, například zemnicí cement.

Průměr zemniče

Zvyšování průměru zemniče má na snížení odporu velmi malý vliv. Například zdvojnásobením průměru zemniče se odpor sníží pouze o 10 %.

Počet zemničů

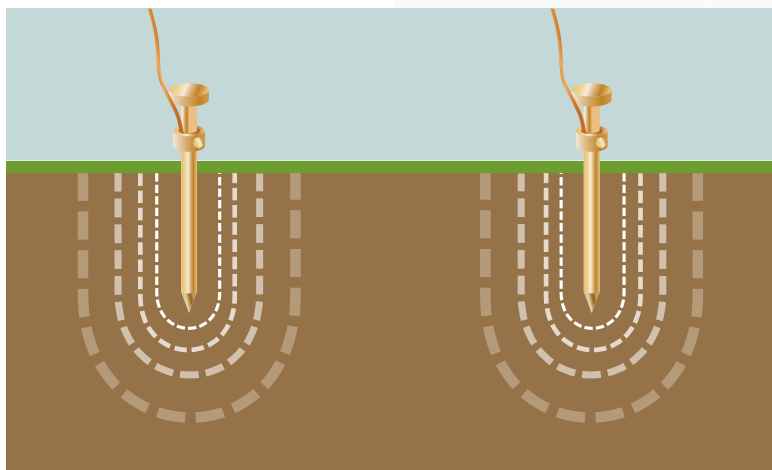
Jiný způsob snížení zemního odporu představují vícenásobné zemnicí elektrody. Princip spočívá v osazení více zemničů do země a jejich paralelního propojení, čímž dojde ke snížení odporu. Aby byly přidané zemniče účinné, musí mít mezery mezi dalšími tyčemi hodnotu nejméně rovnou hloubce osazené tyče. Bez dostatečných rozestupů zemničů se jejich sféry vlivu budou protínat a ke snížení odporu nedojde.

Při instalaci zemnič tyče, která by splňovala Vaše konkrétní požadavky na odpor, můžete jako pomůcku použít tabulku zemního odporu níže. Nezapomeňte, že se jedná jen o orientační pomůcku, protože půda je tvořena vrstvami a nebývá homogenní. Hodnoty odporu se mohou významně lišit.

Konstrukce zemnicího systému

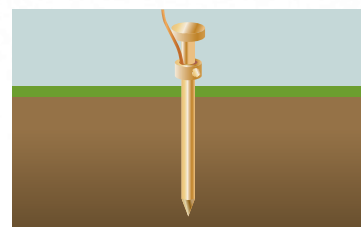
Jednoduché zemnicí systémy tvoří jeden zemnič osazený do země. Použití jednoho zemniče je nejčastější formou uzemnění a používá se v domácnostech i komerčních objektech. Složitější zemnicí systémy se skládají z více propojených zemnicích tyčí, sítí, zemnicích desek a zemních smyček. Takovéto systémy obvykle nalezneme v rozvodnách elektráren, v ústřednách a u stožárů antén mobilních operátorů.

Složité sítě významně zvyšují kontaktní plochu s okolní zemí a snižují zemní odpor.

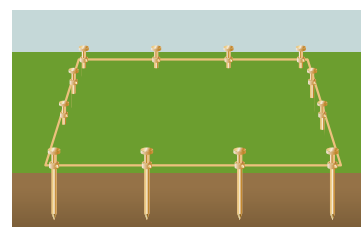


Každý zemnič má svoji „sféru vlivu“.

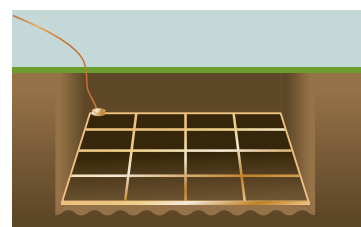
Zemnicí systémy



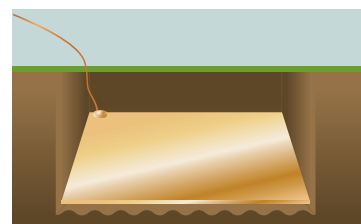
Jeden zemnič



Připojené vícenásobné zemnicí elektrody (zemniče)



Síťové propojení



Zemnicí deska

Typ půdy	Zemní odpor R_E	Odpor uzemnění					
		Hloubka zemniče (metry)			Zemnicí pásek (metry)		
		ΩM	3	6	10	5	10
Velmi vlhká, bažinatá půda	30	10	5	3	12	6	3
Zemědělská půda, hlinitopísčité a jílovité půdy	100	33	17	10	40	20	10
Písčito-jílovitá půda	150	50	25	15	60	30	15
Vlhká písčitá půda	300	66	33	20	80	40	20
Beton 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Vlhký štěrč	500	160	80	48	200	100	50
Suchá písčitá půda	1000	330	165	100	400	200	100
Suchý štěrč	1000	330	165	100	400	200	100
Kamenitá půda	30 000	1000	500	300	1 200	600	300
Kámen	10^7	-	-	-	-	-	-

Jaké jsou metody testování uzemnění?

K dispozici jsou čtyři metody testování uzemnění:

- **Odpor půdy** (pomocí zemnicích kolíků)
- **Pokles napětí** (pomocí zemnicích kolíků)
- **Selektivní měření** (pomocí sady 1 kleští a zemnicích kolíků)
- **Bezsondové měření** (pouze pomocí kleští)

Měření odporu půdy

Proč je třeba zjišťovat odpor půdy?

Znalost odporu půdy je zapotřebí nejčastěji při rozhodování o konstrukci zemnicího systému v případě nových instalací (stavby na zelené louce) tak, aby byly splněny požadavky na zemní odpor. Ideální je nalézt místo s nejnižším možným odporem. Jak jsme si však již řekli, nepříznivé půdní podmínky lze překonat složitějšími zemnicími systémy.

Odpor půdy ovlivňuje složení půdy, obsah vlhkosti a teplota. Půda nebývá homogenní a její odpor se liší podle geografického umístění a hloubky. Obsah vlhkosti se mění s ročními obdobími a liší se podle charakteru zemského podloží a úrovně hladiny spodní vody. Půda a voda bývají obecně stabilnější v hlubších vrstvách, doporučuje se proto osadit zemnicí tyče co nehlouběji do země, nejlépe až k hladině spodní vody. Zemnicí tyče je také třeba instalovat do míst se stabilní teplotou, tedy do nezámrzné hloubky.

Má-li být zemnicí systém účinný, musí být navržen tak, aby obstál v nejhorsích očekávaných podmínkách.

Jak lze vypočítat odpor půdy?

Níže popsaný postup měření využívá univerzálně použitelnou Wennerovu metodu, vyvinutou Dr. Frankem Wennerem z amerického cejchovního úřadu v roce 1915. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity (Způsob měření zemního odporu); Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, str. 478-496; 1915/16.)

Vzorec je následující:

$$\rho = 2 \pi A R$$

(ρ = průměrný odpor půdy v hloubce A v ohmcentimetrech)

$$\pi = 3.1416$$

A = vzdálenost mezi elektrodami v cm

R = naměřená hodnota odporu v ohmech na testovacím přístroji

Poznámka: Vydělte ohmcentimetry 100, abyste dostali ohmmetry. Dávejte pozor na jednotky.

Příklad: Rozhodli jste se do zemnicího systému nainstalovat tři metry dlouhé zemnicí tyče. Pro změření odporu půdy v hloubce tří metrů jsme již hovořili o devítimetrových rozestupech testovacích elektrod.

Chcete-li změřit odpor půdy, zapněte přístroj Fluke 1625-2 a odečtěte hodnotu odporu v ohmech. V tomto případě předpokládejme, že odečet odporu je 100 ohmů. Nyní tedy známe následující hodnoty:

$$A = 9 \text{ metrů,}$$

$$R = 100 \text{ ohmů}$$

Odpor půdy tedy bude činit:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$\rho = 2 \times 3,1416 \times 9 \text{ metrů} \times 100 \text{ ohmů}$$

$$\rho = 5655 \text{ } \Omega\text{m}$$

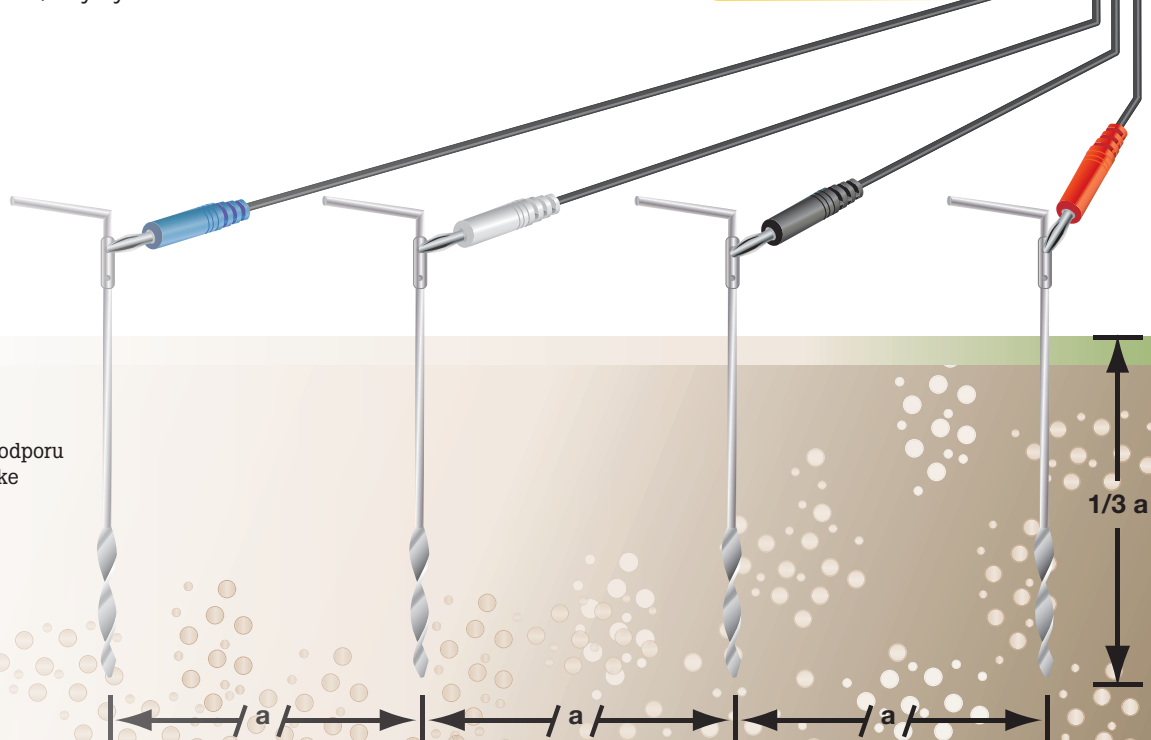
Jak lze změřit odpor půdy?

Chcete-li změřit odpor půdy, připojte tester uzemnění podle obrázku níže.

Zde vidíte, že čtyři zemnicí kolíky jsou osazeny do půdy ve stejných vzdálenostech do řady za sebou. Vzdálenost mezi zemnicími kolíky by měla činit nejméně trojnásobek hloubky kolíku. Je-li proto hloubka každého ze zemnicích kolíků jedna stopa (30 centimetrů), dbejte, aby byla vzdálenost mezi kolíky větší než tři stopy (91 centimetrů). Přístroj Fluke 1625-2 vygeneruje známý proud, který přivede do dvou vnějších zemnicích kolíků, a pokles napětového potenciálu je měřen mezi dvěma vnitřními zemnicími kolíky. Pomocí Ohmova zákona ($V = IR$) tester Fluke automaticky vypočítá odpor půdy.

