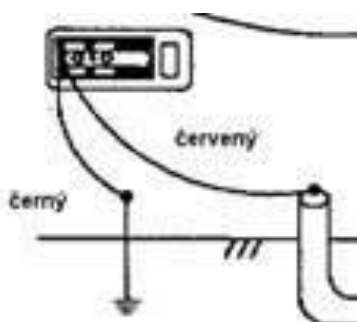


# Vyhledávání kabelových tras a lokalizace kabelových poruch.



Zařízení typu lokátor kabelů a potrubí jsou obvykle složeny ze dvou částí: z vysílače a z přijímače. Vysílač vysílá elektromagnetické pole po kabelu, nebo potrubí a přijímač detekuje přítomné elektromagnetické pole v místě vztaheném k podzemní inženýrské síti. Více jak 70% neúspěšných hledání je způsobeno nesprávným použitím vysílače. Použití vysílače je nutné věnovat maximální pozornost. Pokud se připojíte na správném místě vytvoříte tak kvalitní smyčku elektrického signálu a hledání bude přesné a snadné. Činnost vysílače je založena na vytvoření uzavřené smyčky elektrického proudu, ten musí vtékat na jedné straně z vysílače přes propojovací vodič do vodivé části inženýrské sítě a na druhé, uzemněné straně, vtékat do země a vracet se zpět půdou do zemní svorky druhého propojovacího vodiče vysílače zpět do vysílače.

Čím je obvod smyčky kvalitnější tím je také množství protékaného signálu na vedení větší. Signál z vysílače se do vodivé části inženýrské sítě dostane třemi základními způsoby:

Galvanickým připojením

Indukcí vazebním členem

A Indukcí vysílačem.

## **Galvanické připojení:**

Vysílač uzemníte pomocí černé svorky na zemní kolík zapíchnutý do země, nebo připojením na kovovou část zařízení, jako například dopravní značku umístěnou v zemi. Důležité je uzemnit černý vodič v 90 stupňovém úhlu od sledované části větve inženýrské sítě. Takovéto uzemnění umožňuje správné vytvoření zpětné vodivé cesty. Uzemnění v blízkosti červené svorky může způsobit rušení vysílaného a zpětného proudu. Vyhněte se také uzemnění nad další inženýrskou sítí v blízkosti sledované, to může způsobit vrácení signálu po této části inženýrské sítě a nesprávné lokalizování. Uzemnění na suché kamenité nebo písčité půdě může vést k nedostatečnému navrácení zpětného proudu. Zlepšení dosáhneme políáním zemního kolíku vodou nebo použitím delšího zemního kolíku. Obě metody zajistí zvýšení úrovně protékajícího zpětného proudu. Obecně platí zásada, že čím je lepší uzemnění, tím je větší protékající zpětný proud.

## **Indukcí vazebním členem:**

Připojení induktoru se používá tehdy nelze-li použít připojení přímým galvanickým propojením, tzn. na neodpojených silových kabelech, nebo telefonních vodičích, které není možné odpojit z provozu.

## **Indukcí vysílačem:**

Indukci přímo z vysílače zajistíte tak že vysílač položíte přímo nad hledanou inženýrskou sítí ve směru znázorněných šipek na čele vysílače. Vysílač bude vysílat signál, který se indukuje do sledované inženýrské sítě. Indukovaný signál se šíří na vzdálený konec kde se uzemněním přes zem vrací zpět se na blízký konec a přes uzemnění vrací zpět k vysílači. Výsledkem ovšem je že se signál indukuje do všech okolních inženýrských sítí. Což činí lokalizování správného kabelu nebo potrubí velice obtížným. Vysílací cívka ve vysílači vysílá signál nejenom pod vysílač do země, ale i nad vysílač do vzduchu. Proto si buďte vědomi rušivých signálů z kabelů pod zemí, stejně tak z kabelů nadzemního vedení. Induktivní metoda vysílačem je vhodná pro použití tak zvané prohledávací síťové metody lokalizace. Kdy jeden pracovník nese vysílač, druhý přijímač a společně se pohybují v hledaném prostoru vertikálně a posléze v 45

stupňovém úhlu vertikálně a hledají ve vymezeném prostoru průsečíky kabelů a potrubí.

