

Směrnice **T07 – revize 6**

TECHNICKÉ PODMÍNKY PRO VÝSTAVBU, REKONSTRUKCE A ÚDRŽBU TRAKČNÍCH VEDENÍ DPMB

Tento dokument je řízeným dokumentem dle ČSN EN ISO 9001 (v platném znění) a v elektronické podobě je udržován na podnikové počítačové síti. Před použitím vytištěného dokumentu je povinností zaměstnance se přesvědčit, že pracuje s posledně platným (aktuálním) zněním. (Vzhledem k tomu, že směrnice nebo její revize je vždy vydávána v úplném znění, stačí porovnat označení směrnice a číslo revize nebo datum vydání).

Tento dokument je výhradně duševním vlastnictvím DPMB, a.s.
Jakékoliv další využití (kopírování, opisování, předávání či prodej) lze provádět pouze s jejím písemným souhlasem.

Vypracoval:	Ing. Karel Kalivoda
Přezkoumal:	v rámci připomínkového řízení
Za správu směrnice odpovídá:	zástupce TPŘ infrastruktura
Vydal:	odbor integrovaného systému řízení
Schválil:	Ing. Miloš Havránek – generální ředitel

Obsah:

1	ÚVODNÍ USTANOVENÍ	4
2	VŠEOBECNÉ USTANOVENÍ	4
3	POUŽITÉ ZKRATKY	4
4	SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY	4
5	ZPŮSOBILOST	5
6	BEZPEČNOST PŘI MĚŘENÍ.....	5
7	VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ.....	5
7.1	Napájecí trakční vedení	5
7.2	Zpětné trakční vedení	6
7.3	Úložné zařízení.....	6
7.4	Bludné proudy.....	7
7.5	Elektrochemická koroze	7
8	KOLEJNICOVÉ STYKY	7
8.1	Kontrola vodivosti styků	7
8.2	Lhůty oprav	8
9	PŘÍČNÉ SPOJENÍ KOLEJNICOVÝCH PÁSŮ.....	8
9.1	Ustanovení ČSN 33 3516	8
9.2	Příčné propojení kolejí:	8
9.3	Měření příčného spojení kolejnicových pásů se provádí:	10
10	PODÉLNÉ PROPOJENÍ.....	10
10.1	Měření příčného spojení kolejnicových pásů.....	10
11	UKOLEJNĚNÍ.....	10
11.1	Ukolejnění přivařením	10
11.2	Ukolejnění spojkou (styčnicí)	10
12	VODIVÉ KONSTRUKCE V BLÍZKOSTI KOLEJÍ	11
12.1	Z ustanovení ČSN 33 3516 čl.	11
13	POTENCIÁL ÚLOŽNÝCH ZAŘÍZENÍ A KONSTRUKCÍ V BLÍZKOSTI TRAMVAJOVÝCH TRATÍ	11
14	ÚBYTEK NAPĚTÍ V KOLEJNICÍCH.....	11
15	ÚBYTEK NAPĚTÍ NA ZPĚTNÝCH KABELECH	12
15.1	Ustanovení ČSN 33 3516, čl. 5.4.4:	12
15.1.1	Kontrola úbytku.....	12
16	MĚŘENÍ TRAKČNÍCH KABELŮ	12
17	MĚŘÍCÍ METODY	13
17.1	Měření kolejnicových styků	13
17.2	Měření příčného spojení kolejnicových pásů.....	15
17.3	Kontrola izolačního stavu mezi kolejnicemi a vodivými konstrukcemi.....	16
17.4	Měření úbytku napětí v kolejnicích	16
17.5	Měření přechodového odporu mezi kolejnicí a zemí	17
17.6	Měření úbytku napětí na zpětných kabelech	18
18	OCHRANA ZAŘÍZENÍ PŘED KOROZÍ BLUDNÝMI PROUDY	18
18.1	Ustanovení ČSN 33 3516	18
18.1.1	Zvětšení přechodového odporu kolejového lože	19

18.1.2	Zvýšení vodivosti zpětného kolejnicového vedení lze dosáhnout:	19
18.1.3	Odizolování tramvajové kolejové sítě	19
18.1.4	Zvýšení přechodového odporu blízkého úložného zařízení	19
18.1.5	Dimenzování a rozmístění zpětných kabelů	19
18.1.6	Připojování vodivých zařízení na kolejnice	20
18.1.7	Odvádění zpětného proudu z trolejbusových tratí.....	20
19	AKTIVNÍ OCHRANA ÚLOŽNÝCH ZAŘÍZENÍ	20
20	ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ.....	21

Přílohy:

T07p1 – Městské standardy pro návrh, projektování a údržbu trolejového vedení ve správě DPMB, a.s.

1 Úvodní ustanovení

01 Tato směrnice stanovuje

- a) technické podmínky pro veškeré rekonstrukce a výstavbu nových trakčních trolejových vedení včetně trolejových objektů, které jsou ve vlastnictví DPMB, případně jsou připravovány a projektovány za účelem budoucího vlastnictví DPMB.
- b) zásady pro zajišťování dobrého technického stavu trakčních vedení, především stanoví měřicí metody pro jejich kontrolu, způsob odstraňování zjištěných závad a pokyny k provádění prevence proti šíření bludných proudů.

Bludné proudy svými korozními účinky vážně ohrožují životnost úložných zařízení a jejich provozní bezpečnost. Tyto účinky je možno podstatně snížit nebo omezit preventivní údržbou zařízení určených k vedení zpětného proudu.

02 Tato směrnice se použije i v případech, kdy charakter prací překračuje rozsah běžné údržby trakčních trolejových vedení a souvisejících objektů.

03 Trolejové vedení, resp. jeho prvky, které za současného stavu těmto technickým podmínkám neodpovídají, je možno ponechat, opravovat a udržovat v současném uspořádání do termínu nejbližší rekonstrukce, resp. do termínu nejbližší stavební úpravy nad rámec běžné provozní údržby.

04 Směrnice je zpracována v návaznosti na platné právní předpisy a technické normy.

2 Všeobecné ustanovení

Podmínky pro provoz trakčních zařízení městské dopravy jsou uvedeny zejména ve vyhlášce MD č. 100/1995 Sb., kterou se stanovují podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizaci (Řád určených technických zařízení) a navazujícími ČSN. Požadavky na provedení trakčních vedení jsou obsaženy zejména v ČSN 33 3516 a protikorozi ochranu pak stanovuje ČSN 03 8371.

Dále uvedená měření a kontroly plánuje vedoucí střediska Energetická síť a provádí je skupina jím pověřených zaměstnanců tohoto střediska.

Zjištěné závady na kolejovém svršku po nahlášení odstraňuje středisko Tratě ED a příp. závady na kabelech odstraňuje středisko Energetická síť.