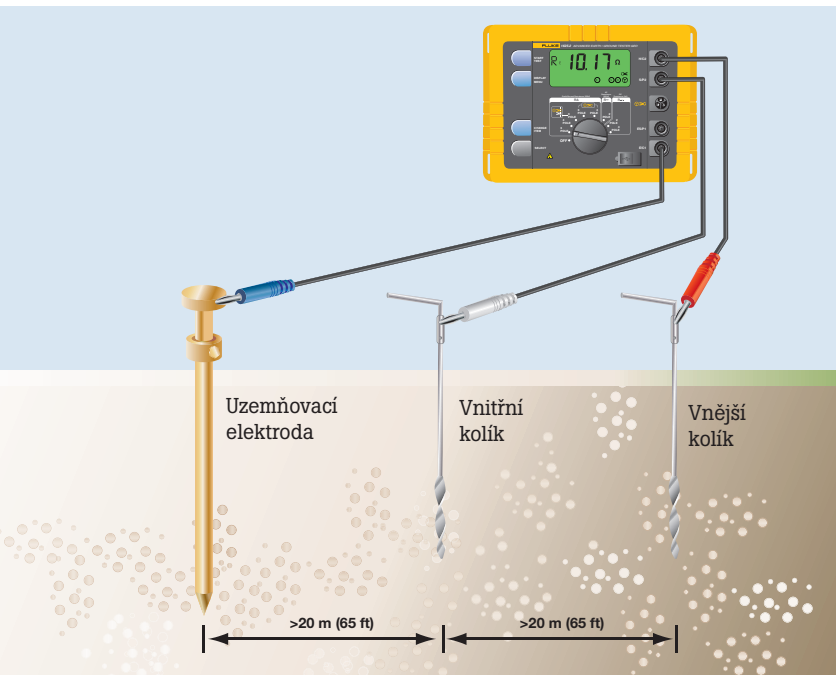
S přihlédnutím ke skutečnosti, že výsledky měření jsou často zkresleny a znehodnoceny kusy kovu nacházejícími se pod zemí nebo podzemními kolektory apod., doporučuje se vždy provést další měření, při kterém dojde k otočení osy kolíku o 90 stupňů. Několikanásobnou změnou hloubky a vzdálenosti lze vytvořit profil, který umožní navržení vhodného zemnicího systému.

Měření odporu půdy je často narušováno zemními proudy a jejich harmonickými. K jejich prevenci používá přístroj Fluke 1625-2 systém automatického řízení měřicí frekvence (AFC). Tento systém automaticky vybere k testování frekvenci, která obsahuje nejmenší množství šumu, aby bylo možné získat nezkreslený odečet.



Nastavení pro testování odporu půdy pomocí testeru Fluke 1623-2 nebo 1625-2.

Jaké jsou metody testování uzemnění?



Měření poklesu napětí

Metoda testování poklesu napětí je používána pro měření schopnosti zemnicího systému nebo individuálních elektrod odvádět energii z objektu.

Jak funguje testování poklesu napětí?

Nejprve je nutné odpojit přípojku požadované uzemňovací elektrody od objektu. Následně je k uzemňovací elektrodě připojen tester. Potom jsou pro provedení 3pólového testování poklesu napětí do půdy v přímém vedení umístěny dva zemnicí kolíky – mimo uzemňovací elektrodu. Za normálních podmínek je dostačující rozestup o délce 20 metrů (65 stop). Podrobnější informace o umístění kolíků jsou uvedeny v následující části.

Mezi vnějším kolíkem (kolík pomocného uzemnění) a uzemňovací elektrodou je testerem Fluke 1625-2 vygenerován známý proud a současně dochází k měření poklesu napětí mezi vnitřním zemnicím kolíkem a uzemňovací elektrodou. Pomocí Ohmova zákona ($V = IR$) tester automaticky vypočítá odpor uzemňovací elektrody.

Připojte tester uzemnění podle obrázku. Stiskněte tlačítko START a načtete hodnotu R_E (odpor). Toto je aktuální hodnota odporu zemniče během testu. Pokud je tento zemnič zapojen paralelně nebo sériově s ostatními zemnicími tyčemi, představuje hodnota R_E souhrnnou hodnotu všech odporů.

Jakým způsobem umístit sondy?

Pro dosažení nejvyšší možné přesnosti při provádění 3pólového testování zemního odporu je důležité, aby byla sonda během testu umístěna mimo sféru vlivu zemniče a pomocného uzemnění.

Pokud se nedostanete mimo sféru vlivu, budou se účinné oblasti odporu překrývat a budou mít negativní dopad na platnost prováděných měření. V tabulce jsou uvedeny referenční hodnoty pro správné umístění sondy (vnitřní kolík) a pomocného uzemnění (vnější kolík).

Pro testování přesnosti výsledků a pro ujištění, že jsou zemnicí kolíky mimo sféry vlivu, posuňte vnitřní kolík (sonda) 1 metr (3 stopy) v libovolném směru a proveďte nové měření. Pokud dojde při měření k výrazné odchylce (30 %), musíte během testu zvětšit vzdálenost mezi zemnicí tyčí, vnitřním kolíkem (sonda) a vnějším kolíkem (pomocné uzemnění), dokud nebudou naměřené hodnoty při posouvání vnitřního kolíku (sonda) dostatečně konstantní.

Hloubka zemniče	Vzdálenost k vnitřnímu kolíku	Vzdálenost k vnějšímu kolíku
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m

Selektivní měření

Selektivní testování je velmi podobné jako testování poklesu napětí a zajišťuje zcela stejná měření, avšak mnohem bezpečnějším a jednodušším způsobem. Důvodem je, že při selektivním testování není nutné odpojovat požadovanou uzemňovací elektrodu od její přípojky k objektu! Technik se nemusí vystavovat riziku ohrožení odpojením uzemnění, ani nevystavuje riziku jiné osoby nebo elektrická zařízení v neuzemněném systému.

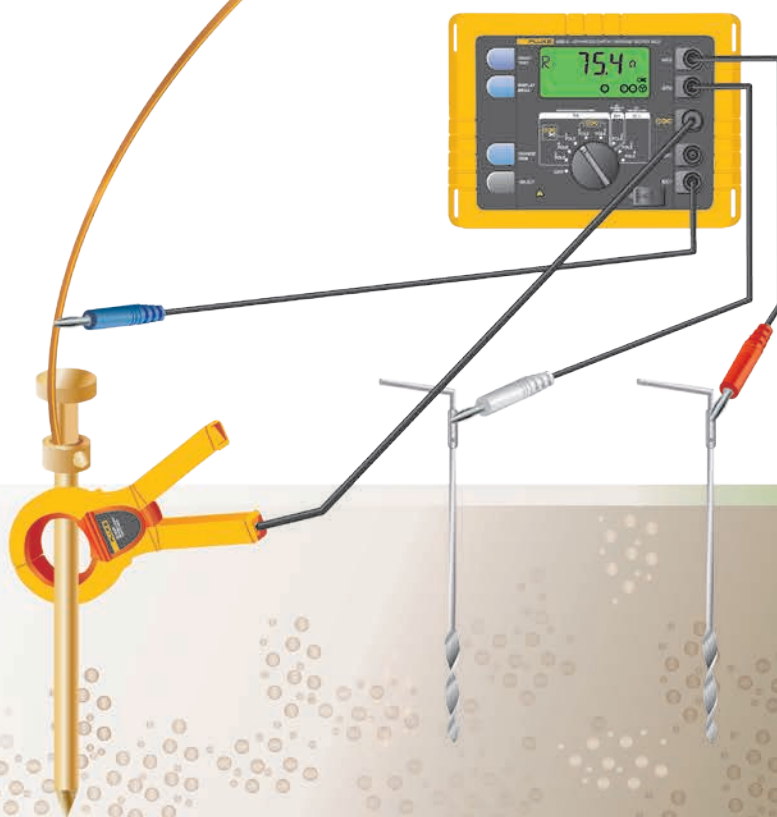
Stejně jako u testování Poklesu Napětí jsou do půdy v přímém vedení umístěny dva zemnicí kolíky, mimo uzemňovací elektrodu. Za normálních podmínek je dostačující rozestup o délce 20 metrů (65 stop). Tester je následně připojen k příslušné uzemňovací elektrodě s tou výhodou, že není nutné odpojovat přípojku objektu. Místo toho jsou kolem uzemňovací elektrody umístěny speciální kleště, které eliminují účinky paralelních odporů zemnicího systému, takže bude měřena pouze požadovaná uzemňovací elektroda.

Stejně jako předtím je mezi vnějším kolíkem (kolík pomocného uzemnění) a uzemňovací elektrodou testerem Fluke 1625-2 vygenerován známý proud a současně dochází k měření poklesu napětí mezi vnitřním zemnicím kolíkem a uzemňovací elektrodou. Pomocí kleští bude měřen pouze proud protékající přes požadovanou uzemňovací elektrodu. Vygenerovaný proud bude také proudit přes další paralelní odpory, ale pro výpočet odporu ($V = IR$) bude použit pouze aktuální proud protékající kleštěmi (tj. proud protékající požadovanou uzemňovací elektrodou).

Pokud má být měřen celkový odpor zemnicího systému, je nutné změřit jednotlivé odpory uzemňovacích elektrod pomocí umístění kleští na jednotlivé uzemňovací elektrody. Potom je možné pomocí výpočtu stanovit celkový odpor zemnicího systému.

Testování jednotlivých odporů zemnicích elektrod stožárů pro přenos vysokého napětí, s nadzemním uzemněním nebo statickým vodičem, vyžaduje odpojení těchto vodičů. Pokud je stožár v místě své základny vybaven větším počtem uzemnění, je tato uzemnění také nutné postupně odpojit a otestovat. Tester Fluke 1625-2 je však vybaven volitelným příslušenstvím, proudovým transformátorem o průměru 320 mm (12,7 palců) s kleštěmi, který umožňuje měření individuálních odporů jednotlivých noh, bez nutnosti odpojování jakýchkoliv zemnicích vedení nebo nadzemních statických/zemnicích vodičů.

Připojte tester uzemnění podle obrázku. Stiskněte tlačítko START a načtete hodnotu R_E . Toto je aktuální hodnota odporu zemnice během testu.



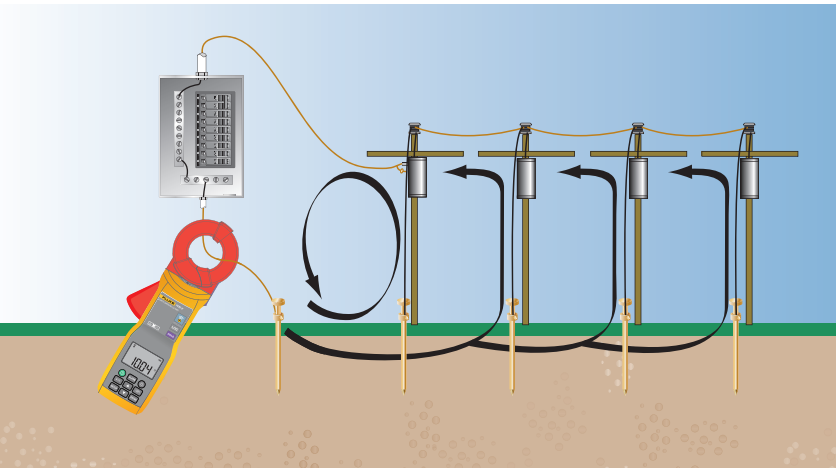
Jaké jsou metody testování uzemnění?

Bezsondové měření

Tester Fluke 1630-2 FC s kleštěmi pro testování uzemnění dokáže měřit odpory zemní smyčky pro systémy s vícenásobným uzemněním pomocí bezsondové metody testování. Tato metoda testování eliminuje nebezpečné a časově náročné odpojování paralelních uzemnění, a také hledání vhodných umístění kolíků pomocného uzemnění. Testy uzemnění také můžete provést na místech, kde by to dříve nebylo možné: uvnitř budov, na stožárech elektrického vedení a všude tam, kde nemáte přístup k půdě.

Pomocí této metody se kleště pro testování uzemnění umístí kolem zemnicí tyče nebo spojovacího kabelu. Zemnicí kolíky se vůbec nepoužijí. Jednou stranou čelisti klešťového přístroje je indukováno známé napětí a druhou stranou čelisti se měří proud. Kleště automaticky stanoví odpor zemní smyčky u této zemnicí tyče. Tato technika je vhodná zejména pro systémy s vícenásobným uzemněním, které se obvykle nachází u komerčních nebo průmyslových objektů. Pokud je pro uzemnění použita jediná cesta, jako např. u mnoha obytných objektů, nelze bezsondovou metodou zajistit přijatelnou hodnotu a je nutné použít metodu testování poklesu napětí.

Tester Fluke 1630-2 FC pracuje na principu, že u paralelních systémů / systémů s vícenásobným uzemněním je odpor sítě všech zemnicích cest v porovnání s jakoukoliv jednotlivou cestou (využívanou během testu) extrémně nízký. Odpor sítě všech odporů paralelních návratových cest je ve skutečnosti nulový. Bezsondové měření zkoumá pouze odpor jednotlivých zemnicích tyčí paralelně se zemnicími systémy. Pokud není zemnicí systém paralelní se zemí, bude výsledkem buď otevřený obvod, nebo bude naměřen odpor zemní smyčky.



Testování aktuálních cest bezsondovou metodou pomocí testeru 1630-2 FC s kleštěmi pro testování uzemnění.



Nastavení pro bezsondové měření pomocí testeru 1630-2 FC.

Měření zemní impedance

Při pokusu o výpočet možných proudů nakrátko v elektrárnách a jiných objektech s výskytem vysokého napětí/proudu je důležité stanovení celkové impedance uzemnění, protože impedance bude tvořena indukčními a kapacitními prvky. Protože jsou indukčnost a odpor ve většině případů známy, lze aktuální impedanci určit pomocí komplexního výpočtu.

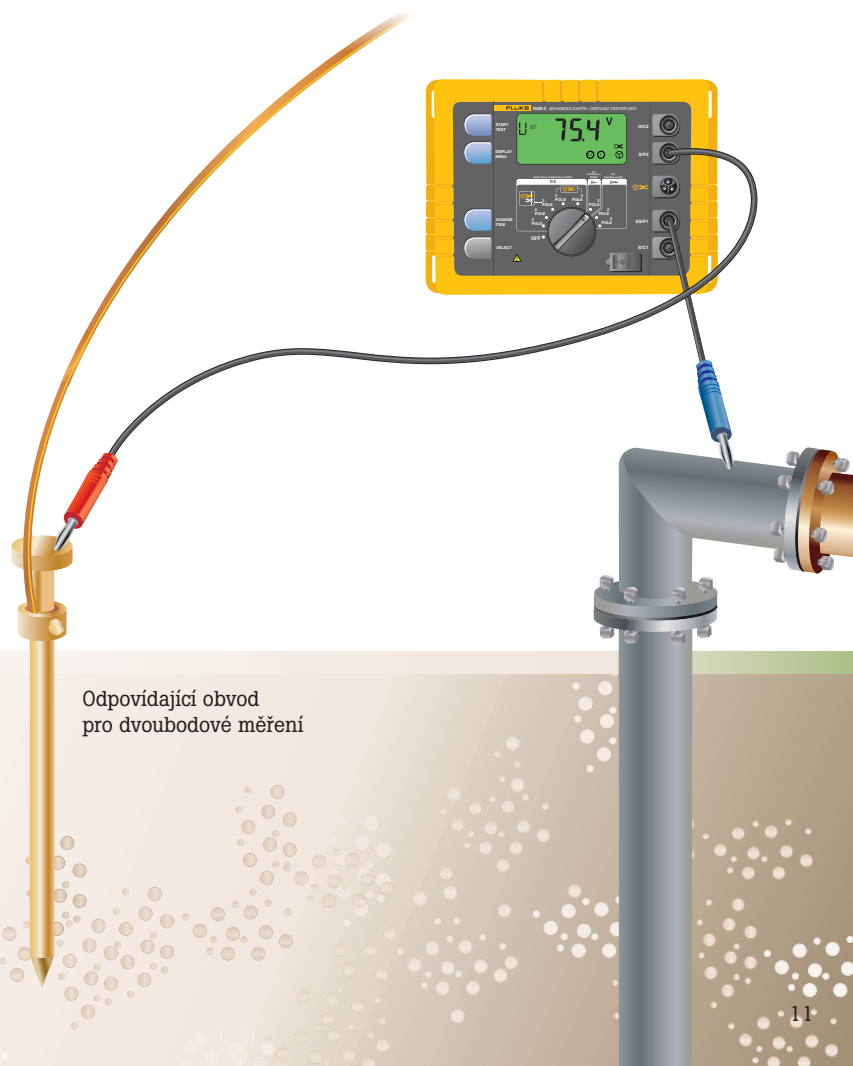
Protože impedance závisí na frekvenci, používá tester Fluke 1625-2 pro tento výpočet signál 55 Hz, aby se maximálně přiblížil provozní frekvenci napětí. Tak je zajištěno, že se měření blíží skutečné hodnotě při provozní frekvenci. Pomocí této funkce testeru Fluke 1625-2 lze provádět přesná přímá měření zemní impedance.

Technici rozvodných soustav, kteří testují přenosová vedení vysokého napětí, sledují dva aspekty: zemní odpor v případě zásahu bleskem a impedanci celého systému v případě zkratu v určitém místě vedení. Zkrat v tomto případě znamená kontakt uvolněného nebo přerušeného vodiče pod napětím s kovovou konstrukcí věže.

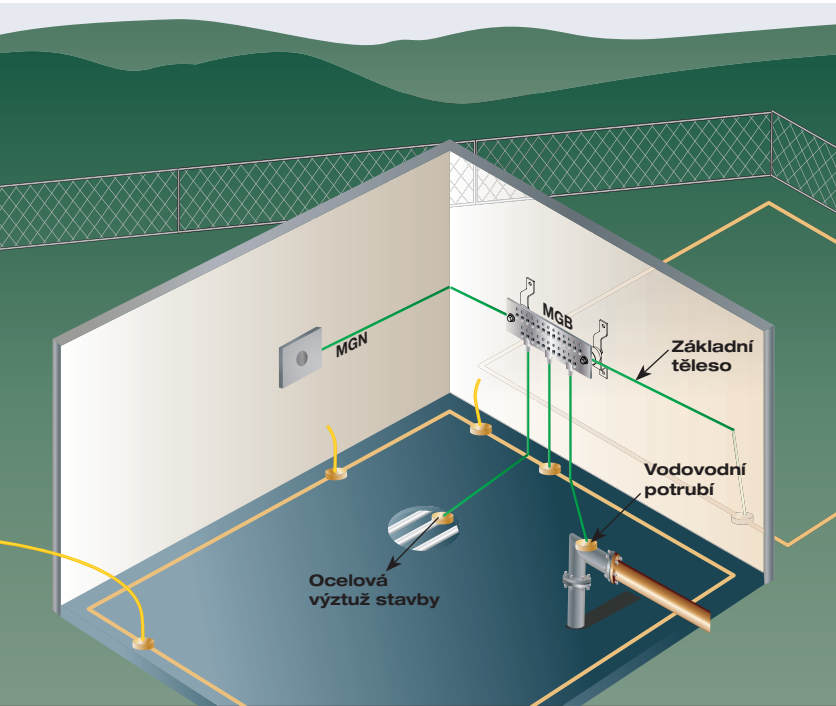
Dvoupólový zemní odpor

V situacích, kdy není zavádění zemnicích kolíků praktické ani možné, vám testery Fluke 1623-2 a 1625-2 poskytují možnost provést dvoupólové měření zemního odporu/spojitosti, jak je uvedeno níže.

Pro provedení tohoto testu musí mít technik přístup ke vhodnému a známému uzemnění, jako je např. celokovové vodovodní potrubí. Vodovodní potrubí musí být dostatečně dlouhé a musí být kompletně z kovu, bez jakýchkoliv izolačních přípojek a přírub. Na rozdíl od jiných testerů provádějí přístroje Fluke 1623-2 a 1625-2 testy s relativně vysokým proudem (proud nakrátko > 250 mA), což umožňuje dosahovat stabilních výsledků.



Měření zemního odporu



Plán obvyklé ústředny

V ústřednách

Při provádění auditu uzemnění v ústředně jsou třeba tři různá měření.

Před testováním je třeba lokalizovat v ústředně hlavní zemnicí svod (MGB), aby bylo možné určit typ stávajícího zemnicího systému. Jak je na této stránce znázorněno, bude mít svod MGB zemní vedení spojeno s následujícími prvky:

- systémem nulového vodiče s vícenásobným uzemněním (MGN) nebo vstupní přípojkou,
- základním tělesem,
- vodovodním potrubím,
- a konstrukční nebo ocelovou výztuží stavby.

Jako první krok proveďte bezsondový test na jednotlivých zemních vedeních připojených k hlavnímu zemnicímu svodu. Cílem je ověřit, zda jsou všechna tato zemní vedení propojena, zejména systém MGN. Je důležité uvést, že neměříte jednotlivé odpory, ale odpor smyčky mezi body, na které jste napojeni. Jak znázorňuje obrázek 1, připojením přístroje Fluke 1625-2 nebo 1623-2 a indukčních i měřících kleští umístěných kolem jednotlivých připojení změřte odpor smyčky systému MGN, základního tělesa, vodovodního potrubí a ocelové výztuže stavby.

Jako druhý krok proveďte 3pólové Testování Poklesu napětí celého zemnicího systému připojením k hlavnímu zemnicímu svodu (MGB) podle obrázku 2. K získání vzdáleného uzemnění využívá řada telefonních společností nevyužité dvojlinky v délkách přesahujících kilometr. Zaznamenejte si výsledek měření a opakujte tento test nejméně jednou ročně.

Jako třetí krok změřte odpor jednotlivých prvků zemnicího systému pomocí selektivního testu přístroje Fluke 1625-2 nebo 1623-2. Připojte tester Fluke podle obrázku 3. Změřte odpor systému MGN; hodnota představuje odpor dané konkrétní větve svodu MGB. Pak změřte základní těleso. Odečtet je skutečná hodnota odporu základního tělesa ústředny. Nyní se přesuňte k vodovodnímu potrubí a postup opakujte při měření odporu ocelových prvků stavby. Přesnost těchto měření lze snadno ověřit pomocí Ohmova zákona. Odpor jednotlivých větví by se při výpočtu měl rovnat odporu celého daného systému (s přihlédnutím k přiměřené chybě, protože není možné změřit všechny zemnicí prvky).

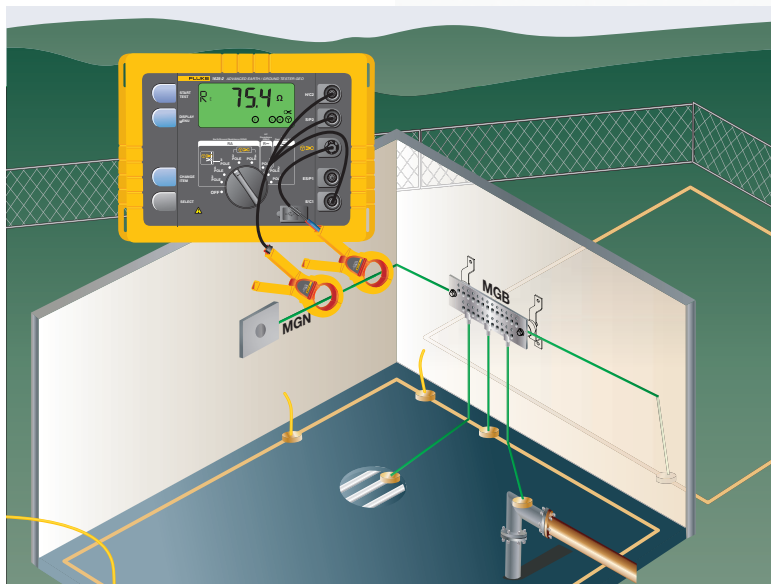
Tyto metody testování poskytují nejpřesnější měření ústředně, protože poskytují jednotlivé odpory a jejich chování v zemnicím systému. Přestože jsou měření přesná, neukazují, jak se systém chová v síti, protože při úderu blesku nebo poruchovém proudu je vše propojeno.

K ověření je třeba provést několik dalších testů odporů jednotlivých prvků.

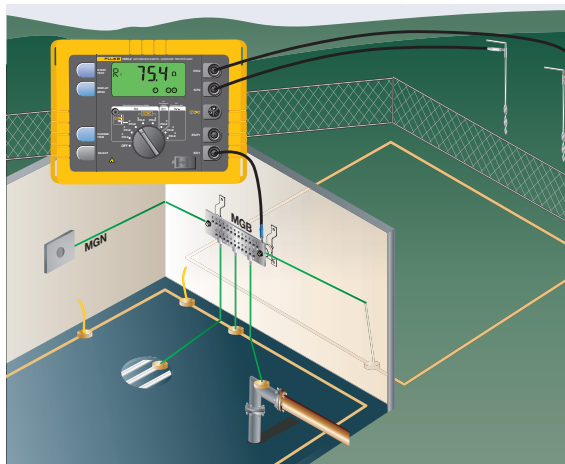
Za prvé proveďte 3pólové Testování Poklesu napětí v každé větvi hlavního zemnicího svodu (MGB) a výsledek každého měření si zaznamenejte. Opět s využitím Ohmova zákona by se tyto výsledky měření měly rovnat odporu celého systému. Z výpočtů je zřejmé, že dosažená hodnota je o 20 % až 30 % nižší než celková hodnota R_E .

Nakonec změřte odpor jednotlivých větví svodu MGB pomocí Selektivní Bezsondové metody. Postup je stejný jako u Bezsondové metody s tím rozdílem, že se používají dva samostatné kleštové měřiče. Kleštvý měřič indukovaného napětí umístíte kolem kabelu do svodu MGB a protože je svod MGB připojen k napájení, které je paralelně připojeno k zemnicímu systému, je příslušný požadavek splněn. Měřicí kleště umístíte kolem uzemňovacího kabelu, který vede k základnímu tělesu. Změřený odpor představuje skutečný odpor základního tělesa a paralelní cesty svodu MGB. A protože by měl mít velmi nízký odpor, neměl by mít praktický vliv na změřený odečet. Tento postup lze opakovat u ostatních větví zemnicího svodu, tj. vodovodního potrubí a ocelových prvků stavby.

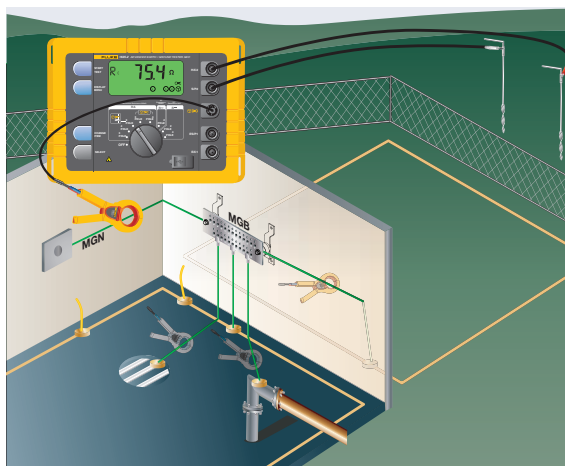
Chcete-li změřit svod MGB pomocí Selektivní Bezsondové metody, umístíte kleštvý měřič indukovaného napětí kolem vedení k vodovodnímu potrubí (protože měděné vodovodní potrubí by mělo mít velmi nízký odpor) a odečetem by měla být pouze hodnota odporu systému MGN.



Obrázek 1: Bezsondové testování ústředny.

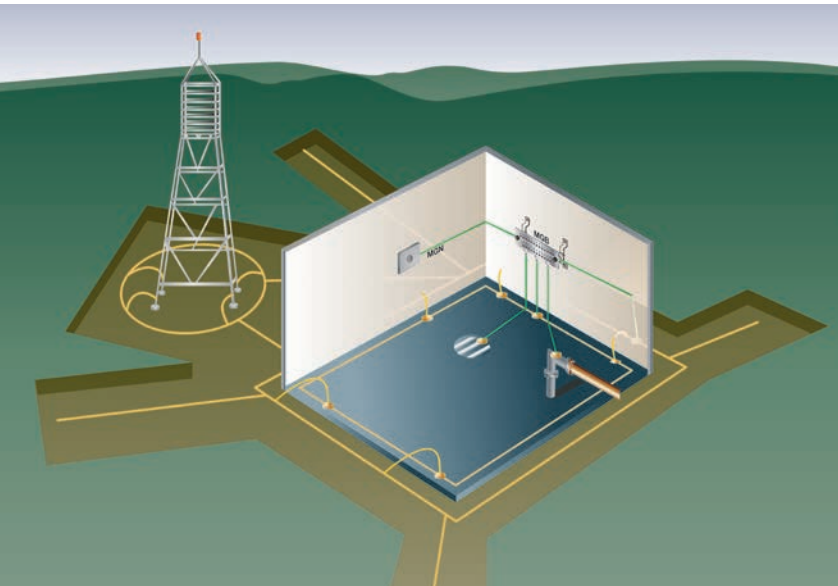


Obrázek 2: Provedení 3pólového testování poklesu napětí celého zemnicího systému.



Obrázek 3: Měření individuálních odporů zemnicího systému pomocí selektivního testu.

Další aplikace měření zemního odporu



Typické uspořádání stavby stožáru antény mobilního operátora.

Oblasti použití

Přístroj Fluke 1625-2 lze použít k měření kapacity systému uzemnění ve čtyřech dalších oblastech.

Budovy zařízení mobilních operátorů / mikrovlnné a rozhlasové vysílače

Na většině míst stojí čtyřnohá věž, kdy je každá noha samostatně uzemněna. Tato uzemnění jsou pak propojena měděným kabelem. Vedle věže stojí obslužná stanice, ve které se nachází veškerá přenosová zařízení. V budově je k dispozici uzemnění po obvodu budovy a svodu MGB, přičemž uzemnění je připojeno ke svodu MGB. Budova obslužné stanice vysílače mobilního operátora je uzemněna ve všech 4 rozích a připojena ke svodu MGB měděným kabelem, tyto 4 rohy jsou navíc propojeny měděným vodičem. Je také provedeno propojení mezi obvodovým zemnicím pásem budovy a věže.

Elektrické rozvodny

Rozvodna je pomocná stanice v přenosovém a rozvodném systému, ve které se obvykle transformuje vysoké napětí na nízké. Typická rozvodna obsahuje ukončovací zařízení vedení, vysokonapěťové rozvaděče, jeden nebo více výkonových transformátorů, nízkonapěťové rozvaděče, ochrany proti přepětí, ovládací prvky a měřicí přístroje.

Vzdálené rozvodny

Vzdálené nebo také dálkové rozvodny obsahují slučovače digitálních linek a další telekomunikační zařízení. Vzdálené rozvodny jsou obvykle uzemněny na obou koncích skříně a jsou opatřeny řadou zemnicích kolíků propojených měděným vodičem kolem skříně.

Ochrana před bleskem u komerčních/průmyslových objektů

Většina systémů ochrany před bleskem a poruchovým proudem vychází z uzemnění všech čtyř rohů budovy, které jsou obvykle propojeny měděným kabelem. V závislosti na velikosti budovy a její konstrukční hodnotě odporu se může počet zemnicích tyčí lišit.

Doporučené testy

Koncoví uživatelé musí při každé aplikaci provádět stejné tři testy: Bezsondové měření, 3pólové Měření Poklesu napětí a Selektivní měření.

Bezsondové měření

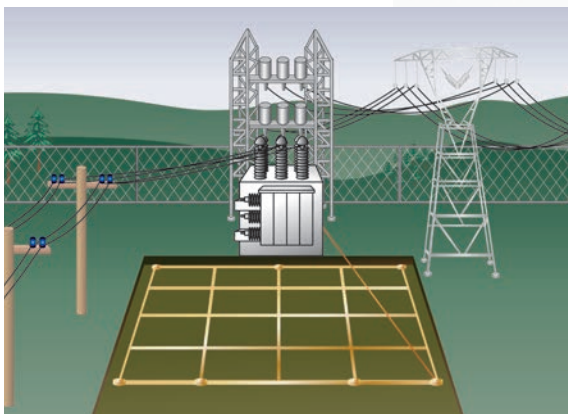
Nejprve proveďte bezsondové měření na následujících místech:

- Jednotlivé nohy věže a čtyři rohy budovy (**obslužné budovy / věže antén mobilních operátorů**)
- Všechna zemnicí spojení (**elektrické rozvodny**)
- Vedení ke vzdálené rozvodně (**vzdálené rozvodny**)
- Zemnicí kolíky budovy (**ochrana před bleskem**)

Ve všech aplikacích výsledek měření nepředstavuje skutečnou hodnotu zemního odporu s ohledem na uzemnění sítě. Jedná se především o test spojitosti a ověření, zda je objekt uzemněn, zda existuje elektricky vodivé spojení a zda je systém schopen vést proud.

3pólové Měření Poklesu napětí

Za druhé je třeba změřit odpor celého systému pomocí 3pólového měření poklesu napětí. Dbejte na pravidla pro umístění kolíků. Výsledek tohoto měření je třeba zaznamenat a měření by se měla provádět nejméně dvakrát ročně. Tímto měřením získáte hodnotu odporu celého objektu.

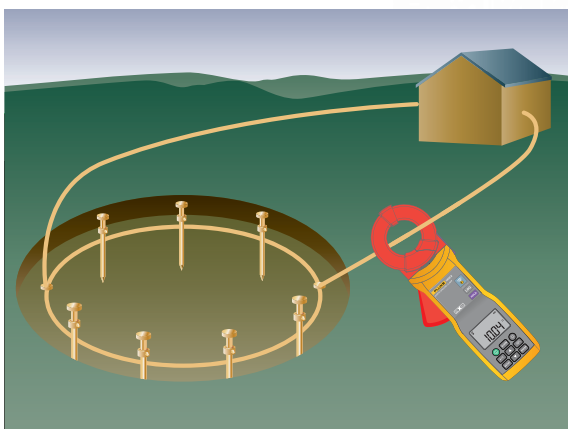


Typické uspořádání elektrické rozvodny.

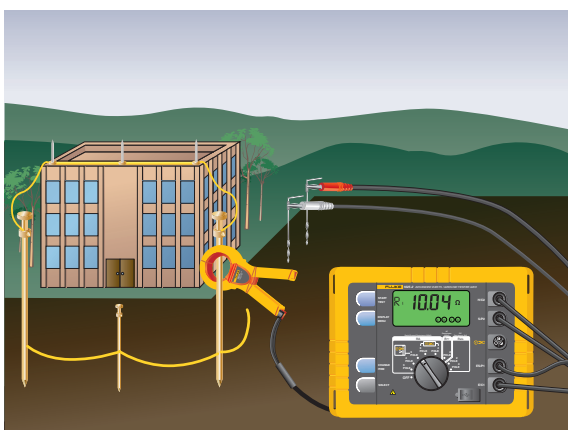
Selektivní měření

Nakonec je potřeba změřit jednotlivá zemní vedení pomocí selektivního testu. Tím ověříte integritu jednotlivých vedení a jejich připojení a zjistíte, zda je potenciál uzemnění celého systému přiměřeně rovnoměrný. Pokud jsou při některém měření zjištěny výraznější odchylky od ostatních měření, je třeba najít příčinu. Odpor by se měl měřit na následujících místech:

- Každá noha věže a všechny čtyři rohy budovy (obslužné budovy / věže antén mobilních operátorů)
- Jednotlivé zemnicí tyče a jejich připojení (elektrické rozvodny)
- Oba konce vzdáleného objektu (vzdálené rozvodny)
- Všechny čtyři rohy budovy (ochrana před bleskem)



Použití bezsondového testování u vzdálené rozvodny.



Použití selektivního testování u systému ochrany před bleskem.

Produkty uzemnění



Fluke 1625-2 Progresivní tester uzemnění GEO



Fluke 1623-2 Základní tester uzemnění GEO



Kleště pro testování uzemnění Fluke 1630-2 FC

Kompletní řada testerů

Fluke 1623-2 a 1625-2 jsou výjimečné testery uzemnění, které dokáží provádět všechny čtyři metody měření zemního odporu.

Pokročilé funkce testeru Fluke 1625-2 zahrnují:

- Automatické řízení měřicí frekvence (AFC) – zjistí stávající interferenci a vybere frekvenci měření minimalizující účinek interference, poskytující tak přesnější hodnoty zemnění.
- Měření R* – vypočítává zemní impedanci při 55 Hz, aby přesněji vyjádřila odpor uzemnění, kterým zjistí i chybné uzemnění
- Nastavitelné limity – pro rychlejší testování

Pokročilé funkce testeru Fluke 1630-2 FC zahrnují:

- Bezsondové testování s jedněmi kleštěmi
- Záznam dat měření – do paměti lze v přednastaveném intervalu záznamu dat uložit až 32 760 měření
- Mez alarmu – Uživatelem definované limity signalizace vysokých a nízkých hodnot pro rychlé vyhodnocení měření.
- Pásmový filtr – volitelná funkce pásmového filtru odstraňuje nežádoucí šum z měření střídavého unikajícího proudu.
- Přístroje řady 1630-2 FC jsou součástí neustále se rozrůstajícího systému propojených měřicích přístrojů a softwaru pro údržbu zařízení. Další informace o systému Fluke Connect naleznete na adrese flukeconnect.com.

Volitelné příslušenství

320mm (12,7 palců) transformátor s děleným jádrem – pro provádění selektivního testování u jednotlivých noh věží.

Porovnání testerů uzemnění

Produkt	Pokles napětí		Selektivní	Bezsondové	2pólová metoda
	3pólové	4pólové/půda			
Fluke 1621			1 kleště	2 kleště	2pólové
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					



Kompletní sada 1625-2



Fluke 1630-2 FC se standardem odporu smyčky a pevným ochranným pouzdrům

Fluke. Keeping your world up and running.®

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands
Tel: +31 4 0267 5406
E-mail: cs.cz@fluke.com
Web: www.fluke.cz

Navštivte nás na webových stránkách:
Web: www.fluke.cz

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation. Všechna práva vyhrazena. Případné změny jsou vyhrazeny bez předchozího upozornění.
2/2017 4346628c-cze

Změny tohoto dokumentu nejsou povoleny bez písemného schválení společnosti Fluke Corporation.