### Teorie a praxe použití přijímačů lokátorů inženýrských sítí

Přijímače hledaček sledují signál protékající po síti. Množství protékaného signálu na vedení je vizuálně zobrazeno na displeji sloupcovým grafem, číselným údajem a současně výškově proměnlivým zvukovým signálem. Na přijímači se navolí správná frekvence vysílaného signálu, vzdálí se několik metrů od vysílače a v půl kruhu nebo v celém kruhu se provede určení směru vedení inženýrské sítě daného průsečíky. Po nalezení cílené sítě se postupuje vpřed od vysílače nejlépe kýváním přijímačem doprava a doleva při současném hledání maximální nebo minimální výchylky na stupnici přijímače podle zvoleného typu antény. V režimu maximální a super-maximální výchylky bude výška tónu, výška sloupce grafické výchylky a číselná hodnota nejvyšší přímo nad kabelem, mimo kabel budou klesat. Naopak v režimu minimální výchylky bude tón, číselná a grafická odezva nejvyšší mimo kabel a nad kabelem bude odezva nulová. Metoda maximální a super-maximální výchylky je přesnější než metoda minimální výchylky a proto je vhodnější pro místa s velkým rušením. Tlačítka ovládání zisku se nastaví dostatečná citlivost nad hledanou inženýrskou sítí na referenční hodnotu a inženýrské sítě se trasuje ve směru od vysílače. Vzdalováním se od vysílače, případně změnou hloubky uložení sítě bude úroveň signálu klesat. Určení hloubky inženýrské sítě se provádí dvěma způsoby. Za prvé jednoduše stiskem tlačítka měření hloubky na čelním panelu přijímače, za druhé triangulační 45 stupňovou metodou. Měření hloubky z obou stran sítě triangulací lze ověřit, zda elektromagnetické pole není deformované a tak tlačítkem změřený údaj potvrdit. Výrazněji deformované pole způsobí nesprávné změření hloubky sítě. V praxi často leží podzemní inženýrské sítě, nebo jejich části vedle sebe, nebo nad sebou. V takovém případě dochází k vazebnímu přeskočení sledovaného signálu na inženýrskou sítě a lze postupovat následovně. Sítě se co nejpřesněji vyznačí, postaví se s tělem přijímače přímo nad první sítě a tlačítkem se změří velikost protékaného proudu. To samé se provede s druhou, třetí atd. sítí. Nejvyšší hodnota nám indikuje sledovanou inženýrskou sítě.

## Lokalizace plášt'ových kabelových poruch s A-rámem

S pomocí A-rámu (zemní vratné sondy) spojeného s přijímačem za použití vysílače je možné přesně dohledat plášt'ové poruchy na inženýrské síti – vedení.

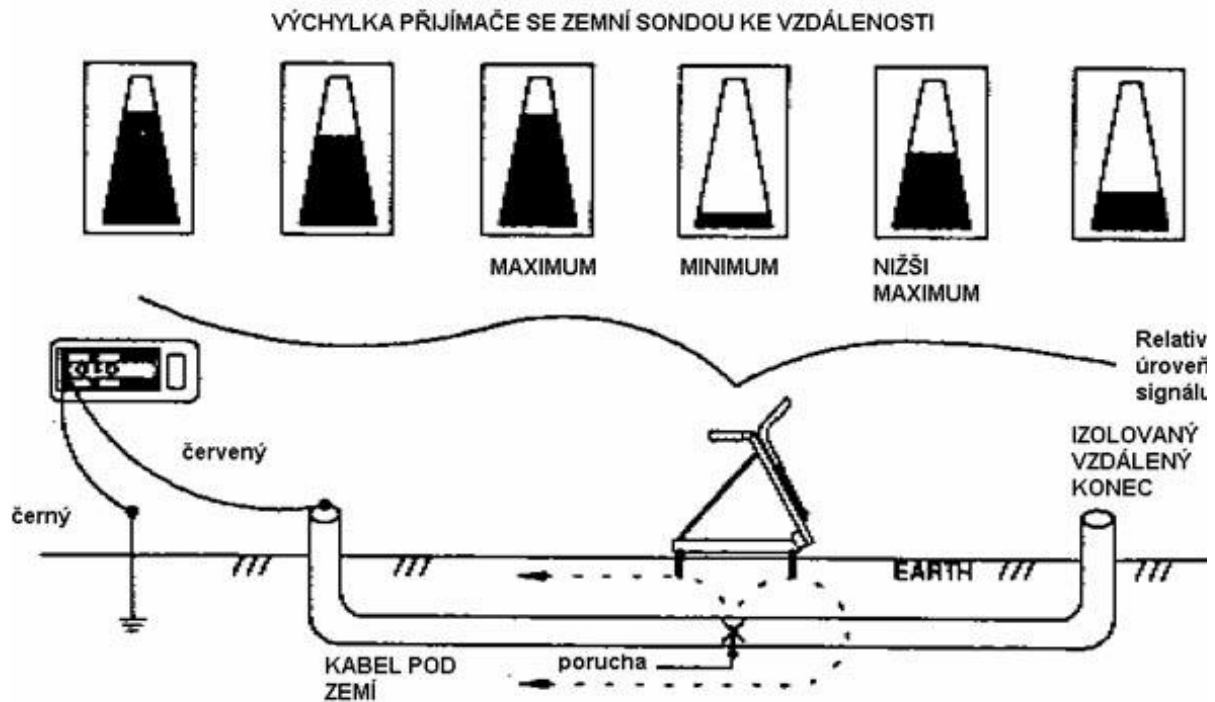
### **Tipy na správnou lokalizaci poruchy**

Před lokalizací poruchy kabelu si vyhledejte a označte trasu vedení kabelu.

Použijte nízkou frekvenci např. 815 Hz. Nízká frekvence se používá z důvodu minimalizace přeskočení signálu na vedení za poruchu a jeho další pokračování po trase. Nízká frekvence zajistí maximální míru signálu vtékajícího do půdy.

Při lokalizaci poruch s A-rámem odpojte oba konce od dalšího vedení. Tím přinutíte signál vtékat co nejvyšší mírou do země v místě poruchy. Signál bude protékat cestou nejmenšího odporu. Pokud by byl druhý konec kabelu uzemněn, většina zpětného proudu by se vracela zpět právě z tohoto konce a ne z místa poruchy. Signál však musí vcházet co nejvíce do země právě v místě poruchy.

Přijímač bude zobrazovat postupně vyšší a vyšší výchylku jak se blížíte k poruše. Na druhé straně poruchy signál poklesne. Vraťte se zpět a postupte kousek vpřed dokud nenaleznete nulovou odchylku. Šipka uprostřed A-rámu se nyní nachází přímo nad poruchou. V dnešní době jsou samozřejmostí šipky, které ukazují směr k poruše.



## Lokalizace poruch odrazovou metodou TDR

Principiálně je do poškozeného kabelu vyslán zkušební impuls, který se po kabelu dále šíří. Poruchy, jako rozpojení, nebo zkratky způsobí odrazy vracející se zpět do přístroje. Čas mezi vysláním zkušebního impulsu a přijetím odražené odezvy je přímo úměrný vzdálenosti k poruše. Posunutím pohyblivého kurzoru na počátek zlomového bodu odražené odezvy se tento čas přesně stanoví. Jelikož se rychlost šíření impulsu liší od typu dielektrika kabelu, regulováním činitele rychlosti šíření se přesně určí vzdálenost k poruše v metrech, nebo nanosekundách. Velikost odrazu je závislá na velikosti změny impedance. Vyrovnání impedance reflektometru se zkoušeným kabelem pomůže snížit nechtěné odrazy. Pokud se nevyrovná impedance, neovlivní to přesnost měření vzdálenosti, jen se zvýší procento nechtěných odrazů, které dále znesnadní určení místa a povahy poruchy.

## Základní provedení kabelu

vodivé jádro

izolace

plášť



Dva kovové vodiče, umístěné blízko sebe, tvoří přenosové vedení s charakteristickou impedancí. Reflektometry hledají změnu impedance, způsobenou různými vlivy, včetně poškození kabelu, průniku vody, změny typu kabelu, nesprávné instalace a dokonce i výrobních trhlinek.

Izolační materiál udržující vodiče od sebe se nazývá dielektrikum kabelu. Impedance kabelu je dána průměrem vodiče, roztečí vodičů od sebe, typem materiálu dielektrika, nebo izolace použité k oddělení vodičů.

Ukázka odrazů na displeji reflektometru

impuls vysílaný do zkoušeného vedení

odraz rozpojeného vedení na konci

odraz způsobený rozpletením vedení

### Ukázka odrazů na displeji reflektometru



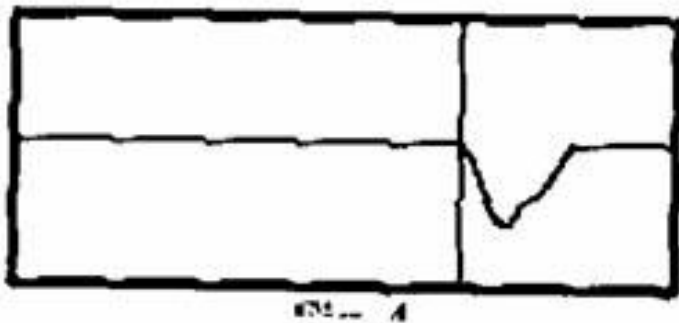
## ZKRATY

Metalické zkraty jsou způsobeny metalickým kontaktem mezi dvěma vodiči kabelového páru. Projeví se sestupným pulsem jak je vidět z obrázku níže

Zkraty v plášti jsou způsobeny, když vodič v kabelu má metalický kontakt s metalickým pláštěm kabelu. Zkraty v plášti určíte tak, že připojíte na jednu

svorku plášť, ten jste nejdříve odpojily od země a na druhou zkratovaný vodič.

Křížení se projeví tehdy, když se kříží různé páry ve spojovací skříni. Křížení se projeví jako metalický zkrat, ale s nižší velikostí. Křížení se rozpozná tak, že přístroj připojíme na jeden pár a po přepojení na křížené vodiče se objeví zřetelnější poruchový impuls.



## ROZPOJENÍ

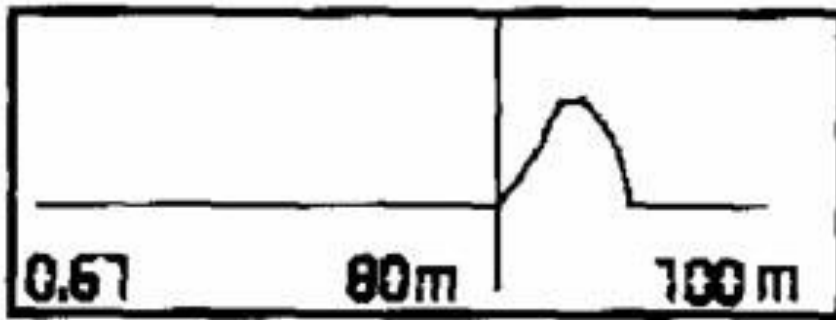
Metalická rozpojení jsou, způsobeny, když jeden, nebo oba vodiče v páru jsou rozpojeny, nebo přerušeny. Projeví se silně narůstajícím pulsem.

Odporové spoje, nebo spojky se projeví nekvalitním spojem, nebo spojením, když jsou kabely připojeny do skříně rozvaděče. Velikost odrazu závisí na kvalitě spoje.

Rozmotání a opětovné smotání se vyskytují na telefonních kabelech, když je párový vodič rozmotaný. Obvykle se to děje v místech spojování kabelů a jako takové se nejedná o skutečnou poruchu. Jsou však hlavní příčinou nepřehledných odrazů na trase. Rozmotání, když je pár rozmotán, způsobí poruchový odraz vzestupný a smotání, když se pár smotává dohromady, způsobí odraz sestupný. Jelikož rozštěpení a štěpení jsou obvykle blízko sobě, např. ve spojovací skříni, tyto dva poruchové odrazy se téměř překrývají. Na celkové porušené trase se projeví jako slabá odchylka.

Vodní poruchy jsou způsobeny znečištěním izolačního média pronikající vlhkostí skrz poškozený plášť. Tam kde začíná vlhké místo, objeví se zkratový odraz poruchy, následovaný malým odrazem na rozpojení v místě kde vlhkost končí. V místech, kde se vlhkost postupně zvyšuje, nebo snižuje se vzdáleností,

se tyto odrazy rozšiřují do tvaru mírné ulity, nebo se svažují do vodorovné čáry. U starých kabelů, které jsou obvykle nasáknuté, se odrazy způsobené vlhkostí obtížně určují, jelikož není možné určit počátek a konec vlhkého místa. Jen v několika málo případech bude mít vlhké místo ostrý odraz jako zkrat, nebo rozpojení. Kabely vyplněné speciálním rosolem způsobí jen velmi malé poruchové odrazy, kvůli omezenému množství vody.



### Činitel rychlosti šíření

Reflektometr je neobyčejně přesný přístroj, avšak nesprávně nastavený činitel rychlosti šíření impulsu po kabelu může způsobit chybu při určení vzdálenosti polohy. Způsob jak se vyhnout chybnému určení vzdálenosti poruchy je použít správný činitel. Činitel rychlosti šíření je údaj říkající jakou rychlostí se šíří signál po kabelu. Různé kabely mají samozřejmě také různé činitele rychlosti šíření. Znalost ČRŠ je při určení vzdálenosti poruchy reflektometrem nejdůležitějším faktorem. Správně zadaný ČRŠ nám vlastně kalibruje měřicí reflektometr na zkoušený kabel. Ve zřídka případech je ČRŠ uveden již výrobcem kabelu. Rychlost světla ve vakuu je 300000 km/s a je pro ČRŠ představena číslem 1 (100%). Všechny ostatní signály se již šíří pomaleji. Koaxiální kabel s ČRŠ 0,85 by přenášel signál 85% rychlostí světla. Dvoulinka má obvykle nižší ČRŠ (např. 0,65) a přenášela by tedy signál 65% rychlosti světla.

Na stejném kabelu se může ČRŠ odchylovat. ČRŠ se mění s teplotou, stářím a vlhkostí. Například na každých 10°C od pokojové teploty se ČRŠ mění o 1%. Navíc se mohou lišit ČRŠ již přímo u výrobce kabelu a to výrobní série od výrobní série. Každý nový kabel může kolísat v rozmezí až +/- 3%. Jak vyplývá ze vzorce uvedeného níže, způsobí každá změna relativní permitivity změnu ČRŠ a tedy i zkoušené délky. Nejlepší způsob jak určit neznámý ČRŠ, je



zkalibrovat jej na známé délce kabelu, čím delší tím lepší.

V praxi je zavedeno několik rozdílných způsobů zobrazení činitele rychlosti šíření. Naprostá většina výrobců reflektometrů používá zobrazení poměrové, kdy je stanoven poměr mezi rychlostí šíření impulsu po zkoušeném kabelu a rychlostí světla a hodnota ČRŠ se pohybuje v rozmezí 0 až 1, kdy 1 je rychlost šíření světla. U procentuálního zobrazení se vlastně jedná o jednoduché převedení poměrových jednotek na procenta v rozmezí 0 - 100 %. Zavedené je též zobrazení skutečné rychlosti šíření impulsu po zkoušeném kabelu přímo v metrech za mikrosekundu. Aby se zjednodušilo nastavení ČRŠ, některé nejnovější modely reflektometrů již mají přednastavené hodnoty ČRŠ v paměti pro různé druhy izolačního dielektrika a uživatel jen nastavuje typ dielektrika zkoušeného kabelu. Např. u silových kabelů s papírovou izolací napuštěnou olejem je v paměti reflektometru pro ČRŠ přednastavena hodnota 0,54.

Níže uvedená tabulka názorně ukazuje převody mezi jednotlivými způsoby zobrazení ČRŠ pro polyetylenovou izolaci zkoušeného kabelu.

Způsob zobrazení ČRŠ	Hodnota	Komentář
Poměrový ČRŠ	= 0,667	Poměrový údaj od 0 do 1, kde 1 = rychlost svě
Procentuální ČRŠ	= 66,7%	Procentuální hodnota 0-100%, 100% je rychlo: světla
Skutečný ČRŠ - w2	= 0,667x300m/μs = 200 m/μs	Údaj vypovídá o skutečné rychlosti šířeného impulsu po kabelu
Souhrnnou tabulkou	= polyetylén	Obsluha zvolí za druh izolace polyetylén a ČRŠ bude automaticky nastaven na 0,667.

Tabulka způsobů zobrazení činitele rychlosti šíření

ČRŠ = činitel rychlosti šíření