3 Použité zkratky

ČSN	Česká (technická) norma (vydaná Českým normalizačním institutem)
DPMB	Dopravní podnik města Brna, a.s.
EN	Evropská norma
ISO	International Organization for Standardization = mezinárodní organizace pro normalizaci, zabývá se tvorbou mezinárodních norem ISO a jiných druhů dokumentů
MD	Ministerstvo dopravy

4 Související dokumenty

Zákony, vyhlášky a normy v platném znění:

266/1994 Sb.	Drážní zákon
100/1995 Sb.	Vyhláška MD Podmínky pro provoz, konstrukci UTZ
101/1995 Sb.	Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracovištích a pracovní prostředí

177/1995 Sb.	Vyhláška MD kterou se vydává stavební a tech.řád drah
ČSN EN 20471	Používání výstražné bezpečnostní vesty nebo postroje
ČSN 33 3516	Předpisy pro trakční vedení tram. a trolejbusových drah
ČSN 03 8371	Protikorozi ochrana v zemi uložených sdělovacích kabelů s olověnými, hliníkovými a ocelovými obaly
ČSN 33 2000-5-52 ed.2	Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Výběr soustav a stavba vedení.
ČSN EN 50110 -1 ed.3	Obsluha a práce na elektrických zařízeních

Vnitřní předpisy DPMB,a .s. (směrnice):

A08	Provozní řád přívěsného signalizačního vozíku se signalizační tabulí a s dopravními kužely
B18	MPBP pro měření na zpětném kolejovém vedení
D09	Energetický dispečink

5 Způsobilost

Zaměstnanci pro činnost na UTZ

- musí mít platné ověření zdravotní způsobilosti pro vykonávanou činnost (preventivní lékařskou prohlídku u smluvní lékařky DPMB).
- musí splňovat odbornou způsobilost stanovená přílohou č. 4 k vyhlášce č. 100/1995 Sb. ve znění pozdějších předpisů
- dodržovat požadavky ČSN EN 50110-1 ed. 3 pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních podle charakteru práce, vzdálenosti částí pod napětím a způsobu zajištění bezpečnosti na pracovišti.

6 Bezpečnost při měření

- 01 Zaměstnanci provádějící pravidelnou kontrolu a měření trakčních kabelů a zpětného kolejového vedení (pólu) musí být prokazatelně proškoleni ze směrnice B18, která stanovuje zásady při měření zpětného kolejového pólu.
- 02 Zaměstnanci provádějící pravidelnou kontrolu a měření zpětného kolejového pólu pohybující se na pozemní komunikaci za běžného provozu nebo na tramvajovém tělese bez vyloučení dopravy, **jsou povinni používat výstražné bezpečnostní vesty** nebo postroje s vysokou viditelností dle ČSN EN 20471.
- 03 Zaměstnanci provádějící pravidelnou kontrolu a měření trakčního a zpětného kolejového vedení pohybující se na pozemní komunikaci za běžného provozu musí být doprovázeni služebním vozidlem s majáky nebo přívěsným vozíkem se světelným výstražným zařízením (směrnice A08).

7 Vysvětlení základních pojmů

7.1 Napájecí trakční vedení

Část trakční sítě určená k vedení napájecího proudu pro tramvajovou a trolejbusovou síť.
Jedná se o:

- trakční napájecí kabely připojené na měnících a ukončené v rozpojovacích skříních nebo na trakčních odpojovačích stožárů vývodů
- napájecí trolejový pól tramvajové a trolejbusové sítě
- propojovací vodiče mezi trakčním odpojovačem nebo propojovací sběrníci stožáru vývodu a svorkou troleje

7.2 Zpětné trakční vedení

část trakční sítě-určená k vedení zpětného proudu.

Jedná se o:

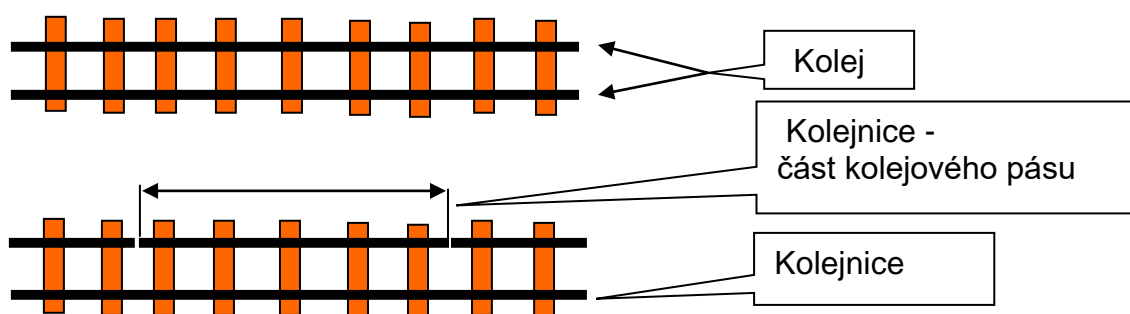
- kolejnice
- zpětný pól trolejového vedení trolejbusových tratí
- zpětné kabelové vedení – připojení kabelových vedení ke kolejnicím se provádí svařováním nebo jiným rovnocenným způsobem (ČSN 33 3516)
- připojení zpětného pólu trolejbusových tratí s měnícími, nebo různá místa zpětné sítě navzájem
- vodiče zpětného pólu trolejbusových tratí
- ochranné ukolejňování neživých částí pevných trakčních zařízení
- zpětné vodiče traťových a pomocných zařízení

Polarita trakční sítě (2 DC 600 V / TN-C) v městě Brně;

- přívodní vedení (trolej a napájecí kabely) záporný (-) pól
- zpětné vedení (kolejnice, nebo zpětné kabely, u trolejbusů trolej blíže k chodníku) ... kladný (+) pól

Napájecí bod - místo připojení napájecího trakčního kabelu na trakční odpojovač nebo propojovací sběrníci stožáru vývodu

Odsávací bod – místo připojení zpětného kabelu na kolejnice nebo zpětný pól trolejbusového vedení.



7.3 Úložné zařízení

kovová potrubí, kovové konstrukce, kabely s kovovým pláštěm nebo pancířem, které jsou celé nebo jejich podstatná část uloženy v zemi.

Potenciál úložného zařízení:

potenciální rozdíl mezi úložným zařízením a nepolarizovanou elektrodou umístěnou v půdě.

7.4 Bludné proudy

elektrické proudy vystupující z elektrických zařízení nedostatečně izolovaných proti zemi a protékající zemí nebo úložným zařízeními.

Anodické pásmo – oblast, kde proud (kladné ionty) uniká z úložného zařízení.

Katodické pásmo – oblast, kde proud (kladné ionty) vniká do úložného zařízení

Negativními účinky bludných proudů je nutné omezit pravidelnou údržbou celého zpětného vedení tak, aby elektrický obvod byl řádně uzavřen kolejemi, podélnými a příčnými propojkami a zpětnými kabely.

7.5 Elektrochemická koroze

koroze kovových materiálů v zemi způsobená bludnými proudy tekoucími mezi kladnou (anodickou) a zápornou (katodickou) oblastí:

Pasivní ochrana

protikorozi ochrana vytvořená izolací úložného zařízení.

Aktivní ochrana

protikorozi ochrana, kterou tvoří obvod stejnosměrného proudu působící ke snížení koroze úložného zařízení.

Elektrická drenáž

vodivé propojení úložného zařízení s kolejí, a to buď přímé (nepolarizovaná drenáž), nebo přes usměrňovací ventil (polarizovaná drenáž).

8 Kolejnicové styky

Technické požadavky na podélné propojování kolejnic jsou stanoveny normou ČSN 33 3516 v následujících článcích:

Čl. 6.1

Na tramvajových tratích musí být kolejnice svařeny nebo opatřeny na stycích dvojitým viditelným vodivým měděným spojením. Hodnota elektrického odporu styku nesmí být větší než odpor 2,5 m kolejnice. Styky kolejnic určených pro zpětné vedení proudu musí být přemostěny přivařenými nerezavějícími vodivými spojkami tak, aby odpor kolejnice s jedním stykem nebyl po zhotovení nebo po opravě větší než 110 % odporu kolejnice bez styku. Zvláštního spojení kolejnic není třeba, jsou-li kolejnice svařeny tak, že odpor není větší, než je uvedeno v tomto článku.

8.1 Kontrola vodivosti styků

Každý třetí rok jsou měřeny všechny montované styky. Kromě toho po každé opravě koleje nebo dlažby se měří styky opravou dotčené:

- Na tratích, kde je průměrný úbytek napětí větší než polovina úbytku dovoleného, přeměří se styky každý rok a neprodleně se opraví ty styky, jejichž odpor je větší než odpor kolejnice 5 m dlouhé.
- Kolejnicové styky se měří některou z metod popsanych v článku 16.1.:
 - a) dvěma voltmetry,
 - b) galvanoměrem zapojeným v odporovém můstku,
 - c) přístrojem k měření kolejnicových styků.

Pro běžná měření v provozu je nejvhodnější a nejrychlejší metoda „c“.

Při všech měřeních musí být zajištěn dobrý styk měřicího zařízení s kolejnicí a odpory přívodů k měřicímu zařízení musí být stejné. Měřit lze, jen když kolejnicí protéká stejnosměrný trakční proud. K přesnějšímu vyhodnocení se výsledek měření určí jako průměrná hodnota z pěti měření.

8.2 Lhůty oprav

Lhůty k provedení oprav vadných styků jsou závislé na rozsahu jejich poškození a na počtu kolejnicových pásů, v nichž dochází v důsledku závady styků k přerušení zpětného proudu.

Styky, které vykazují přerušené vodivé propojení a prasklé svařované styky, je nutné opravit nejpozději v těchto lhůtách:

a) Neprodleně

Je-li vadnými styky přerušen zpětný proud na více než dvou souběžných kolejnicových pásech a není zajištěno odsávání proudu z obou stran přerušeného místa, do provedení opravy styků na nejméně dvou kolejnicových pásech, musí být přerušen provoz tramvajové dopravy v postiženém úseku.

b) Do 3 dnů

Je-li vadnými styky přerušen zpětný proud ve dvou souběžných kolejnicových pásech

c) Do 30 dnů

Je-li vadný styk jen v jednom kolejnicovém páse.

d) Ostatní

Styky, které nejsou zcela přerušeny, ale vykazují odpor vyšší, než odpovídá 5 m dlouhé kolejnici bez styku, je nutné opravit do **3 měsíců**.

Na traťových úsecích, kde se tyto zhoršené styky vyskytují ve větším počtu, se všechny styky přeměří **každý rok**.

9 Příčné spojení kolejnicových pásů

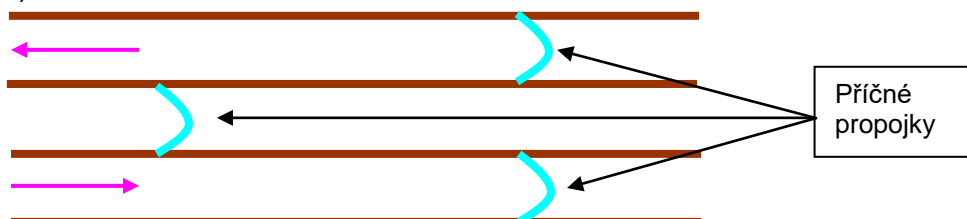
9.1 Ustanovení ČSN 33 3516

čl.6.2 :

Příčné spojení kolejnicových pásů je nutno provádět za každým desátým stykem nebo dvacátým svárem kolejnic, u kolejových křížení a výhybek a na konci kusých kolejí. Stejně spojení musí být mezi souběžnými kolejemi. Nejmenší vodivost příčných spojek musí odpovídat vodivosti vodiče průřezu 100 mm² Cu. V místě připojení zpětných kabelů musí být vodivost příčného propojení všech kolejnic dvojnásobná. Doporučuje se, aby u příčných spojení byly umístěny kontrolní skříňky – jímky pro kontrolu vodivých spojení.

9.2 Příčné propojení kolejí:

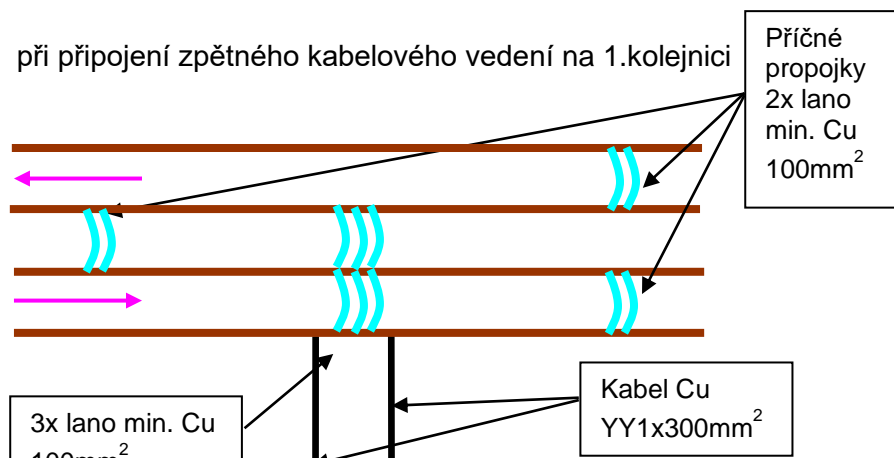
a) Na volné trati



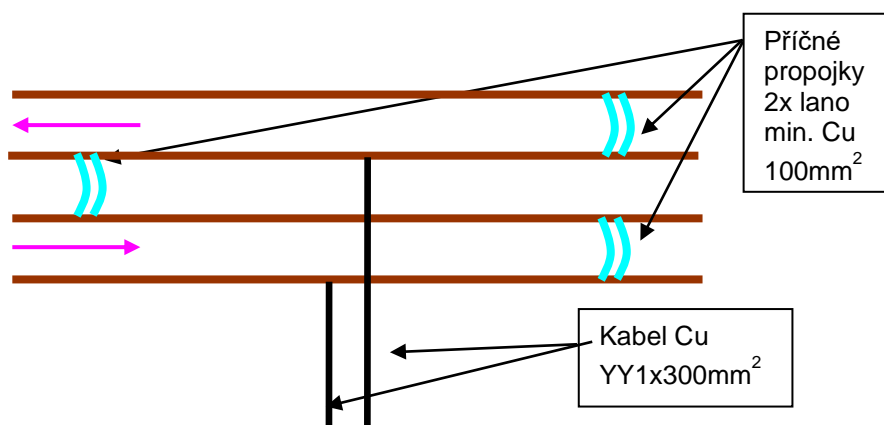
na volné trati - nejmenší vodivost musí odpovídat **100 mm² Cu**
pokud je použito Fe potom 730 mm²

$$100 \text{ mm}^2 \text{ Cu} = 730 \text{ mm}^2 \text{ Fe}$$

b) při připojení zpětného kabelového vedení na 1.kolejnici



c) při připojení zpětného kabelového vedení na 1. a 3. kolejnici



Přednostní varianta při připojení zpětných kabelů je k 1. a 3. kolejnici, obrázek c), varianta b) možná pokud nelze použít variantu c).

Používané propojky

- 1x lano Cu (předpokládá se průřez 100 mm²)
- 6x pásek FeZn 30x4 mm (Fe 720 mm²)
- 1x pásovina Fe 100x8 mm (Fe 800mm²)
- 1x pásovina Fe 80x10 mm (Fe 800mm²)

v místě připojení zpětných kabelů musí být vodivost příčného propojení všech kolejnic dvojnásobná

- 2x lano Cu (předpokládá se průřez 100 mm²)
- 12x pásek FeZn 30x4 mm (Fe 720 mm²)
- 2x pásovina Fe 100x8 mm (Fe 800 mm²)
- 2x pásovina Fe 80x10 mm (Fe 800 mm²)

Další možné typy a provedení propojek, pokud budou vyhovovat průřezem **ekvivalentu 100 mm² Cu.**

9.3 Měření příčného spojení kolejnicových pásů se provádí:

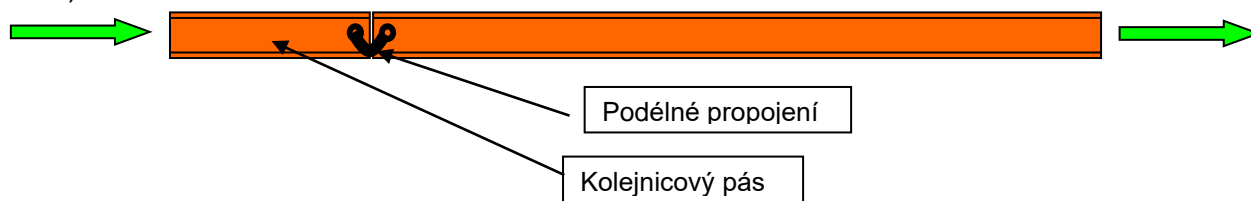
- po každé opravě kolejí spojené se souvislou výměnou kolejnic
- jednou ročně na traťových úsecích, kde průměrný úbytek napětí v koleji je vyšší než polovina dovoleného úbytku,
- jednou ročně v místech připojení zpětných kabelů na kolejový pás.

Měřicí metoda je popsána v čl. 15.2.

Opravy příčného spojení kolejnic musí být provedeny **neprodleně** u závad zjištěných na opravách kolejí a nejpozději do 3 měsíců v ostatních případech.

10 Podélné propojení

Kolejový pás musí být na styku propojen dvojitým měděným spojením (2x lano Cu 50 mm²)



10.1 Měření příčného spojení kolejnicových pásů

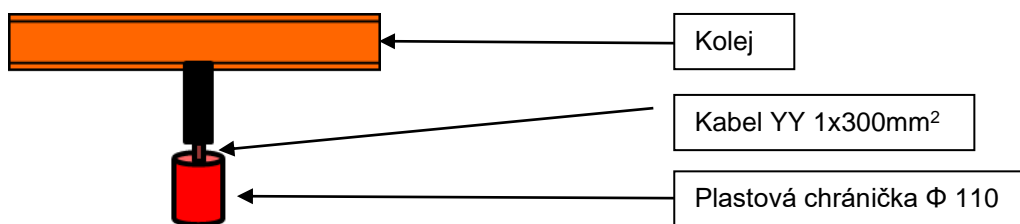
Příčné propojení se měří obdobně jako styky.

11 Ukolejnění

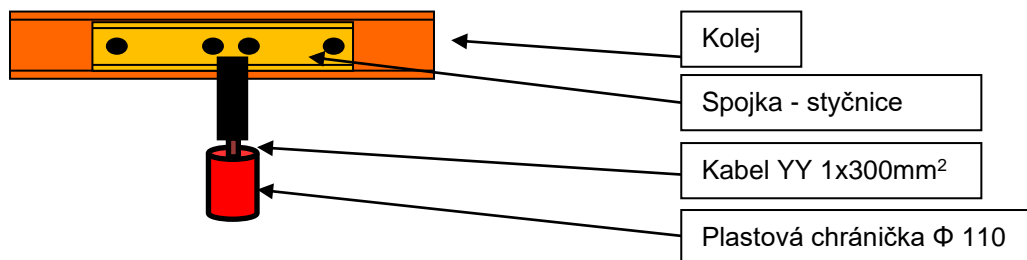
Při výstavbě a opravách tratí připojujeme zpětné trakční kabely ke kolejím:

- Na tratích s uzavřeným svrškem - přivařením
- Na tratích s otevřeným svrškem – přivařením na spojku (styčnici)

11.1 Ukolejnění přivařením



11.2 Ukolejnění spojkou (styčnicí)



12 Vodivé konstrukce v blízkosti kolejí

12.1 Z ustanovení ČSN 33 3516 čl.

6.3 vyplývá:

- Je zakázáno spojovat zpětná kolejnicová vedení se zemniči nebo s vodivými konstrukcemi, které jsou v blízkosti kolejnicového vedení s výjimkou zařízení uvedených v čl. 3.7.2 a zařízení ukolejňených.
- Kontrolu izolačního stavu mezi kolejnicemi a vodivými konstrukcemi lze provést měřicí metodou popsanou v článku 15.3. Stejnou metodou je možné též kontrolně ověřovat ochranné ukolejňení trakčních podpěr.
- Kontrola odizolování kovových konstrukcí od kolejnic a ukolejňení trakčních podpěr se provádí obvykle při revizích revizním technikem těchto zařízení nebo namátkově, zejména při výskytu nežádoucích proudů nebo napětí na zařízeních ve vozovkách a v blízkosti tramvajových tratí.
- Lhůty k odstranění zjištěných nedostatků určuje kontrolní orgán jednotlivě podle druhu a závažnosti závady.

13 Potenciál úložných zařízení a konstrukcí v blízkosti tramvajových tratí

- **Každý rok** se kontroluje napětí mezi kolejemi a blízkým úložným zařízením. Průměrná hodnota napětí v kterékoliv roční době a libovolném intervalu všedního dne nesmí být větší než 3 V.
- Měření napětí mezi kolejnicí a blízkým úložným zařízením se provádí podle čl. 16.3
- Nápravná opatření v případě nevyhovujících naměřených hodnot je nutné stanovit po dohodě s provozovatelem úložného zařízení.
- V místech pravidelného měření, zejména v blízkosti měřičů, na konci tramvajových tratí a v oblastech, kde se předpokládá možnost vzniku bludných proudů je vhodné instalovat měřicí skřínky s vývody od kolejí a úložných zařízení a s prostorem pro uložení měřicího přístroje. Při umísťování a budování měřících bodů je účelné a žádoucí spolupracovat se všemi provozovateli úložných zařízení.
- Kontrolní měření na zařízeních Dopravního podniku se provádí ve dvouletých lhůtách.
- **Zjistí-li se, že zařízení je napadeno bludnými proudy, je nutné především prověřit podélné a příčné propojky, připojení zpětných kabelů a svary kolejnic.**

14 Úbytek napětí v kolejnicích

Dovolené úbytky napětí ve zpětném kolejnicovém vedení jsou stanoveny normou ČSN 33 3516 v následujících člancích:

čl. 6.4

Úbytek napětí v kolejnicích, vypočtený z celodenního průměrného proudového zatížení úseku tratí, nesmí být **v koleji dlouhé 10 m s jedním stykem**, ale bez výhybek a křižovatek větší než:

- **0,010 V** pro tramvajové tratě v zastavěném obvodu,
- **0,015 V** pro tramvajové tratě mimo zastavěný obvod v jízdním pásu nebo pruhu pozemní komunikace,
- **0,020 V** pro tramvajové tratě na vlastním tělese mimo zastavěný obvod,

- **0,005 V** pro tramvajové tratě na ocelové nebo železobetonové konstrukci, přičemž celkový úbytek napětí **na celé konstrukci** nesmí být větší než **0,5 V**.

Kontrola úbytku napětí v kolejnicích provedená výpočtem je součástí energetického výpočtu příslušného traťového úseku. Ověření vypočtených hodnot kontrolním měřením je možné učinit metodou popsanou v čl.16,3

Z dosud provedených výpočtů a měření, úbytky napětí v kolejnicích nedosahovaly ani při max. provozu hodnotu 0,01V.

Na traťových úsecích, kde průměrná hodnota úbytku napětí je vyšší než polovina dovoleného úbytku, se musí každý rok přeměřovat všechny styky a příčná spojení kolejnicových pásů.

Nelze-li v některých úsecích dosáhnout předepsaných hodnot úbytku napětí přesto, že styky a příčné propojky jsou v předepsaném stavu, je nutné přikročit k opatřením ke snížení zpětného proudu v postiženém úseku, např. posílením dalších zpětných kabelů, vhodnějším rozmístěním odsávacích bodů, změnou způsobu napájení apod.

15 Úbytek napětí na zpětných kabelech

15.1 Ustanovení ČSN 33 3516, čl. 5.4.4:

Úbytek napětí v odváděcích kabelových vedeních **nesmí překročit 30 V** při předpokládaném celodenním průměrném proudovém zatížení.

15.1.1 Kontrola úbytku

Kontrola úbytku napětí na zpětných kabelech **se provádí při energetických výpočtech** trakční sítě. Ověření skutečného úbytku v provozu kontrolním měřením lze provést podle čl. 16.6.

- Naměřené hodnoty úbytku jsou přímo úměrné proudovému zatížení kabelu v době měření. Při hodnocení výsledků měření je proto nutné přihlížet ke skutečnosti, že dovolený úbytek odpovídá trvalému proudu.
- V případě, že úbytek napětí přesahuje přípustnou hodnotu, je nutné snížit jeho proudové zatížení, např. zesílením zpětné sítě, lepší rozmístění odsávacích kabelů, vyrovnávacím odporem apod.
- Zapojením vyrovnávacího odporu do kabelu je možné docílit přesunutí zátěže na ostatní zpětné kabely, když nejsou plně vytíženy. Jeho hodnotu je však nutné volit tak, aby nedocházelo k nadměrnému převádění proudů kolejnicemi do jiných úseků.

16 Měření trakčních kabelů

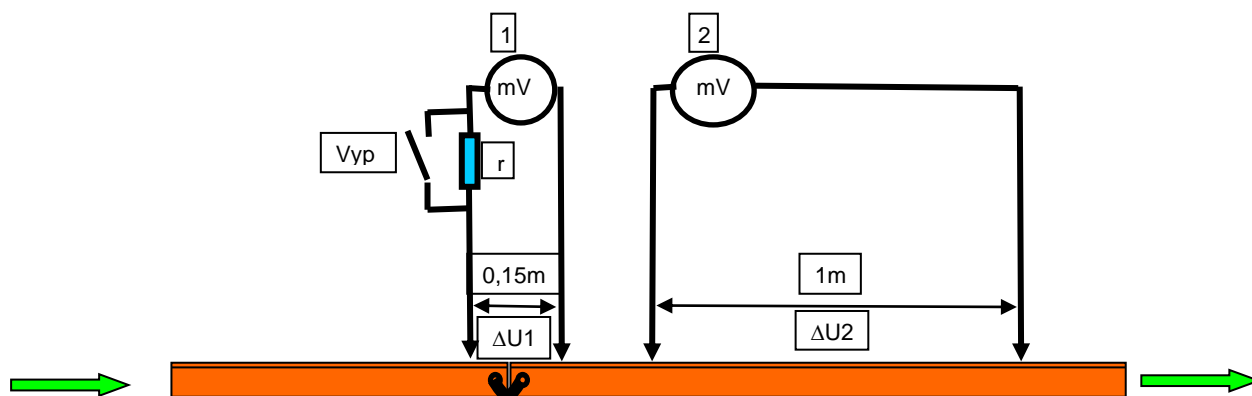
- izolační stav trakčních kabelů se měří minimálně jednou ročně měřičem izolace s napětím přístroje 1000 V, a to po odpojení trakčního kabelu na obou koncích.
- starší trakční kabely, které jsou přivařeny ke kolejnicím, je nutné postupně vybavit dobře přístupnými rozpojitelnými místy poblíž odsávacího bodu.
- nové kabely při uvádění do provozu musí mít minimální hodnotu izolačního odporu 5 MΩ/km.
- trakční kabely, s izolačním odporem v rozmezí 1 - 0,5 MΩ/km, je možné dočasně provozovat za předpokladu, že se nejpozději jednou za 3 měsíce do doby opravy zkontrolují, zda jejich izolační odpor nepoklesl pod tuto hodnotu. Oprava těchto kabelů je nutné provést nejpozději do 1 roku.
- trakční kabely, s izolačním odporem v rozmezí 0,5 – 0,024MΩ/km, se smí provozovat nejdéle 1 měsíc. Nelze-li je v této lhůtě opravit, musí se vyřadit z provozu

odpojením na obou koncích. **Neprodleně se musí vyřadit z provozu kabely, jejichž izolační stav je nižší než 0,024 MΩ/km.**

17 Měřicí metody

17.1 Měření kolejnicových styků

a) Dvěma voltmetry



Měřením se určí délka kolejničky l' , která má stejný elektrický odpor jako odpor R_s kolejnicového styku.

$$\text{Platí} \quad R_s \quad l' = - \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} \quad (\text{m})$$

Průchodem trakčního proudu I přes odpor styku R_s vznikne úbytek napětí na styku ΔU_1 , který se změří milivoltmetrem 1. Stejný proud I protéká celistvou kolejničkou a na 1 m kolejničky vznikne úbytek napětí ΔU_2 , který se změří milivoltmetrem 2. Odečítání výchylek obou voltmetrů se provádí současně.

Vyhodnocení jakosti styku se provede výpočtem podle následujících příkladů:

Příklad 1

úbytek napětí na styku $\Delta U_1 = 10 \text{ mV}$

úbytek napětí na 1 m kolejničky $\Delta U_2 = 20 \text{ mV}$

$$\text{Odpor styku odpovídá délce kolejničky} \quad l' = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ m}$$

Je-li celá kolejnička dlouhá L , má její odpor s jedním stykem hodnotu

$$\frac{l' + L}{L} \cdot 100 \quad (\text{v \% odporu kolejničky bez styku})$$

Při délce kolejničky 12 m, je pak její odpor s jedním stykem

$$\frac{0,5 + 12}{12} \cdot 100 = 104 \% \text{ odporu kolejničky bez styku}$$

12

Styk vyhovuje, neboť norma připouští hodnotu až 110 %.

Příklad 2

úbytek napětí na styku $\Delta U_1 = 20 \text{ mV}$

úbytek napětí na 1 m kolejnice $\Delta U_2 = 10 \text{ mV}$

20

Odpor styku odpovídá délce kolejnice $I' = \frac{20}{10} = 2 \text{ m}$

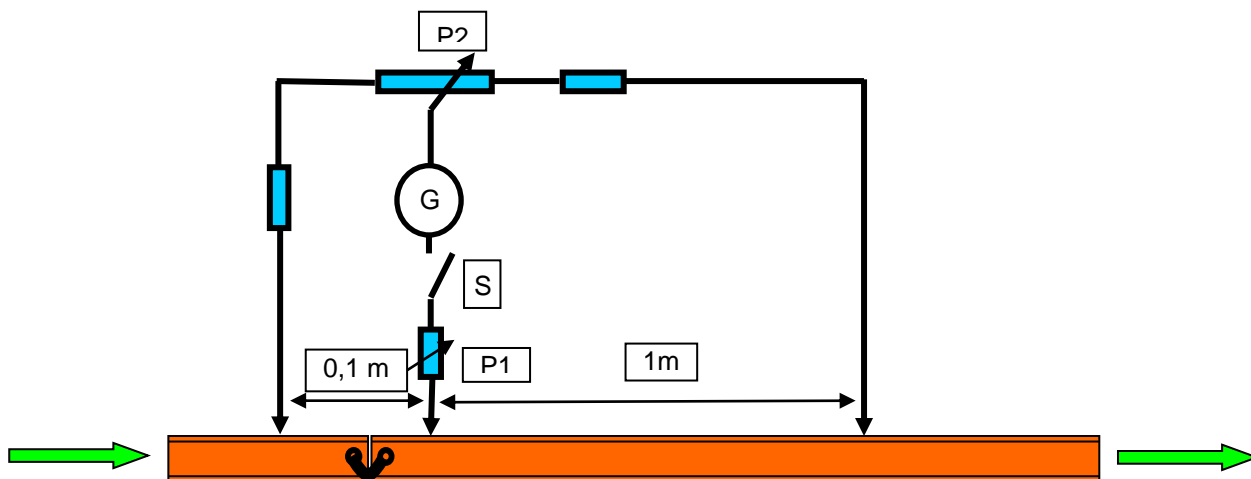
10

Kolejnice dlouhá 12 m má tedy odpor s jedním stykem

$$\frac{2 + 12}{12} \cdot 100 = 117 \% \text{ odporu stejně dlouhé kolejnice bez styku.}$$

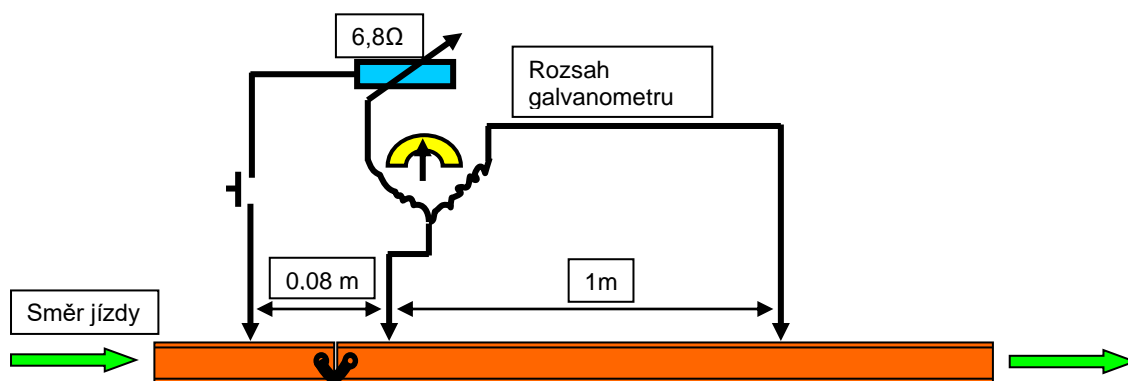
Norma připouští pouze 110 %, proto styk nevyhovuje. V případě, že styk má úplně přerušenu vodivou propojku nebo je prasklý, vzniká na jeho vysokém přechodovém odporu velký úbytek napětí. Aby při měření nedošlo k poškození milivoltmetru 1, vybaví se jeho přívod předřadným odporem R se zkratovacím spínačem V a zjistí se, zda výchylka voltmetru je dostatečně hluboko pod maximální, pak se vypínačem zkratuje předřadný odpor a provede se vlastní měření.

b) Galvanoměrem zapojeným v odporovém můstku



Pro zapojení spínače S se potenciometry P_1 a P_2 vyrovná výchylka galvanoměru G do nulové polohy. Údaje na potenciometrech jsou ocejchovány tak, že ukazují odpor měřeného styku nebo přímo délku celistvé kolejnice odpovídající odporu styku.

c) Přístrojem k měření kolejnicových styků



K rychlému měření kolejnicových styků byl zkonstruován speciální měřicí přístroj, výrobek ČSD – PKVP Vrátky. Pracuje na principu galvanometru zapojeného v odporovém můstku a tvarově je přizpůsobený k přímému přiložení na styk a přilehlý úsek kolejnice dlouhý 1 m. Z polohy jezdce regulačního odporu lze odečítat přímo délku celistvé kolejnice, které odpovídá odpor styku.

Příklad 3

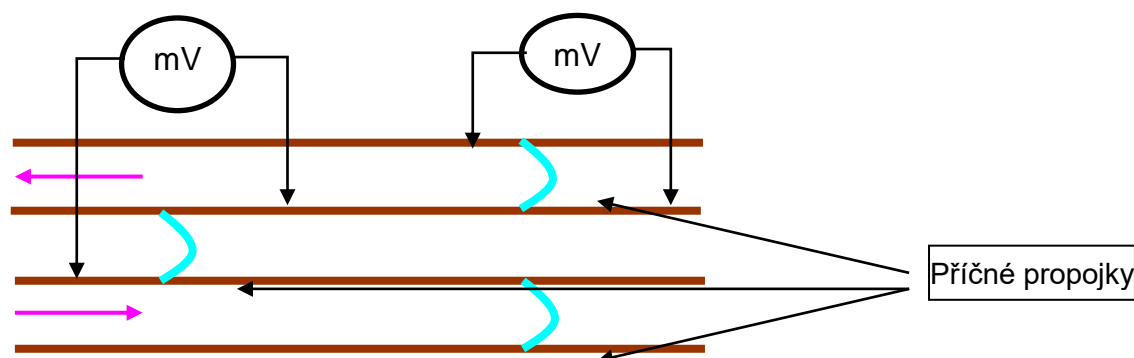
Nulové hodnotě galvanometru měřicího přístroje odpovídá nastavení regulačního odporu do polohy označené 2,5. Odpor styku odpovídá 2,5 m celistvé kolejnice. Bylo-li měření provedeno na kolejnici o celkové délce 18 m,

$$2,5 + 18$$

Pak odpor kolejnice se stykem odpovídá $\frac{\quad}{18} \cdot 100 = 114 \%$ odporu kolejnice

bez styku. Norma připouští pouze 110 %, proto **styk nevyhovuje**.

17.2 Měření příčného spojení kolejnicových pásů



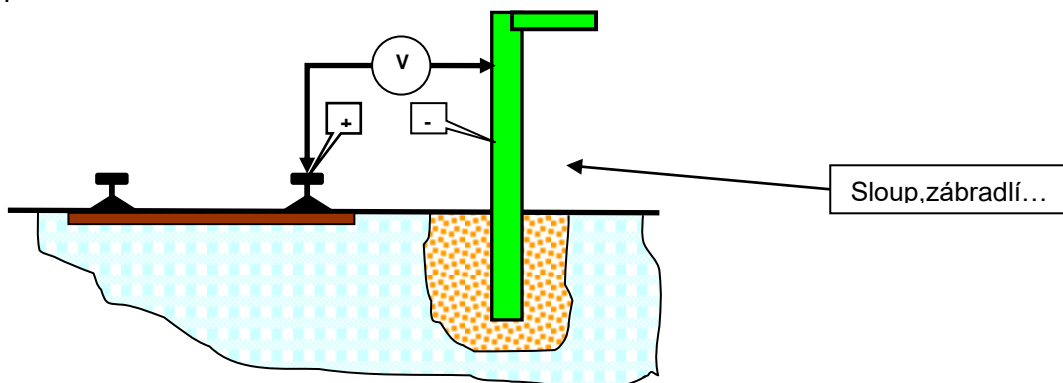
Stav příčných vyrovnávacích spojek jednak mezi kolejnicovými pásy stejné koleje, jednak mezi sousedními kolejemi se kontroluje měřením potenciálního rozdílu v místě, kde vyrovnávací spojka je přivařena ke kolejím. Naměřená hodnota nesmí být v průměru větší než 50 mV.

Při porušené spojce jsou hodnoty podstatně vyšší.

17.3 Kontrola izolačního stavu mezi kolejnicemi a vodivými konstrukcemi

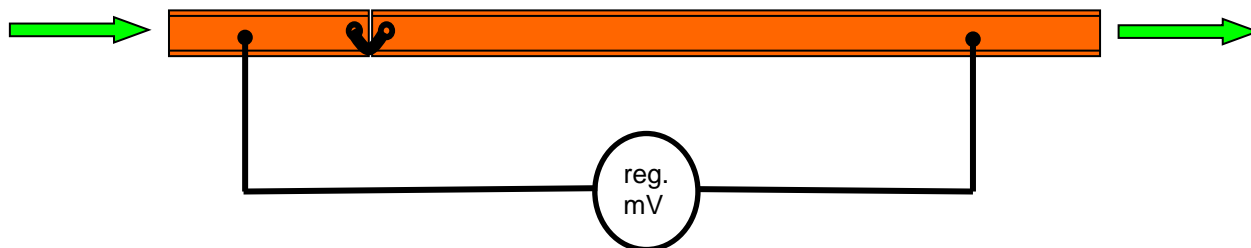
Kontrola izolačního stavu se provádí měřením rozdílového napětí mezi kolejnicí a konstrukcí (ocelové a železobetonové mosty, stožáry, zábradlí, budovní konstrukce apod.) voltmetrem s vysokým vnitřním odporem min. 10 kΩ/V.

Izolační stav je **vyhovující, když je naměřené napětí větší než 1 V**. Přitom se zjistí, zda konstrukce má kladný nebo záporný potenciál vůči kolejnici. Napětí musí kolísat úměrně s pohybem tramvají v přilehlém úseku. Při záporném potenciálu krátké konstrukce, tato není zpravidla ohrožena elektrotechnickou korozí bludnými proudy. Když potenciální rozdíl mezi kolejnicí a konstrukcí je trvale nulový, znamená to obvykle, že konstrukce je vodivě připojena ke kolejím. Takto se rozpozná např., zda ukolejnění stožáru není přerušeno.



Z hlediska ochrany před účinky bludných proudů, ale i ochrany před možností zavléčení napětí na vodivé konstrukce v blízkosti tramvajové tratě je nezbytné Megmetem zkontrolovat, **zda kolejnice nejsou vodivě spojeny s ocelovou konstrukcí mostu nebo kovovým zábradlím apod.** Naměřené hodnoty izolačního odporu nesmí být menší než **100 ohmů**.

17.4 Měření úbytku napětí v kolejnicích



Úbytek napětí se měří registračním milivoltmetrem po dobu 24 hodin za provozu všedního dne. Příklady měřicího přístroje se (nejlépe přivaří) na kolejnici v maximální vzdálenosti 20 m. Průměrná hodnota úbytku napětí přepočtená na 10 m kolejnici nesmí být vyšší než dovolené hodnoty uvedené v čl. 12. Z výsledku tohoto měření lze vypočítat průměrný proud protékající kolejnici

$$I = \frac{U}{R} \quad (A; mV, M\Omega)$$

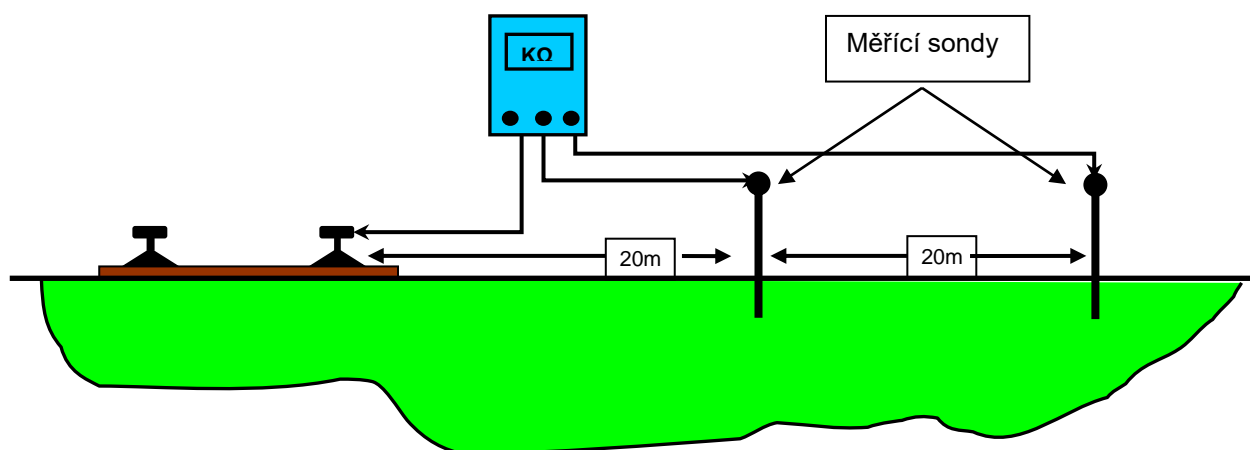
Kde odpor 10 m kolejnice je

$$R = \frac{10^4}{5,2 S} \quad (\text{M}\Omega; \text{mm}^2)$$

U ... průměrný úbytek napětí přepočtený na 10 m kolejnici v milivoltech

S ... průřez kolejnice v mm².

17.5 Měření přechodového odporu mezi kolejnicí a zemí



Podle ČSN 33 3516 čl. 6.5 je přechodový odpor mezi kolejnicí a zemí dán ČSN 03 8371.

Přechodového odporu u tramvajových tratí se v ČSN 03 8371 týká pouze čl. 38 „Konstrukce tramvajových tratí musí být provedena tak, aby přechodový odpor mezi kolejemi a zemí nebyl **nižší než 0,2 Ω/km** měřeno např. metodou krátkého spojení“. V normě EU je uváděna možnost měření přechodového odporu i jinými metodami, např. voltampérovou metodou. Z výsledků dosud provedených měření vyplývá, že postačuje měřit přechodový odpor mezi kolejemi a zemí orientačně přístrojem PU 431 metodou měření zemního odporu s oddálenými sondami 20 a 40 m radiálně od vnější kolejnice tratě, min. ve 2 místech.

Ke splnění ustanovení norem by přechodový odpor ***R_p naměřený přístrojem PU 431***

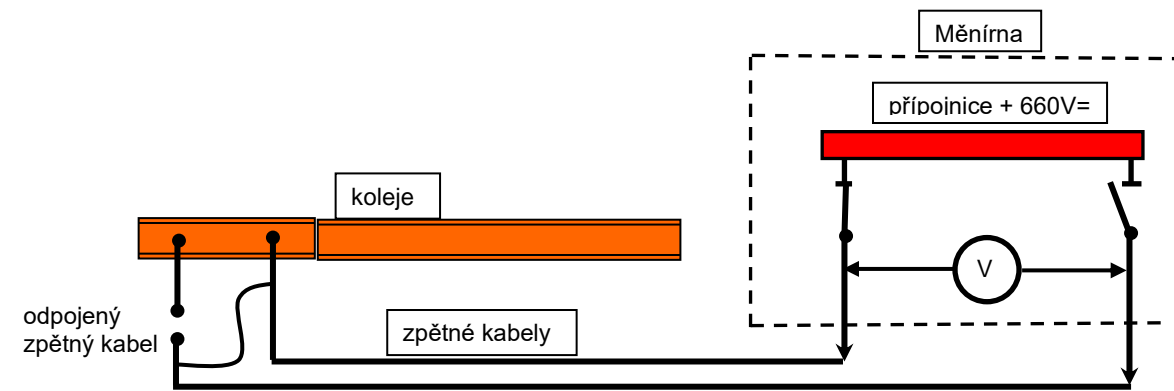
- musí být min. 4 Ω před přivařením podélných a příčných propojek,
- **a min. 0,4 Ω po přivaření propojek** (měření ovlivňuje propojení s celou kolejovou sítí).

V protokolu z měření přechodového odporu musí být uvedeno, o jaké zkoušené zařízení se jedná, kdy, kdo a jakým měřicím přístrojem měření provedl, jaké bylo počasí (z

hlediska vlhkosti), teplota, naměřené hodnoty a závěr, zda naměřené hodnoty vyhovují (nebo nevyhovují) bodu 6.5 ČSN 33 3516 a bodu 38 ČSN 03 8371.

Tato metoda potvrzuje výsledky z Teorie elektromagnetického pole a příkladů z teoretické elektrotechniky ČVUT v Praze – analogie proudového pole s elektrostatickým polem nabitě úsečky. Výsledky dosud provedených měření DPMB vykazují korelaci shody s výsledky měření metodou linearizovaných úseků, kterou provádí ČD-TÚDC (Měřicí středisko korozních vlivů Olomouc) podle měřicí metody stanovené VŠB v Ostravě.

17.6 Měření úbytku napětí na zpětných kabelech



Úbytek napětí na zpětných kabelech se měří voltmetrem, případně registračním voltmetrem pomocí izolovaného měřicího vodiče. Měřicí přístroj lze umístit v měřárně nebo u vývodu kabelu ke kolejnici. Jako měřicího vodiče je možné využít např. vypnutého napájecího, spojovacího nebo paralelního zpětného kabelu, rozvodu dispečerského telefonu apod. Při použití paralelního zpětného kabelu je nutné naměřený úbytek přepočítat s ohledem na zvýšený odpor zpětného vedení v době měření. Nepřímou kontrolu úbytku napětí lze provést výpočtem z měření proudového zatížení kabelu a ze známé hodnoty jeho odporu.

18 Ochrana zařízení před korozí bludnými proudy

18.1 Ustanovení ČSN 33 3516

čl. 3.7. 1 – Ochrana zařízení před korozí bludnými proudy se provádí:

- snížením možnosti vzniku bludných proudů správným dimenzováním zpětných vedení, zvětšením přechodového odporu mezi kolejnicovým zpětným vedením a zemí (např. na vlastním tramvajovém tělese s otevřeným kolejovým svrškem) a správným rozmístěním připojovacích míst zpětných vedení na základě podrobného výpočtu,
- pasivní ochranou zařízení, znesnadňující vznik bludných proudů a snižující počet jejich zdrojů (např. vhodná volba trasy, izolační obaly úložných zařízení, izolační spoje na vodivých potrubích, obětní elektrody apod.),
- aktivní ochranou zařízení, omezující vznik bludných proudů a jejich šíření po jednotlivých chráněných zařízeních.

čl. 3.7.2 – Aktivní ochranu lze navrhovat jedině po dohodě provozovatele dráhy a provozovatelů úložných zařízení v příslušné oblasti. Zařízení pro aktivní ochranu je dovoleno vodivě spojovat se zpětnými vedeními tramvajových tratí.

Z uvedených způsobů ochrany je při provozu městské hromadné dopravy nutné:

Věnovat pozornost zejména preventivnímu snižování možností vzniku bludných proudů podle následujících obecně platných zásad.

18.1.1 Zvětšení přechodového odporu kolejového lože

- a) Kolejnicové lože má být podle možností šterkové, čisté, propustné.
- b) Těleso dráhy musí být dobře odvodněno, vozovkový kryt (panely, dlažba) utěsněn ve spárách proti povrchové vodě.
- c) Je-li kolej položena na dřevěných pražcích, musí být pražce zdravé a impregnované.
- d) Při použití betonových pražců musí být mezi kolejnicí a pražcem příp. mezi podkladnicí a pražcem izolační vložka a upevňovadla musí být od pražce elektricky izolována.
- e) Nedoporučuje se používat ocelových pražců, pokud nejsou dokonale izolovány od kolejnicových pásů.
- f) Při připojování kovových stožárů na kolejnice je třeba dbát, aby kovové pláště přívodních kabelů nebo jiná zařízení nebyla spojena přes konstrukci stožáru s kolejnicemi.
- g) Při rozmrazování je nutno omezit na nezbytně nutnou míru používání rozmrazovacích solí a postarat se o dodatečnou vhodnou neutralizaci okolní půdy.

18.1.2 Zvýšení vodivosti zpětného kolejnicového vedení lze dosáhnout:

- a) svařování jednotlivých délek kolejnic,
- b) dobrou údržbou spojek styků,
- c) dostatečným množstvím příčných vyrovnávacích spojek.

18.1.3 Odizolování tramvajové kolejové sítě

Od neelektrizovaných kolejí nebo kolejí tratí ČD elektrizovaných střídavou trakcí se musí provést ve všech místech křížení nebo propojení dvěma izolovanými styky ve vzájemné vzdálenosti odpovídající největší délce tramvajové soupravy.

18.1.4 Zvýšení přechodového odporu blízkého úložného zařízení

- a) Úložné zařízení ukládat co nejdále od kolejí, minimálně 1 m.
- b) Křížování úložného zařízení s kolejemi provést v nejkratší délce.
- c) Neprovádět dlouhé souběhy v blízkosti kolejí.
- d) Konstrukce, potrubí a kabely v blízkosti kolejí opatřit zesílenou pasivní ochranou (asfaltové nátěry, PVC, gumové a jiné obaly), dále betonovými tvárnici a žlaby.
- e) Jako záhozového materiálu použít písek, šterk a jiné propustné a málo vodivé hmoty. Nepoužívat škváru, popel, prosolené nebo prohojené hlíny.

18.1.5 Dimenzování a rozmístění zpětných kabelů

- a) Odvod proudu z kolejí provést na více místech kolejové sítě dobře izolovanými zpětnými kabely.
- b) Regulaci zpětného proudu ve zpětných kabelech provádět tak, aby co nejméně proudu se vracelo dlouhými kolejnicemi z místa tramvajového odběru a převážná část proudu byla z úseku přímo odsáta kabely. K regulaci využít přirozených odporů kabelů nebo regulovatelných odporníků v měnících.
- c) Při obnově zpětných kabelů s pancéřovým pláštěm tyto nahrazovat kabely s pláštěm celoplastovým.
- d) Pokud se k vedení zpětného proudu používají kabely s kovovými plášti, je nutno izolovat pláště jednotlivých délek kabelů ve spojkových krytech a na začátku a konci kabelu.

- e) Pro odsávací body volit taková místa, kde je půda suchá a kde nejsou vedeny hlavní potrubí a husté kabelové rozvody. Zpětné kabely nepřipojovat na tělesa kolejových křížení a výhybek.
- f) Vývod zpětného kabelu připojit na všechny kolejnicové pásy.
- g) Zpětné kabely vybavit před jejich vývodem ke koleji rozpojitelným místem izolovaným od země, nejlépe izolovaně na trakčních stožárech.

18.1.6 Připojování vodivých zařízení na kolejnice

- a) Kromě ochranného ukolejňování trakčních zařízení a zařízení aktivní ochrany nepřipojovat žádná jiná zařízení.
- b) Ukolejňovací vodič je vhodné opatřit izolací v maximální délce.
- c) Ukolejňovaná konstrukce nesmí mít úlohu zemniče.

18.1.7 Odvádění zpětného proudu z trolejbusových tratí

- a) K vedení zpětného proudu z trolejbusových tratí se mají používat samostatné zpětné kabely.
- b) Pokud je nutné zpětný (+) pól připojit na koleje, provést toto připojení co nejbližší k odsávajícímu bodu kolejí. Na silně zatížených trolejbusových tratích se nedoporučuje k vedení zpětného proudu používat dlouhých a od měřírny vzdálených kolejí s výjimkou pomocných trolejbusových tratí.
- c) Izolaci zpětného (+) pólu proti zemi je nutno udržovat za stejných podmínek jako izolaci přívodního (-) pólu trakčního napětí.

19 Aktivní ochrana úložných zařízení

- 01 Vodivá úložná zařízení mohou být proti korozivním účinkům bludných proudů chráněna aktivní ochranou. Tento způsob ochrany používá např. Jihomoravská plynárenská a.s. v Brně v konkrétně zjištěných místech působení bludných proudů z tramvajového provozu na plynová potrubí.
- 02 Princip aktivní ochrany spočívá ve vodivém propojení kabelové sítě s úložným zařízením v místech, kde se vzájemně přibližují a kde by jinak docházelo v kladném pásmu (anodická oblast) ke koncentrovanému přechodu bludných proudů z úložného zařízení zpět do kolejí elektrolytickou cestou. