

## L. Monitorovací systém

### L.1 Všeobecne

Realizácia teplovodných rozvodov z predizolovaného potrubia patrí dnes k moderným a osvedčeným technológiám v systémoch diaľkového vykurovania. Prináša zreteľné ekonomické úspory, prameniace z nízkych strát, dlhej životnosti a jednoduchšej inštalácie rozvodov. Použitie špeciálnych detektorov navyše umožňuje elektronické monitorovanie závad spôsobených poruchami tesnosti nosnej rúry i plášťa. Tieto poruchy môžu pri najmenšom významne degradovať vyššie uvedené vlastnosti.

Detekcia netesností sa zakladá na skutočnosti, že kvapalné médium vykazuje elektrolytickú vodivosť, ktorá je pri jeho úniku do medzivrstvy snímaná pomocou detekčných vodičov. Týchto vodičov môže byť (čo sa často javí účelovo) umiestnených v jednej rúre viac. V oblasti spojov, ktoré sú prakticky výlučne rizikové z hľadiska porušenia tesnosti teplotnosnej rúry, sa na vodiče obyčajne prikladajú vlhkosťné senzory, tvorené vysušenou plstenou vložkou, napustenou hygroskopickou látkou, ktorá navyše podstatne zvyšuje vodivosť unikajúcej kvapaliny.

Monitorovacie systémy sa rozdeľujú podľa materiálu použitých detekčných vodičov, ktorý následne predurčuje princíp elektronického vyhodnotenia v detektore. Systémy s párom detekčných vodičov, z ktorých jeden je z odporového materiálu, využívajú mostíkové metódy pre stanovenie vzdialenosti miesta zvodu. Tieto systémy sú však menej využívané kvôli niektorým zásadným nedostatkom a spravidla aj vyššej cene.

Väčšinou sa používajú systémy s medenými vodičmi. Tieto sa ešte rozdeľujú podľa princípu uzatvárania meracieho obvodu. Buď je to dvojica vodičov, tvoriaca samostatné vedenie, alebo je využitá vo funkcii jedného z vodičov ocelová teplotnosná rúra. Posledne menovaný systém sa nazýva NORDIC (tiež Alarm škandinávsky) a je v Európe najrozšírenejší.

### L.2 Detektory

Detektory rozdeľujeme podľa spôsobu použitia na stabilné a prenosné, podľa schopnosti stanoviť aj vzdialenosť eventuálnej poruchy na indikačné a lokalizačné. Stabilné detektory sú pevne umiestnené vo vhodnom objekte a obyčajne slúžia na nepretržité monitorovanie určitej potrubnej trasy. Prenosné prístroje sú určené na operatívne meranie na ľubovoľnom mieste prístupu k systému. Indikačné detektory iba upozornia, že v kontrolovanom úseku nastala porucha, zatiaľ čo lokalizačné detektory sú schopné určiť aj polohu tejto poruchy.

### L.3 Konduktometria

Konduktometria, t.j. meranie elektrolytickej vodivosti kvapalín, je základom činnosti všetkých typov detektorov. Prekročenie prípustnej hodnoty elektrického zvodu medzi detekčným vodičom a rúrou (alebo medzi dvojicou vodičov) je kvalifikované ako porucha a indikované vhodným signálom. Pre základný trvalý dohľad nad systémom sa používajú jednoduché odporové detektory, ktoré nevedia zamerať polohu poruchy. Prístroje tohto typu môžu byť dosť citlivé a v kombinácii s prenosným reflektometrom, schopným eventuálne poruchy lokalizovať, môžu urobiť dobrú službu. Ich výrobcovia však často nedoceňujú niektoré parazitné fyzikálno-chemické vplyvy, všeobecne známe z teórie konduktometrie, ktoré môžu podstatne ovplyvniť výsledky meraní, ak nie sú vhodným spôsobom eliminované. Ide najmä o tzv. polarizačný efekt a vznik elektrochemického potenciálu.

## L. Monitorovací systém

### L.4 Reflektometria

Najvyššiu triedu v odbore detektorov netesností tvoria prístroje pracujúce na princípe odrazu elektrického signálu na vedení. Táto metóda, nazývaná reflektometria, sa v elektrotechnike často využíva na kontrolu celistvosti a akosti káblov a vedení rôznych druhov a v podstate predstavuje vyhodnotenie vysokofrekvenčných vlastností vedenia. Pri narušení elektrickej homogenity vedenia skratom, zvodom, prerušením alebo zmenami iných elektrických a mechanických parametrov dôjde v mieste takej zmeny k čiastočnému až úplnému odrazu signálu, ktorý bol doňho vyslaný. Pri známej rýchlosti šírenia signálu po danom druhu vedenia sa dá z času od jeho vyslania do návratu odrazenej zložky určiť poloha miesta poruchy (odrazu) a z amplitúdy určiť jej veľkosť a povaha.

Špecifická je problematika reflektometrických meraní porúch predizolovaných potrubných rozvodov. Vyžaduje určité špeciálne vlastnosti použitého reflektometra, ktorý musí byť schopný vyhodnotiť nielen zmeny, ale aj priebežnú hodnotu amplitúdy meracieho signálu (signálový profil trasy). Detekčný vodič v rúre predstavuje vysokofrekvenčné vedenie a vlhkosť v izolačnej pene naruší jeho homogenitu. Pozoruhodné je, že aj voda, ktorá postupne preniká penou k detekčnému vodiču, ale ešte s ním nie je v priamom kontakte, spôsobí vplyvom zmeny elektrickej kapacity anomáliu, ktorá je konduktometricky zamerateľná.

### L.5 Voľba systému

Dlhoročné skúsenosti z prevádzky systémov pre monitorovanie netesnosti predizolovaného potrubia ukazujú, že z hľadiska funkčnosti a spoľahlivosti, ako aj z hľadiska minimalizácie obstarávacích, montážnych a prevádzkových nákladov je optimálny taký monitorovací systém, ktorý spočíva na kombinácii stabilného odporového detektora na nepretržitý dohľad nad sledovanou trasou potrubia a prenosného reflektometrického detektora na zameriavanie porúch a detailnú analýzu stavu potrubia z hľadiska vlastností izolačného materiálu.

Použitie detektorov zaisťujúcich trvalú indikáciu a zameranie porúch s prípadným diaľkovým prenosom detailných aktuálnych dát nemá opodstatnenie z týchto dôvodov:

- Prípadnú poruchu treba zamerať čo najpresnejšie - pokiaľ možno na krátku vzdialenosť z najbližších prístupných miest systému (odbočiek, koncov, umelo vytvorených prístupových bodov). Toto umožní len prenosný reflektometer, použitie ktorého je nakoniec vždy nevyhnutné. Zameranie poruchy na väčšiu vzdialenosť z pevného miesta v akomkoľvek systéme má nižšiu presnosť, a teda stráca zmysel.
- Pri systémoch s kovovou nosnou rúrou sa používa priľnavá a kompaktná polyuretánová izolačná pena, ktorá nedovolí radikálne šírenie poruchy. Sledovateľné zmeny sa prejavajú obyčajne v týždňových až mesačných intervaloch a ich prípadný pohyb sa dá ľahko a presne monitorovať prenosným reflektometrom z najbližšej prístupnej odbočky.
- Výskyt porúch pri dobre odvedenej stavbe je výnimočný. Pri hlásení poruchy nie je teda problém prísť k signalizujúcemu detektoru a pomocou špeciálneho prenosného prístroja spraviť podrobnú analýzu poruchy. Trvalá dostupnosť detailných údajov je zbytočná. Diaľkový prenos dát v počítačovej forme si vyžaduje náročné prenosové zariadenia. Pre daný účel úplne vyhovuje signalizácia typu v poriadku/porucha, napr. prostredníctvom kontaktu relé. Takýto spôsob signalizácie možno v prípade potreby začleniť aj ako vstupný údaj počítačového riadiaceho systému.

## L. Monitorovací systém

- Náklady na stabilné lokalizačné systémy sú podstatne vyššie. Prenosný reflektometer navyše poslúži aj pri obsluhu rozsiahlych systémov a oblastí, čím relatívne náklady klesajú.

Vyššie uvedené skutočnosti platia aj pre systémy s odporovou lokalizáciou poruchy mostíkovou metódou (detekčný vodič je z odporového materiálu), ktoré navyše vykazujú niekoľko významných nedostatkov:

- Pri prerušení jedného z vodičov sa systém stáva nefunkčným. Pri prerušení pomocného medeného vodiča sa síce dá miesto prerušenia zamerať reflektometrom a závalu odstrániť, ale pri prerušení odporového vodiča je pre jeho veľký útlm zástupné použitie reflektometrickej metódy nemožné a systém je tak trvalo vyradený z prevádzky. Rovnako pri súčasnom výskyte viac ako jednej poruchy na trase nemožno zamerať ani jednu z nich, schopnosť lokalizácie je úplne paralyzovaná. (Pritom reflektometrický princíp umožňuje zamerať na jednej trase viac porúch zároveň). Upresnenie lokalizácie poruchy z najbližších prístupných miest sa pri tomto systéme nedá vykonať, bolo by kvôli nevyhnutnému rozdeleniu trasy veľmi problematické.
- Na rozdiel od reflektometrickej metódy nedovolí tento systém zamerať aj kapacitné zmeny v prípade, že unikajúca voda neprišla do priameho kontaktu s detekčným vodičom a iba sa k nemu priblížila. Vyššia odporová citlivosť mostíkových systémov nie je opodstatnená. Nemá zmysel nadmieru zvyšovať tento parameter, pretože vzniká riziko indikácie aj zvyškovej technologickej vlhkosti, ktorá nemá a nebude mať na funkciu systému vplyv. Ak bude porucha taká veľká, že bude treba pristúpiť k jej oprave, bude vždy zamerateľná reflektometrickou metódou.
- Náklady na mostíkové systémy sú veľmi vysoké. Cena rúr vybavených odporovými detekčnými vodičmi býva oproti štandardným rúram Nordic asi o 20% vyššia. Aj na súčasnom trhu ponúkané detektory sú veľmi drahé.

### L.6 Vyhľadanie poruchy

Porucha sa v začiatkoch prejavuje nepravidelne, a to najmä v závislosti od teploty média, pretože teplotný koeficient elektrickej vodivosti kvapalín je značný. Zásluhou vysokej citlivosti stabilného odporového detektora možno s dostatočným predstihom pristúpiť k reflektometrickému zameraniu. To nemusí byť spočiatku celkom jednoznačné. Zvýšenú pozornosť treba venovať vývoju situácie, sledovať fluktuácie poruchových údajov prístroja.

Vytrvalá a reprodukovateľná indikácia poruchy je signálom, že porucha má väčší rozsah a nastal čas odstrániť ju. Pred začatím výkopových prác treba dôsledne preveriť situáciu. Pomocou kvalitnej dokumentácie treba vymedziť podozrivú oblasť a neomylnne vysledovať trasu vodiča, indikujúceho poruchu. Tým sa určí aj poloha najbližšej odbočky alebo konca potrubia, odkiaľ je tento vodič dostupný. Upresnenie lokalizácie poruchy sa vykoná pomocou prenosného reflektometra viacnásobným zameraním práve z týchto najbližších prístupných bodov.

Podstatný význam pre vyhodnotenie má porovnanie nameraných údajov s obdobnými údajmi pred výskytom poruchy. Táto skutočnosť si vyžaduje štandardizáciu meracej metódy a prístrojového vybavenia.

## L. Monitorovací systém

### L.7 Prepojenie systému

Projekt monitorovacieho systému musí byť navrhnutý tak, aby umožnil čo najpresnejšie zameranie poruchy. Nie je vhodné celý systém prepojiť a monitorovať naraz. Tento spôsob je dosť neprehľadný a neumožňuje ani hrubú lokalizáciu určením sekcie, vykazujúcej poruchu. Najmä však sťažuje východzie zameranie i potrebnú dodatočnú lokalizáciu poruchy prenosným reflektometrom. Systém treba rozčleniť do jednotlivých sekcií tak, aby bolo možné zameranie na kratšie vzdialenosti. Zároveň tak nie je obmedzené ľubovoľné rozširovanie systému o ďalšie sekcie.

Z podobných dôvodov nie je vhodné predtým používané detekčné vodiča do slučky, ktorá sa potom využíva na kontrolu jeho kontinuity. Navyše detektory, využívajúce tento princíp, pri prípadnom prerušení jedného z vodičov v rúrke nemožno použiť pre náhradné monitorovanie pomocou druhého neporušeného vodiča.

Je nevyhnutné mať kvalitnú dokumentáciu. Tá má obsahovať okrem iného presnú schému prepojenia vodičov, presné geometrické zameranie a všetky dĺžkové kóty jednotlivých úsekov potrubia.

### L.8 Poznámky k technológii stavby systémov

Na tomto mieste zhrnieme aspoň hlavné zásady správneho postupu inštalácie potrubných systémov z hľadiska monitorovania netesností. Systém detekčných vodičov treba už v projekte rozčleniť do kratších úsekov tak, aby sa dalo v prípade poruchy s dostatočnou presnosťou zamerať ju. Na tento účel je vhodné zaistiť prístup k detekčným vodičom v kratších intervaloch i v miestach, kde to zdanlivo nie je potrebné. Pre spoľahlivé zachytávanie porúch je vhodné osadzovať do spojov jednotlivých rúrok vlhkostné senzory, ktoré zaistia usmernenie cesty unikajúceho média k detekčnému vodiču a zároveň podstatne zvýšia jeho elektrickú vodivosť. Ak táto podmienka nie je splnená, môže médium unikať cestou, ktorá sa vyhne detekčnému vodiču, a tak porucha nie je indikovaná, alebo je vodivosť média v mieste poruchy nedostatočná pre následné zameranie.

Zo zásad vlastnej montážnej činnosti treba zdôrazniť dôkladné prepojenie vodičov pomocou lisovacích spojok navyše zaspájkovaných, upevnenie vodičov v spojoch do mostíkov, vymedzujúcich ich polohu, nevyhnutné zachovanie suchosti spojov a najmä senzorov až do kvalitného zapnenia a utesnenia plášťových spojok, ľahkú prístupnosť koncov vodičov a prepájacích slučiek v odbočkách, správne vyvedenie vodičov v odbočkách a na koncoch, ktoré vylučuje vznik elektrických skratov a zvodov do muriva, vhodné zakončenie vodičov v koncových bodoch konektormi alebo svorkovnicami v krabiciach. Pri stavbe systému je účelné robiť prenosným reflektometrom priebežnú kontrolu prepojenia detekčných vodičov, dĺžok jednotlivých úsekov a ich izolačných odporov. To vylúči možné a bohužiaľ časté chyby pri zapájaní vodičov a môže včas odhaliť spojky s vnesenou vlhkosťou.

### L.9 Uvedenie systému do prevádzky

Nevyhnutná východzia revízia systému musí zahŕňať kontrolu správnosti prepojenia podľa dokumentácie, kontrolu a dokumentáciu hodnôt izolačných odporov jednotlivých sekcií systému a ich východzie zameranie reflektometrickou metódou. To predstavuje zmeranie a archiváciu impedančných profilov jednotlivých sekcií, zahŕňajúce kalibráciu ich elektrických dĺžok. Porovnanie archivovaných počítačových záznamov s prípadným poruchovým stavom potom umožní najpresnejšiu kvalifikáciu a lokalizáciu poruchy. Dokumentácia by mala byť doplnená údajmi o elektrických vzdialenostiach do všetkých prístupných bodov - koncov a odbočiek.

## L. Monitorovací systém

### L.10 Stabilný indikačný detektor porúch BD 42

#### L.10.1 Rozsah použitia

Detektor porúch BD 42 je elektronický merací prístroj. Podľa STN EN 61010-1 je zaradený do kategórie zariadení upevnených, trvalo pripojených. Slúži k trvalej detekcii a kvalifikácii porúch predizolovaných teplovodných potrubí, vybavených integrovanými medenými snímacími vodičmi. Je určený pre montáž v prostredí vyhovujúcemu krytiu prístroja IP 65. Napájaný je zo siete 230 V, 50/60 Hz. Umožňuje diaľkové hlásenie poruchového stavu pomocou kontaktov relé. BD 42 je plne kompatibilný s lokalizačným prenosným detektorom BDP 103, ktorý umožňuje východzie zameranie jednotlivých sekcií monitorovanej trasy a dodatočné stanovenie polohy prípadnej poruchy.

#### L.10.2 Popis

BD 42 je vstavaný v plastovej skrinke s priehľadným vekom, pod ktorým je panel so svetelnými indikátormi diódami LED a štyrmi konektormi pre pripojenie detektora BDP 103, prípadne testovacieho prípravku k jednotlivým kanálom prístroja. V dolnej časti skrinky sú pod samostatným viečkom umiestnené svorkovnice pre kompletne elektrické pripojenie, sieťová poistka a DIP snímače pre nastavenie približnej dĺžky monitorovaných trás. Pre utesnenie káblových prívodov slúžia káblové vývody pod svorkovnicou.

#### L.10.3 Princíp činnosti

BD 42 pracuje na princípe konduktometrie (merania elektrolytickej vodivosti kvapalín). Používa striedavé meracie napätie vhodného kmitočtu a amplitúdy, čím sú eliminované významné parazitné vplyvy konduktometrického merania, ako je polarizačná kapacita a elektrochemický potenciál. Navyše je prístroj schopný detekovať aj kapacitné zmeny, spôsobené unikajúcim médiom, ktoré priamo nezasiahlo detekčný vodič. Pomocou jediného meracieho napätia kontroluje trvalo v každej sekcii izolačný stav peny a zároveň kontinuitu detekčného vodiča v celej dĺžke sekcie. BD 42 má štyri vstupné kanály pre nezávislú kontrolu štyroch sekcií monitorovanej trasy.

BD 42 v prípade skratu alebo zníženia elektrického odporu medzi detekčným vodičom a nosnou oceľovou rúrou pod stanovenú medzu indikuje túto situáciu ako poruchu typu zvod v príslušnej sekcii. V prípade prerušenia alebo zvýšenia elektrického odporu detekčného vodiča nad stanovenú medzu indikuje túto situáciu ako poruchu prerušenie v príslušnej sekcii. K indikácii týchto stavov slúži pre každú zo štyroch sekcií dvojica malých červených LED. Akákoľvek uvedená porucha v ktorejkoľvek sekcii vyvolá zároveň celkovú indikáciu typu porucha a zopnutia indikačného relé. K indikácii slúži veľká červená LED.

#### L.10.4 Inštalácia

BD 42 nepoužíva bežné prepojenie jednotlivých meraných trás do slučky. Tento spôsob je veľmi neprehľadný a neumožňuje ani hrubú lokalizáciu určením sekcie, ktorá vykazuje poruchu. Najmä však sťažuje východzie zameranie a aj naprosto potrebnú dodatočnú lokalizáciu poruchy prenosným reflektometrom BDP 103.

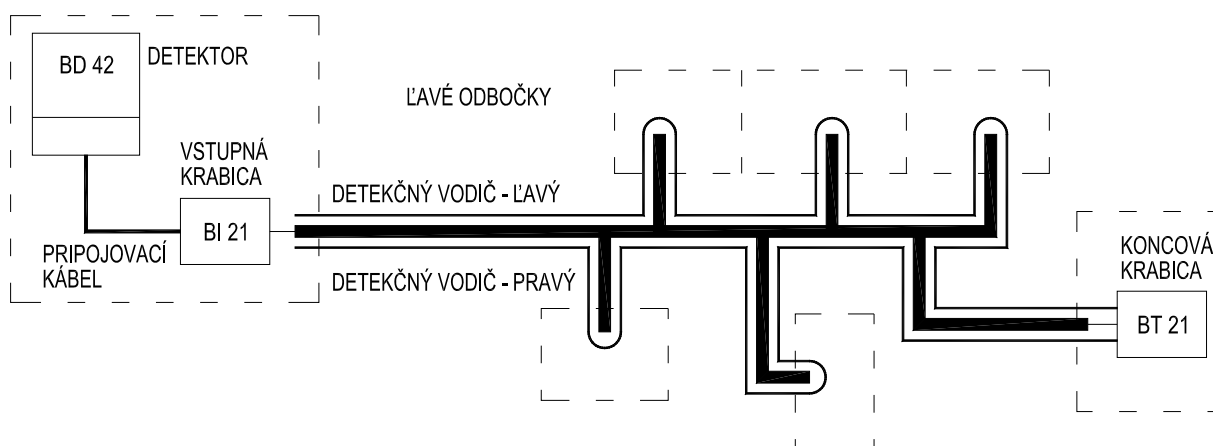
## L. Monitorovací systém

Prepojenie detekčných vodičov je zhodné s prepojením pre BDP 103 aj pre starší stabilný lokalizačný detektor BD 402. Aj keď maximálna prípustná dĺžka jednej sekcie je 2 000 m, doporučuje sa trasu rozvrhnúť tak, aby jednotlivé sekcie dĺžkou neprekročili 1 000 m, čo umožní spoľahlivé a dostatočne presné zameranie detektorom BDP 103. Praktické rozsahy tepelných rozvodov obyčajne dovoľia dodržať toto doporučenie.

Aj pre diaľkové rozvody s malou hustotou odbočiek je účelné dodržať toto doporučenie a zabezpečiť prístup k monitorovacím vodičom minimálne po 1 000 m, aby bolo možné s dostatočnou presnosťou urobiť prípadnú lokalizáciu poruchy.

Každá sekcia je zakončená koncovým prvkom, ktorý je konštruovaný tak, aby mohol zostať trvalo pripojený aj pri reflektometrickom zameriavaní.

### Príklad prepojenia monitorovacieho systému ( 2 sekcie )



Predizolované rúry sú bežne vyrábané s dvomi, špeciálne so štyrmi súbežnými detekčnými vodičmi. Obyčajne sú v každej rúre bežného systému využité obidva vodiče, takže monitorovanie je dvojnásobné. Z východzieho bodu (BD 42) do koncového bodu (koncové prvky) môže jeden z detekčných vodičov obchádzať odbočky systému a druhý prechádzať priamo po hlavnej vetve systému. U rozsiahlejších systémov je vhodnejšie, keď každý z vodičov bude obchádzať časť odbočiek tak, aby sa celková dĺžka potrubia rovnomerne rozdelila medzi jednotlivé sekcie.

### L.11 Prenosný batériový detektor porúch BDP 103

#### L.11.1 Rozsah použitia

Detektor BDP 103 je prenosný batériový merací prístroj, slúžiaci k detekcii, kvalifikácii a lokalizácii porúch elektrických vedení. Umožňuje vyhľadávať chyby na vysokofrekvenčných vedeniach, ako sú anténne zvedy, rozvody počítačových sietí, telekomunikačné káble, ale aj chyby na silnoprúdových kábloch. Neštandardné použitie dlhého meracieho pulzu ho predurčuje pre vyhodnotenie elektrických zvedov na vedení. To je podstatou kontroly netesnosti predizolovaných teplovodných potrubí, vybavených integrovanými meracími vodičmi.

## L. Monitorovací systém

### L.11.2 Popis

BDP 103 je vstavaný v plastovej skrinke s priehľadným okienkom pre displej a panelom s dvomi plošnými tlačítkami pre jednoduché ovládanie prístroja. Pripojovacie konektory a box pre napájacie batérie sa nachádzajú na spodnom kryte prístroja. Transportný plastový kufrík slúži k uloženiu prístroja vrátane príslušenstva, káble nie je nutné pri ukladaní odpájať.

### L.11.3 Princíp činnosti - základné vlastnosti

BDP 103 pracuje na reflektometrickom princípe. Do vedenia vysiela vysokofrekvenčné impulzy, ktoré sa vplyvom narušenia elektrickej homogenity vedenia v miestach porúch čiastočne alebo úplne odrážajú. Odrazené impulzy nesú informáciu o vzdialenosti, charaktere a intenzite porúch. BDP 103 dokáže vyhodnotiť jednotlivé odrazy v časovej aj amplitúdovej osi, údaje o vzdialenosti a veľkosti porúch zobrazí na displeji a prípadne ich uloží vo svojej pamäti pre neskorší prenos do počítača. Pre podrobnú analýzu celého kontrolovaného vedenia je BDP 103 vybavený funkciou, ktorá umožňuje pri súčasnom prepojení s počítačom prenášať v priebehu merania hodnoty zo vzorkovacou hustotou až 0,1 m pre potrebu vytvorenia grafu signálového profilu meranej trasy.

Doplnkovou funkciou prístroja je schopnosť merania jednosmerných napätí a zvodového odporu vedenia elimináciou prídavného elektrochemického napätia, ktoré vzniká obyčajne pri kontakte vodičov s vodivou kvapalinou a prakticky znemožňuje meranie odporu bežnými ohmmetrami.

BDP 103 je úplne kompatibilný s detektorom BD 42, ktorý je určený pre trvalé monitorovanie netesností predizolovaného potrubia. Zameranie jednotlivých sekcií kontrolovanej trasy potrubia je možné ľahko urobiť len jednoduchým vzájomným prepojením prístrojov pomocou priloženého kábla s konektorovou redukciou, bez rozpájania vodičov.

### L.11.4 Snímanie grafu

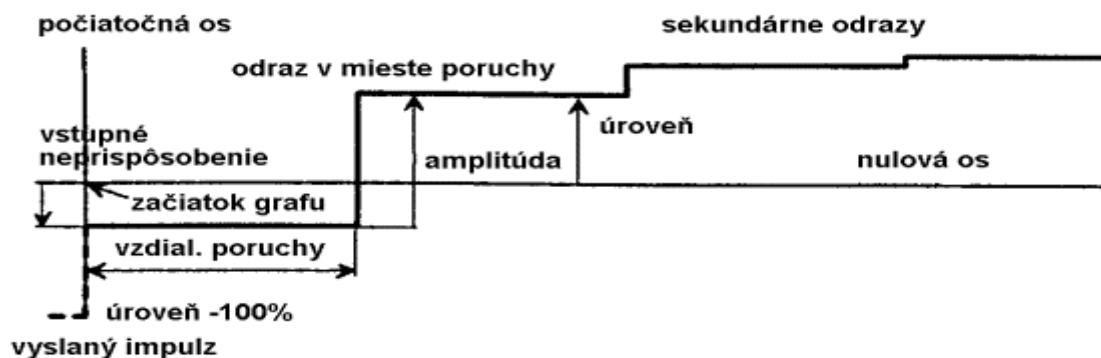
Pre podrobnú analýzu signálového priebehu s možnosťou posúdenia impedančného profilu meranej trasy v celej jej meranej dĺžke slúži meranie s grafickým zobrazením CHART.

Pri tejto metóde je vhodné trvalé pripojenie BDP 103 s počítačom počas merania, pretože nie sme pri meraní limitovaní veľkosťou pamäte BDP 103 (99 grafov). BDP 103 sníma vzorky amplitúdy signálu s hustotou rovnou 1/1000 nastaveného rozsahu vzdialenosti a údaje sa ukládajú do pamäte alebo prenášajú priamo do počítača, ak je trvalo pripojený. Počítač potom pomocou špeciálneho komunikačného programu môže zobrazíť, vyhodnotiť, porovnávať, dodatočne filtrovať, ukladať reprodukovat' a tlačíť grafy signálových priebehov. Analýzou takýchto údajov je možné získať detailný prehľad o celej meranej trase vedenia.

Priebeh merania je na displeji signalizovaný blikajúcim Wait! . Čas merania sa pohybuje od 6 do 12 sekúnd a závisí na nastavení rozsahu vzdialenosti DISTANCE. Po skončení prenosu sa zobrazí graf priebehu signálu na vedení.

## L. Monitorovací systém

### L.11.5 Vyhodnotenie grafu



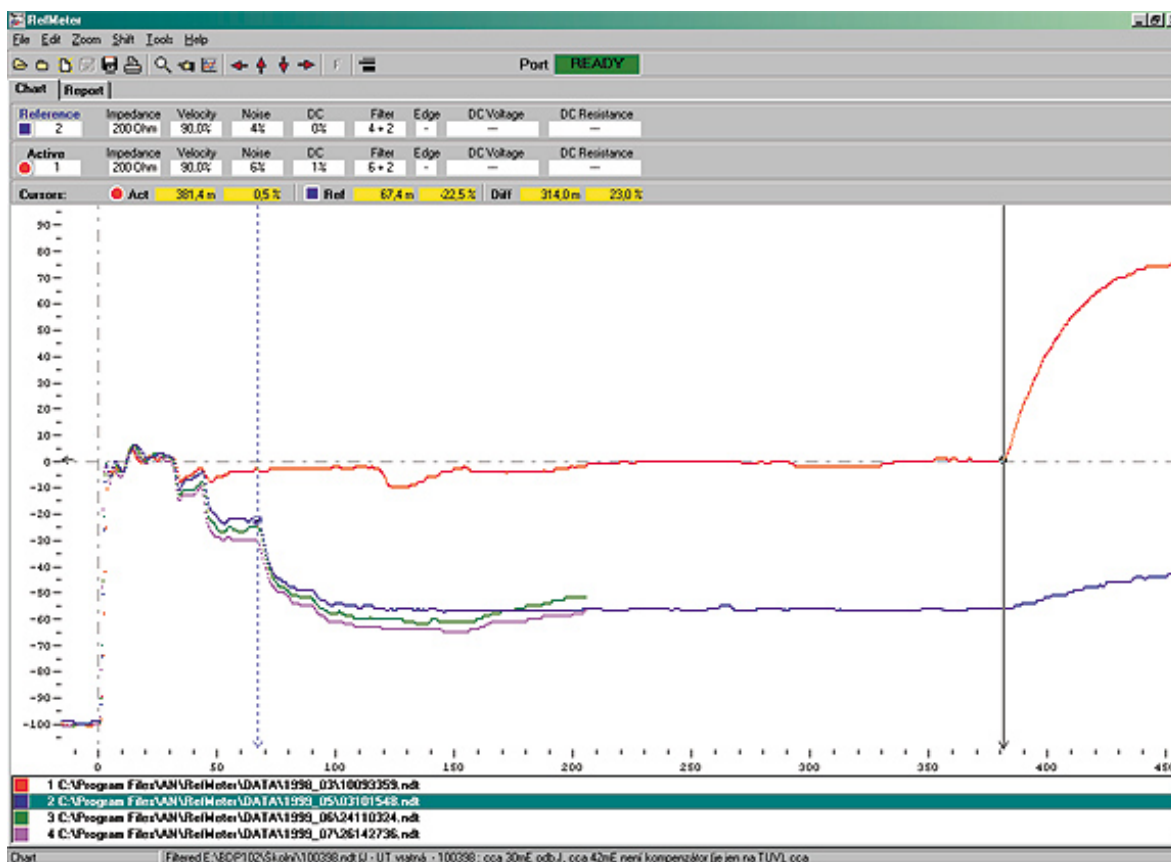
Prenos signálu nehomogénnym vysokofrekvenčným vedením je najmä pri väčšom počte impedančných odchýliek proces veľmi neprehľadný a presná rekonštrukcia impedančného profilu takéhoto vedenia je veľmi ťažká. Cez to všetko osvedčená reflektometrická metóda zisťovania porúch vedenia, pomocou ktorej môžeme stanoviť profil amplitúdy signálu pri vyslaní skokového pulzu, je schopná odhaliť veľa skutočností, významných pre diagnózu takéhoto vedenia. Interpretácia tvaru profilovej krivky je ale vždy čiastočne intuitívnou záležitosťou.

Vo funkcii merania odrazov (MEASURE) vyhodnocuje BDP 103 priebeh signálov vlastnou vyhodnocovacou rutinou, ktorá nemôže vždy presne vystihnúť skutočný pôvod zlomu ani určiť presne amplitúdu skoku. To síce nie je možné ani pri posudzovaní grafického záznamu (CHART), avšak je možné z neho vyčítať prehľadnejšie a podrobnejšie informácie.

Počiatok grafu - východzí bod grafu, odpovedajúci vzdialenosti 0 m od vstupu BDP 103. Znázornený je priesečníkom vodorovnej nulovej osi a zvislej počiatkovej osi. Graf vychádza teoreticky z nulovej úrovne, kde pri optimálnom prispôbení vstupu v začiatku nie je skok a graf teda pokračuje nulovou úrovňou až do prvého miesta poruchy. Pokiaľ vstup nie je prispôsobený, skok na začiatku má amplitúdu a smer zodpovedajúcu miere a druhu neprispôsobenia : Ak je impedancia vedenia v mieste vstupu väčšia ako nastavená nominálna impedancia, skok smeruje nahor a naopak.

Reálne zobrazenie v počiatku grafu však vyzerá trochu ináč. Je tu zobrazený aj vyslaný pulz, ktorému predchádza vždy úroveň -100% a ktorého amplitúda je závislá na vstupnom prispôbení a smeruje nahor. Pri optimálnom prispôbení vstupu činí táto amplitúda 100%.

## L. Monitorovací systém



Vzdialenosť poruchy	súradnica X hlavného kurzora, vodorovná vzdialenosť úpätia (prvého príznaku zlomu) daného skoku od začiatku. Pri posudzovaní skokov vzdialenejších odrazov, ktoré bývajú vplyvom útlmu vedenia veľmi pozvoľné, je možné najpresnejšie určiť polohu zlomu ako priesečník dotyčníc ku krivke - v rovnom úseku pred zlomom a v najstrmšom úseku za zlomom.
Úroveň	súradnica Y hlavného kurzora - zvislá vzdialenosť krivky grafu od nulovej osi.
Amplitúda	rozdiel úrovne v temene a v úpäti skoku. Skok kladnej amplitúdy (vzostupný) je spôsobený zvýšením impedancie, skok zápornej amplitúdy j (zostupný) znížením impedancie. Správne určenie úrovne 0 temena skoku môže byť u zložitejších priebehov problematické a vyžaduje určité praktické skúsenosti.

Súčasťou dodávky reflektometra BDP 103 je softver pre snímanie, prehliadanie a vyhodnotenie impedančných profilov trasy.

## L. Monitorovací systém

### L.12 Dodaná dokumentácia

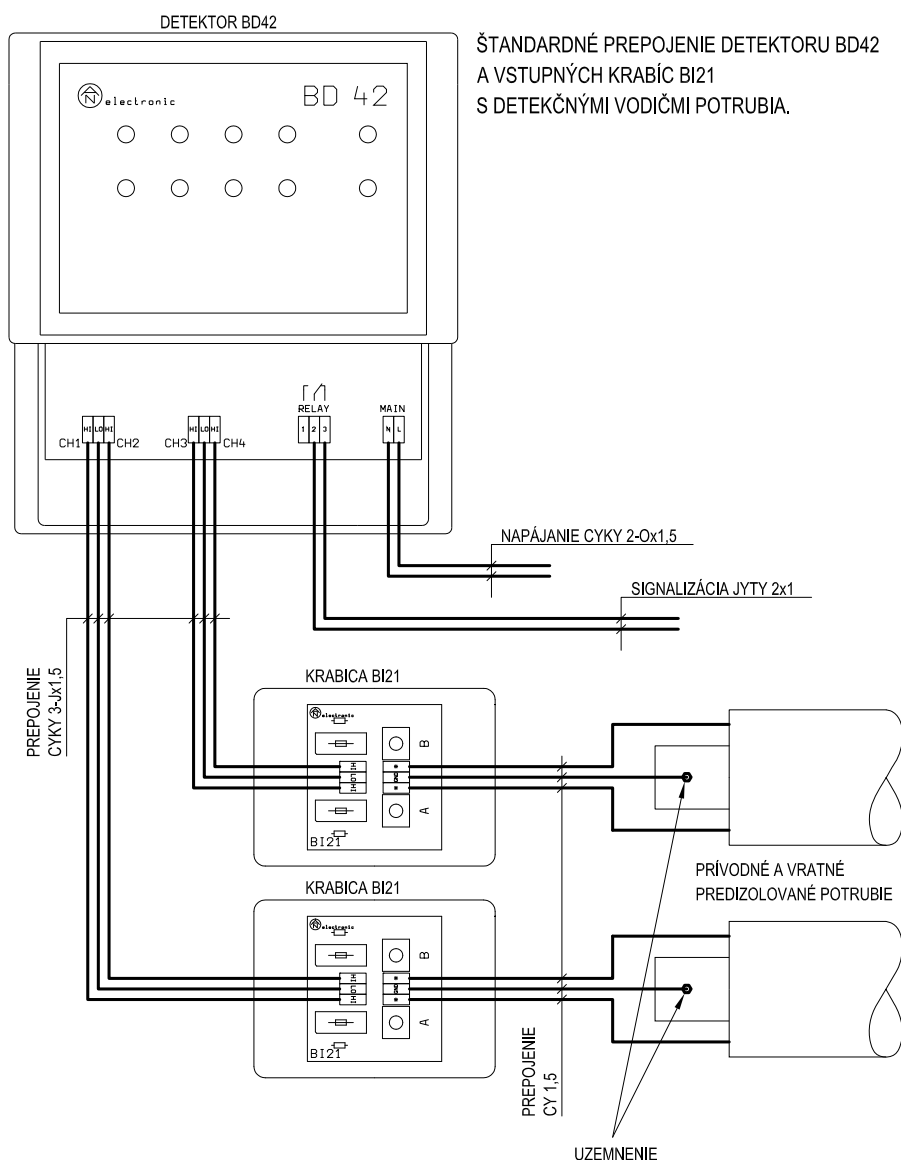
Funkčnosť a spoľahlivá prevádzka monitorovacieho zariadenia je do značnej miery závislá od správnej montáže a prvotných testov. Tieto údaje je treba zaznamenať pri spustení systému, pretože pre každé ďalšie meranie budú tieto údaje slúžiť ako referenčné.

Z toho dôvodu je nevyhnutná kvalitná dokumentácia, z ktorej je jasné ktorý monitorovací úsek je kde vyvedený na svorky BD 42 a ako sa najlepšie pripojiť s lokalizátorom poruchy BDP 103.

PIPECO SLOVAKIA s.r.o. dodáva s monitorovacím systémom projekt zapojenia ktorý vychádza z kladačského plánu. Sú na ňom teda zaznamenané (elektrické) dĺžky a uloženie jednotlivých okruhov, zapojenie vývodov monitorovacích vodičov z rúr a pripojenie svorkovnic prístrojov BD 42. Súčasťou dokumentácie sú aj protokoly o vyhotovení izolačných spojov (kontrola okruhov pred vypnením spoja) a protokoly pre reflektometrické meranie prvotných impedančných profilov trasy.

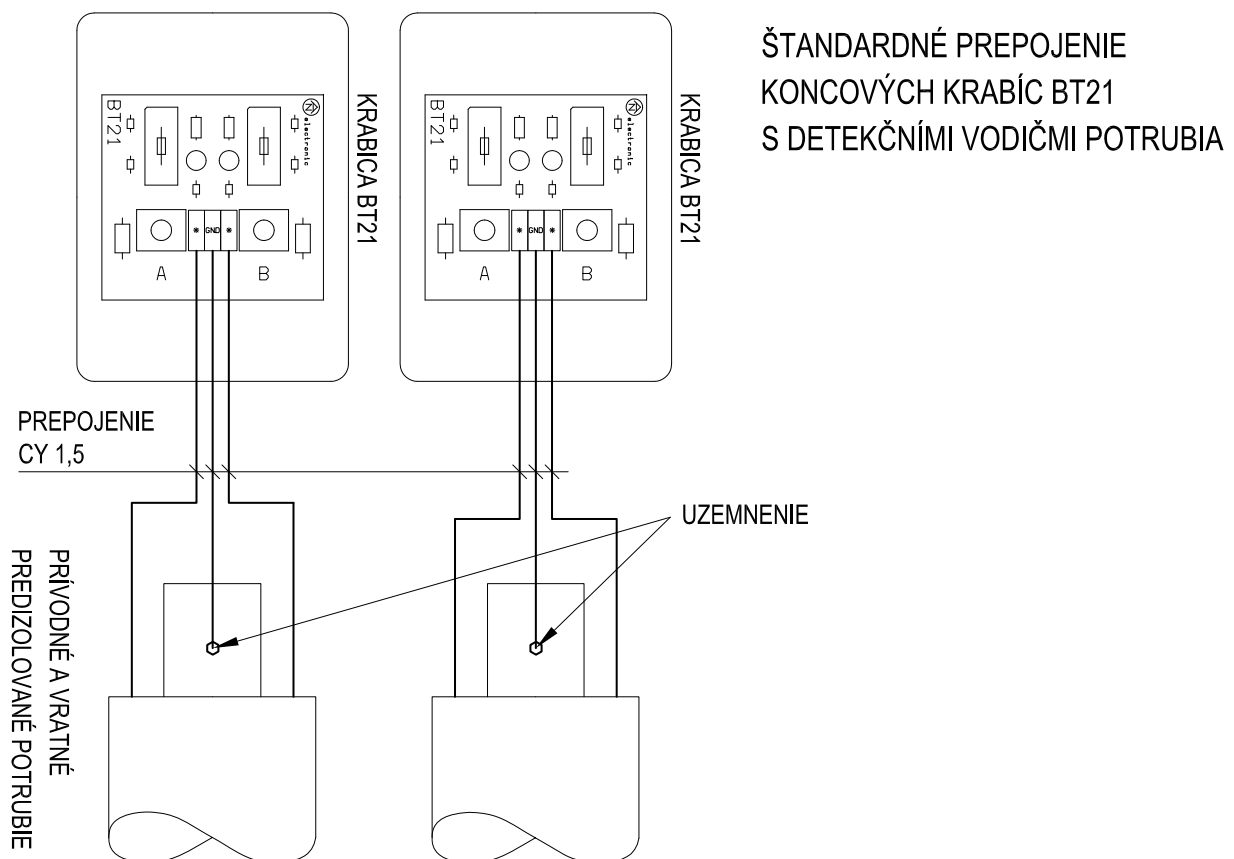
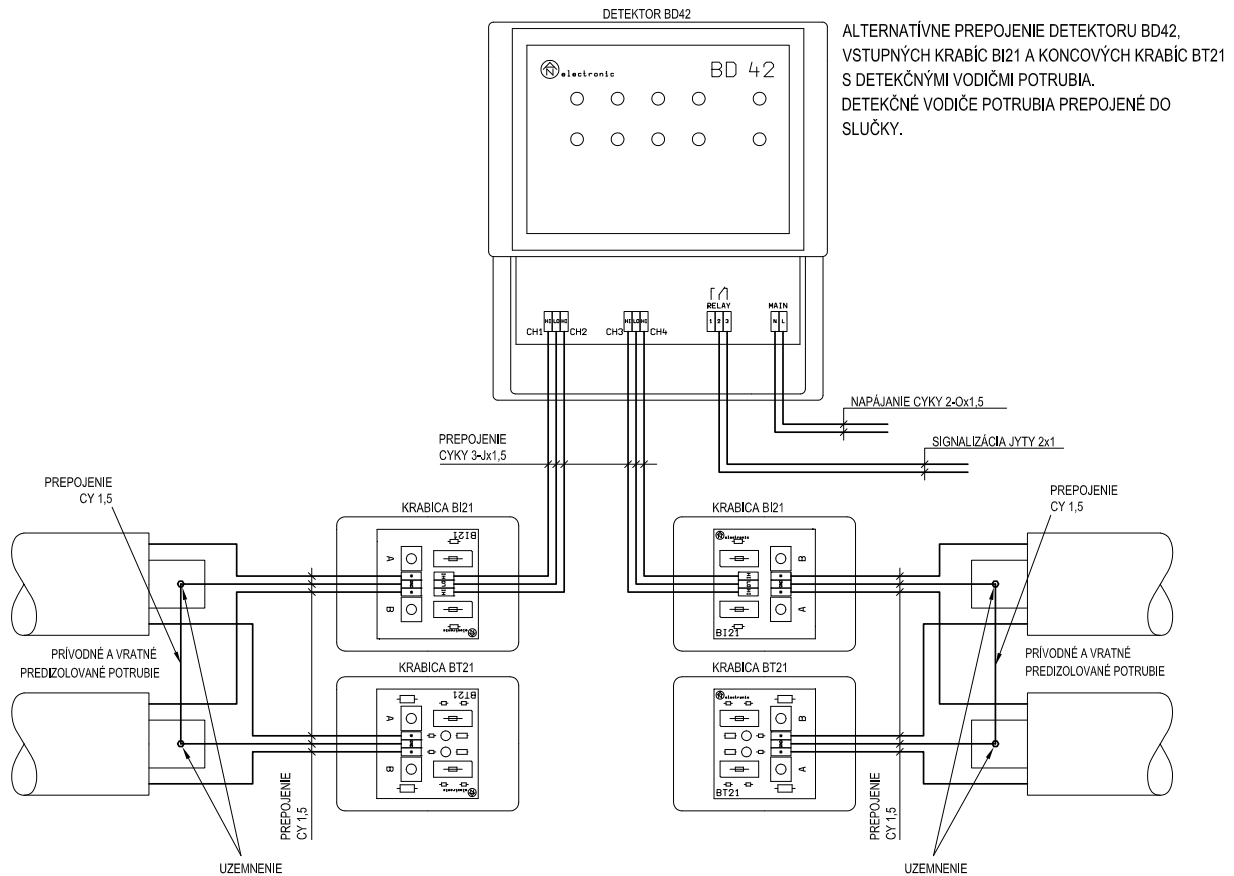
### L.13 Možnosti zapojenia monitorovacích vodičov

Na nasledujúcich obrázkoch je ukázané pripojenie monitorovacích vodičov v rôznych prípadoch ukončenia potrubia.

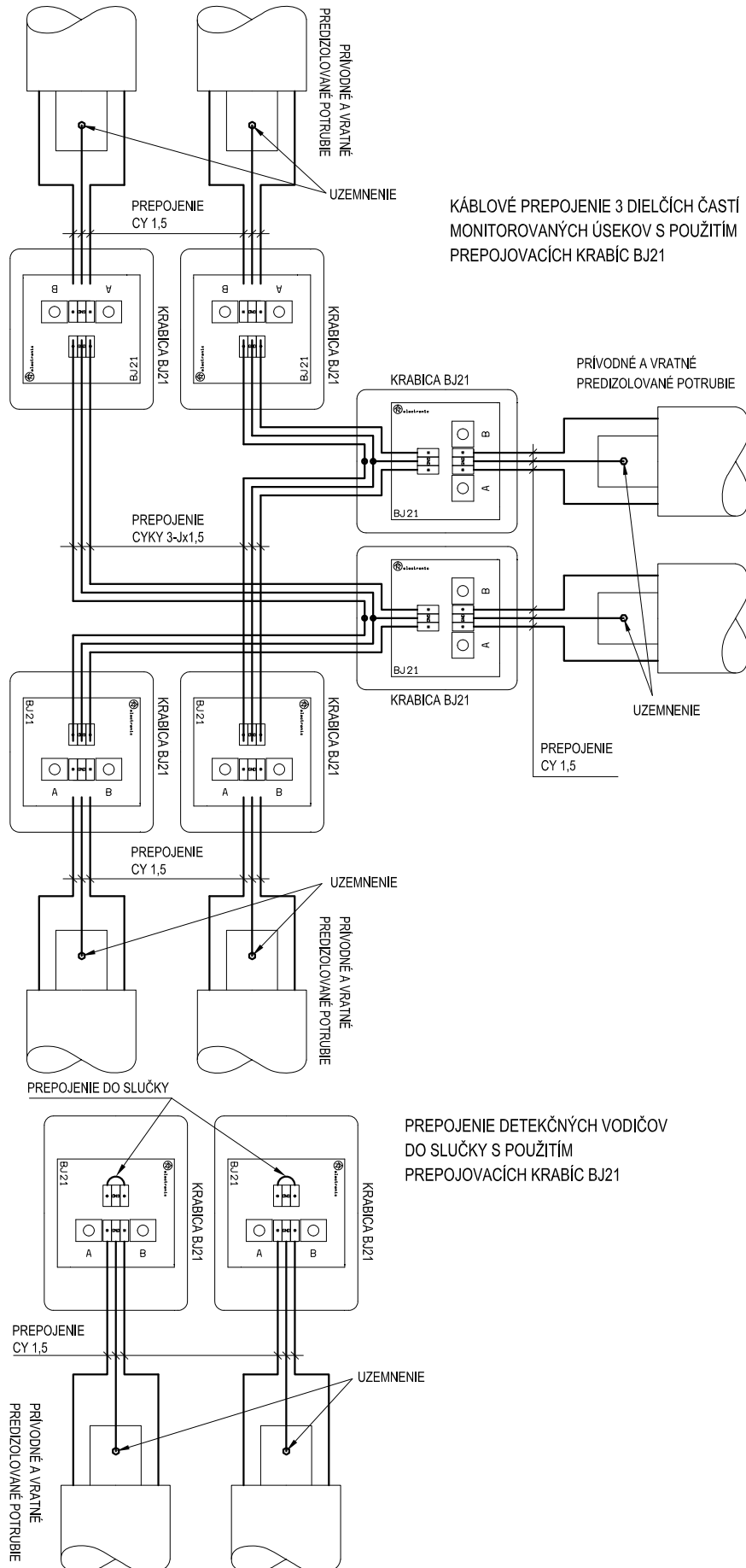


Časť L., strana 10

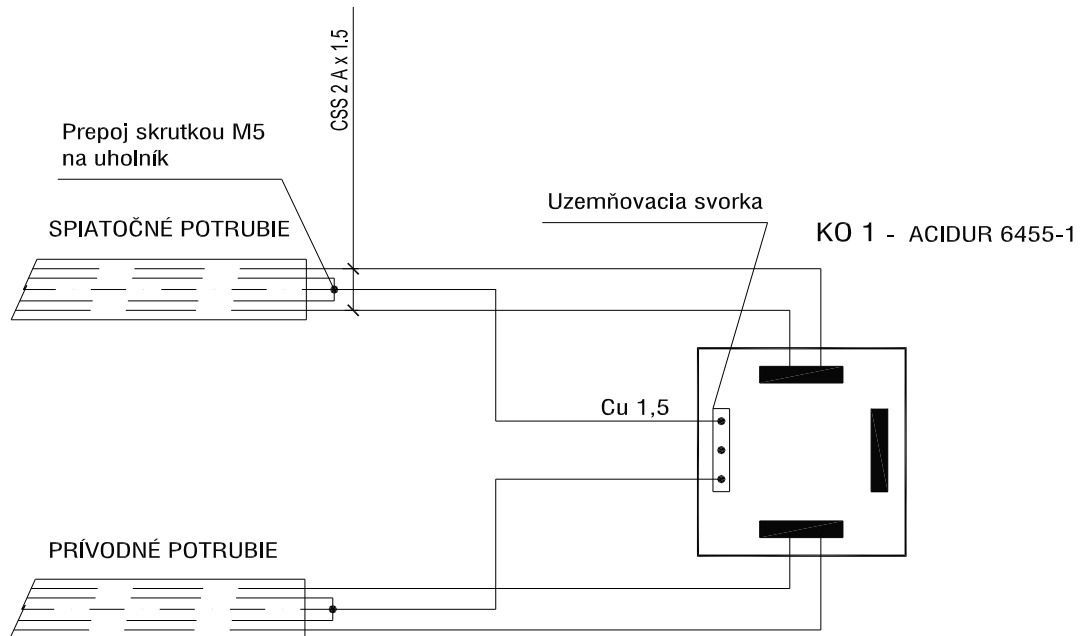
## L. Monitorovací systém



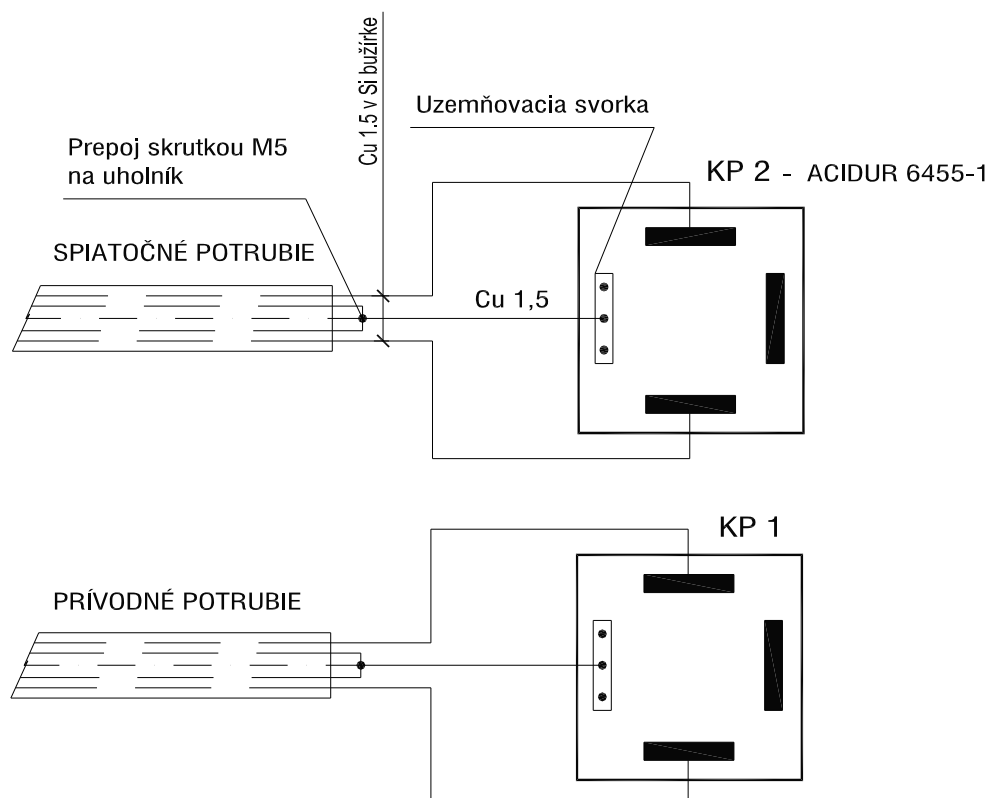
## L. Monitorovací systém



## L. Monitorovací systém ZAPOJENIE MONITOROVACÍCH VODIČOV NA UKONČENÍ ODBOČKY



## ZAPOJENIE MONITOROVACÍCH VODIČOV PRI PRERUŠENÍ TRASY



## L. Monitorovací systém

### L.14 Pokyny pre spájanie monitorovacích vodičov

Pri zapojovaní monitorovacích vodičov je potrebné vychádzať z projektu monitorovacieho systému, ktorý je súčasťou dokumentácie v prípade že PIPECO SLOVAKIA, s.r.o. zhotovuje montážny výkres - kladačský plán trasy.

Každý spoj je jednoznačne identifikovaný číslom spoja uvedeným v montážnom výkrese, aj v špecifikácii materiálu na spoji. V prílohe tejto dokumentácie je priložený vzor protokolu o zapojení monitorovacieho vodiča a protokol z merania predizolovaného potrubia.

Po ukončení stavby je montážna firma povinná zaslať kópie protokolov firme PIPECO SLOVAKIA, s.r.o. Brezno.

Všetky vodivé spoje pri montáži po trase je nutné robiť zodpovedne a po každom prepojení vodičov u zapeňovanej spojky je nutné premerať meracím prístrojom: slučku na uzavretý obvod (menej ako 200 Ohm), premerať obidve slučky proti sebe, či nie sú vyskratované, alebo vzájomne prehodené vodiče a premerať slučku proti nosnej rúre – kostra (viac ako 20 MOhm).

Celková slučka kontrolných vodičov potrubia nesmie mať po dokončení skrat na kovovú časť potrubia, alebo slučky proti sebe (pri meraní od KK alebo od KU).

Dĺžka jednotlivých vodičov je uvedená v priloženom výkrese elektrického zapojenia monitorovacieho systému.

Montér, ktorý robí prepájanie monitorovacích vodičov, musí postupovať o jednu spojku pred skupinou, ktorá robí vypeňovanie spojok a nesmie byť rozptyľovaný inou činnosťou. Po zapnení spojky, alebo koncovej objímky sa musí okamžite premerať obvod hore popisovaným spôsobom a prípadné chyby ihneď odstrániť.

Po dokončení celého prepojenia je nutné zaznamenať namerané hodnoty (Odpor slučky do hodnoty 200 Ohm, odpor slučky proti nosnej rúre – kostra, v hodnotách 1 až 50 Ohm) a o týchto hodnotách je nutné urobiť zápis do protokolu – viď prílohy, odsúhlasené investorm.

Montéra je preto nutné vybaviť vhodným meracím prístrojom pre meranie malých Ohmických hodnôt (multimeter) pre meranie slučky, prístrojom rady MEGMET pre meranie slučky proti označovaciemu vodiču.

***Montér musí byť vyškolený na tieto práce u výrobcu potrubia a musí dodržiavať STN 34 2000-4-41 a technologické postupy určené dodávateľom alebo výrobcom potrubia.***

#### Použitie a zapojenie detektora porúch

Detektor musí byť umiestnený v priestore vhodnom z hľadiska prevádzkového prostredia a možnosti pripojenia k elektrickej sieti. U rozsiahlejších systémov obvykle volíme objekt, v ktorom sa stýka viac monitorovaných sekcií. Umiestnenie detektora na trvalé monitorovanie porúch BD – 42 – ak je v dodávke - určí investor (najlepšie v kotolni alebo výmenníkovej stanici). Investor určí aj napojovací bod napájacieho napätia 230 V/50 Hz. Na toto istenie je možné pripojiť paralelne aj viac prístrojov.

## L. Monitorovací systém

BD 42 pripevniť pomocou štyroch priložených skrutiek s hmoždinkami na zvislú stenu v blízkosti koncov rúr, výška osi panelu približne 1,6 m nad podlahou objektu. Spodné montážne diery prístroja sa sprístupnia po odkrytí veka svorkovnice, horné potom po odklopení panelu prístroja (pomocou širokého plochého skrutkovača vypáčiť do strany jednu z bočných panelu prístroja a panel odklopiť). Panel a veko svorkovnice je možné po pripojení zaplombovať.

Sieťové pripojenie vyhotoviť káblom CYKY 2x1,5. DB 42 môže byť prepojená na sieť, ktorej inštalácia a istenie odpovedá platným normám. Keďže sa jedná o zariadenie trvale pripojené, musí byť pripojené cez vypínač alebo istič, ktorý je súčasťou inštalácie budovy, je umiestnený v bezprostrednej blízkosti prístroja a je označený ako odpojovací prvok BD 42.

Súčasťou sady monitorovacieho prístroja BD 42 sú systémové pripojovacie svorkovnice; BI 21 – vstupná krabica, BT 21 – koncová krabica a BJ 21 prepojovacia krabica. Pri montáži týchto krabíc treba postupovať podľa návodu dodaného s prístrojom.

*V prípade, že monitorovací systém sa dodáva bez prístroja BD 42, dodávajú sa prepojovacie svorkovnice špecifikované ako krabice ACIDUR. Prepojovacia svorkovnica typu „A“ sa dodáva v sade s kovovým držiakom, prepojovacia svorkovnica typu „B“ sa umiestňuje priamo na vývod rúry samoreznými skrutkami na plastovú plášťovú rúru.*

V mieste ukončenia potrubia, za koncovou objímkou, je potrebné navariť na kovovú časť potrubia prívodu aj spiatočky „držiak“. Držiak je treba orientovať tak, aby po namontovaní krabice ACIDUR bol prístup ku svorkám čo najlepší. Na držiak sa skrutkami pripevní prepojovacia krabica (viď priložený výkres). Cez stredný otvor v krabici sa pomocou skrutky M 5 a vodiča Cu 1,5 spojí vodivo rúra s uzemňovacou svorkou v krabici. Výkres montáže krabice ACIDUR je súčasťou tejto dokumentácie.

Do svorkovnice typu „B“ sa ukostrenie rúry nepripája táto slúži na prepojenie vodičov na konci odbočky.

### Prepojenie vodičov v spoji

Monitorovacie vodiče Cu prierezu 1,5 mm<sup>2</sup>, sú spájané lisovacími spojkami. Pre zníženie prechodového odporu spoja sa doporučuje lisovaný spoj ešte preletovať pájkou. Vodiče je nutné riadne upevniť do dištančného držiaka upevneného na nosnú rúru (viď priložený obrazový návod).

Pokiaľ sa vodiče spájajú v spoji pre klzné systémy t.j. nad dvojvrstvovými zámkovými segmentami, postupuje sa nasledovne:

- vodiče sa spoja lisovacími spojkami ako je uvedené vyššie
- v mieste pod vodičom sa do PUR peny v segmente vyreže úzka drážka
- vodiče sa fixujú priamo do drážky v PUR pene (dištančný držiak sa nepoužíva)

V niektorých prípadoch nie sú z PUR peny vyvedené neizolované Cu vodiče, ale dvojžilový kábel typu "CSS 2A x 1,5". Tento spôsob je použitý v prípadoch komponentov napríklad pevných bodov, kompenzátorov ale i oblúkov ak by z hľadiska vnútornej konštrukcie prvku hrozilo skratovanie na medionosnú rúru alebo vonkajší SPIRO plášť. Vodiče kábla spájame lisovaním rovnako ako neizolovaný Cu drôt. V dĺžke spoja sa odstráni vonkajší plášť kábla, vodiče sa zbavujú izolácie v dĺžke potrebnej na zalisovanie – cca 10 mm. *Do dištančného držiaka sa zasúva vodič aj s izoláciou.* Ostatné zásady sú rovnaké ako pri neizolovanom Cu vodiči (viď priložený obrazový návod).

## L. Monitorovací systém

### Upozornenie:

Pri pripojovaní kábla je potrebné meraním identifikovať jednotlivé vodiče tak, aby sa zachovalo trasovanie monitorovacích vodičov v zmysle „LAVÁ MONITOROVACIA VETVA“, resp. „PRAVÁ MONITOROVACIA VETVA“, tzn. ak sme vodič pred komponentom a spojku považovali za „ľavý“ má byť „ľavý“ aj za komponentom a spojku.

V priebehu realizácie stavby sa môže stať, že odbočku je potrebné zapojiť inakším spôsobom ako je to zakreslené v kladačskom pláne a návazne aj zapojení monitorovacích vodičov. V takom prípade príde príde ku zmene trasy monitorovacieho vodiča.

Je nevyhnutné túto zmenu zaznamenať v dokumentácii skutkového stavu (potrealizačnej dokumentácii), inak by sa výrazne sťažila lokalizácia prípadnej neskoršej poruchy.

### Prepojenie vodičov v štartovacom kompenzátore.

Doizolovanie štartovacieho (jednorazového) kompenzátora je analogické ako pri spojke. Z toho vyplýva aj zapojenie vodičov monitorovacieho systému. Po naštartovaní trasy a zavarení kompenzátora do konečnej polohy je potrebné:

- urobiť premeranie vodičov ako v spojke ( na okruh a skrat)
- prepojiť vodiče z jednej a druhej strany kompenzátora káblom CSS 2A x 1,5 ( je súčasťou dodávky). *Pozor na prekríženie vodičov !*
- fixovanie vodičov do dištančného držiaka
- fixovanie kábla CSS 2A x 1,5 o obal kompenzátora páskou PP SHOPPING
- doizolovanie kompenzátora

### *Vyvedenie vodičov na konci rúry*

Pri použití *koncovej objímky* montovanej na stavbe (zmrašťovacia manžeta) je treba venovať zvýšenú pozornosť Cu vodičom, aby nedošlo ku skratu monitorovacích vodičov medzi sebou.

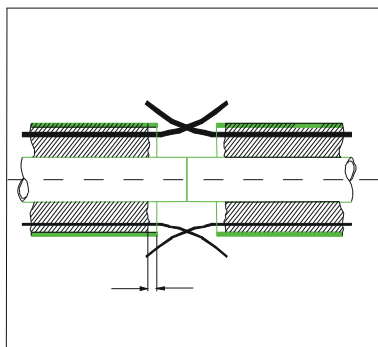
Na každý vodič je treba *pred* navlečením koncovej objímky natiahnúť silikónovú (Si) izolačnú trubičku primeranej dĺžky tak, aby jeden jej koniec ostal pod koncovou objímkou a druhý vchádzal do prepojovacej krabice.

Pri použití *koncovej objímky* montovanej na stavbe (prefabrikovanej v PIPECO) sa na Cu vodiče pripája lisovacími spojkami kábel CSS 2A x 1,5 ktorý sa vyvedie cez otvor v koncovej objímke.

V prípade plastového potrubia (rozvod TÚV) sa prepojovacia krabica umiestňuje na vývod rúry alebo v blízkosti vývodu rúry na stenu, táto vzdialenosť by nemala byť väčšia ako 2 m. Na uzemňovaciu svorku sa v tomto prípade zapája zástupný vodič, ktorý je vedený tesne pri plastovaj rúre. Zástupný vodič je potrebné spojiť s uzemnením alebo pospojovanou sústavou na oboch koncoch potrubia (napr. v kotolni a vo výmenníkovej stanici) !

## L. Monitorovací systém

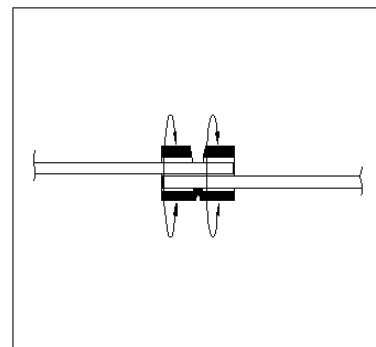
### Spojenie medených (Cu) drôtov v spojke Príprava drôtov na spojenie



Obidva konce alarmových drôtov je potrebné skrátiť na takú dĺžku, aby sa dali časti oboch koncov ľahko vsunúť do lisovacej dutinky. Pri skracovaní drôtov je potrebné drôty priložiť k sebe a skrátiť ich tak, aby vyčnievali o dvojnásobok vzdialenosti dĺžky dutinky.

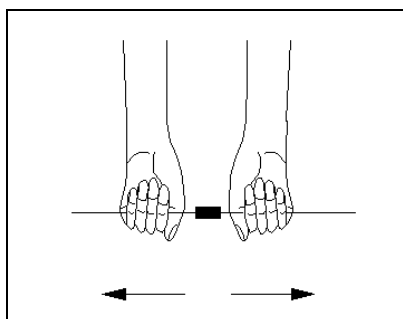
Pred samotným spojením drôtu je nutné urobiť kontrolné meranie slučky pomocou montážneho meracieho prístroja. Pred meraním je potrebné spojiť na začiatku potrubia oba drôty jednej rúry do skratu (vytvorenie uzatvorenej slučky).

### Zalisovanie dutinky



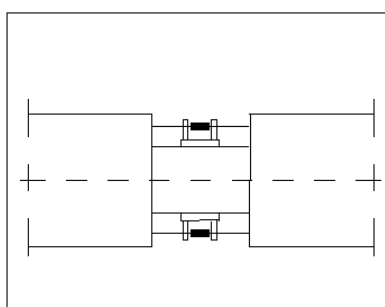
Konce drôtov sa vsunú do lisovacej dutinky tak, aby sa paralelne prekryvali a tak sa zalisujú lisovacími kliešťami v dvoch miestach.

### Test ťahom



Po zalisovaní sa urobí test ťahom kolmo od lisovacej dutinky smerom k čelám koncov rúr. Nikdy sa nerobí test ťahom smerom do strán. Ak je spoj nevyhovujúci, opakuje sa lisovanie s novou dutinkou.

### Uchytenie drôtov v spoji



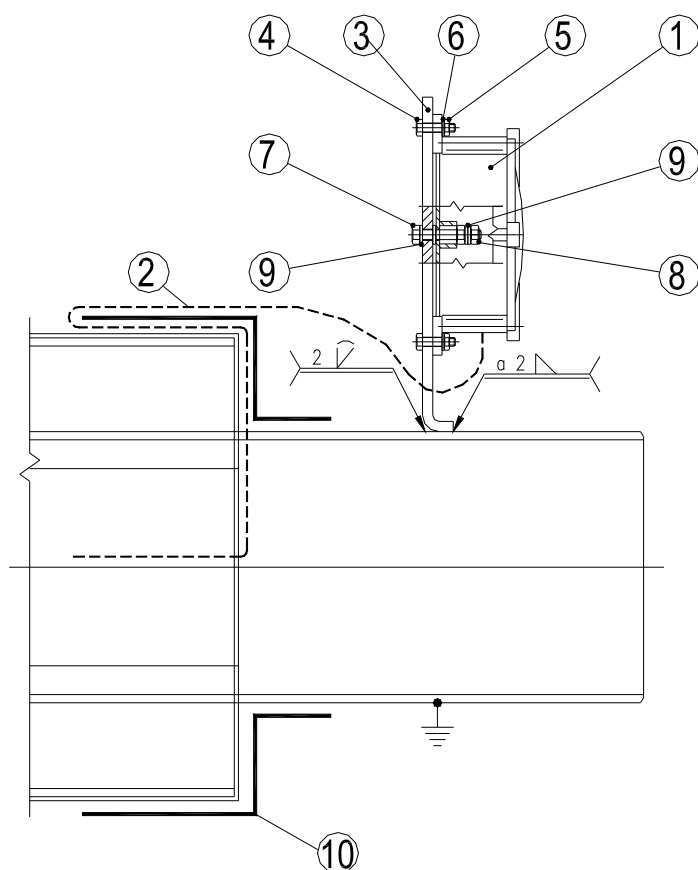
Uchytenie drôtov o potrubie sa urobí tak, že sa o potrubie upevní pomocou izolačných dištančných držiakov a do jeho fixačných otvorov sa vložia jednotlivé drôty. Dištančný držiak sa umiestni tak, aby monitorovacie drôty nemali možnosť prísť do kontaktu s médionosnou rúrou.



### Lisovanie vodičov do dutinky

## L. Monitorovací systém

### L.15 Pripevnenie svorkovnice typ A na rúru a vyvedenie monitorovacích vodičov



Pozície :

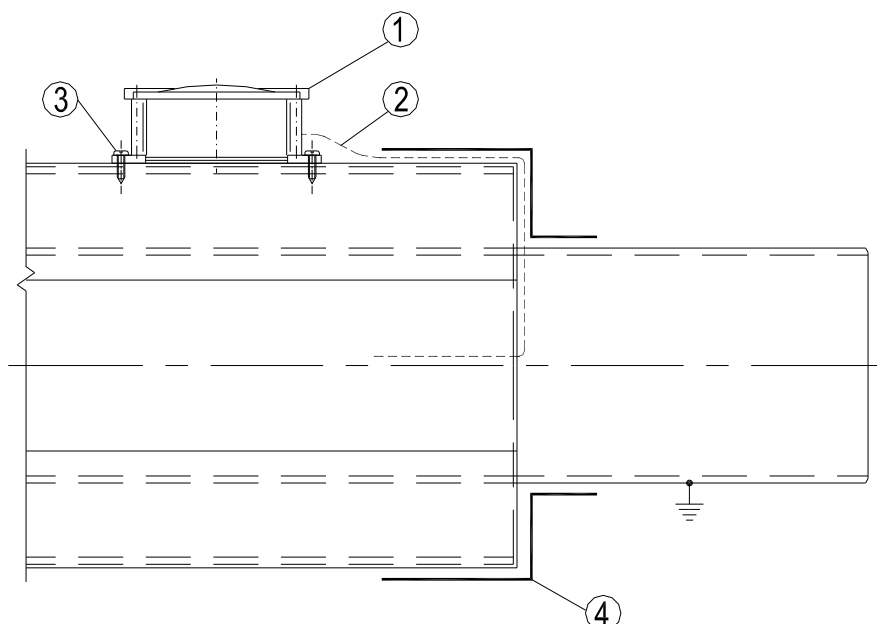
- ① - Rozvodná krabica ACIDUR
- ② - Cu vodič v Si bužírke
- ③ - Držiak
- ④ - Skrutka M4 x 16
- ⑤ - Matica M4
- ⑥ - Podložka 4,3
- ⑦ - Skrutka M5 x 30
- ⑧ - Matica M5
- ⑨ - Podložka vejárová 5,3
- ⑩ - Koncová objímka

Poznámky:

- 1. Koncová objímka Raychem, (Canusa)
- 2. ALARM ŠKANDINÁVSKY - 2x Cu

## L. Monitorovací systém

### MONTÁŽ A ZAPOJENIE SVORKOVNICE MONITOROVACIEHO SYSTÉMU TYP B



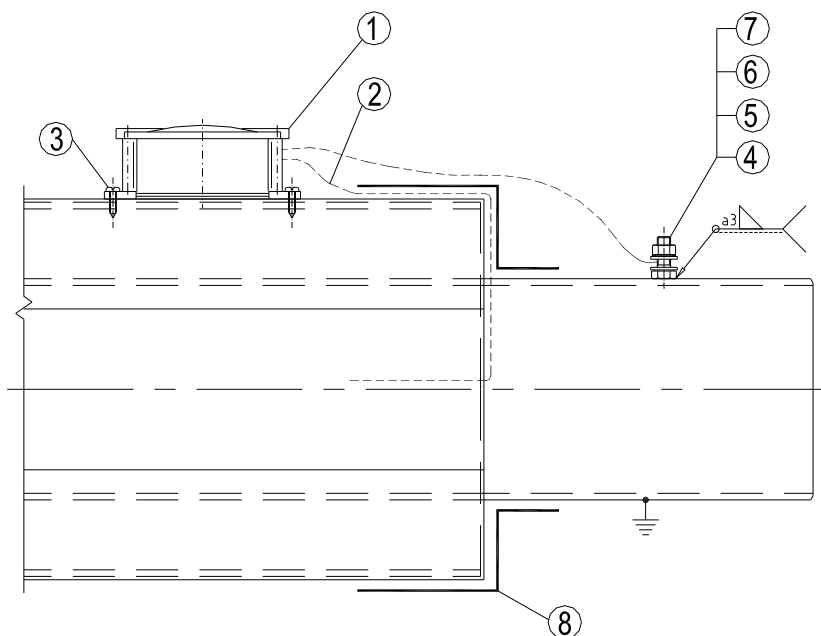
Pozície :

- ① - Rozvodná krabica ACIDUR
- ② - Cu vodič
- ③ - Samovrtná skrutka ST 4.2x16
- ④ - Koncová objímka

Poznámky:

- 1. Koncová objímka Raychem, (Canusa)
- 2. ALARM ŠKANDINÁVSKY - 2x Cu

### MONTÁŽ A ZAPOJENIE SVORKOVNICE MONITOROVACIEHO SYSTÉMU TYP C



Pozície :

- ① - Rozvodná krabica ACIDUR
- ② - Cu vodič
- ③ - Samovrtná skrutka ST 4.2x16
- ④ - Skrutka M8 x 25 (STN 02 1103)
- ⑤ - 2x Podložka 8,4
- ⑥ - Podložka vejárovitá 8,4
- ⑦ - Matica M8
- ⑧ - Koncová objímka

Poznámky:

- 1. Koncová objímka Raychem, (Canusa)
- 2. ALARM ŠKANDINÁVSKY - 2x Cu

## L. Monitorovací systém

### L. 16 Pripevnenie svorkovnic BI 21, BT 21 a BJ 21 na rúru a vyvedenie monitorovacích vodičov

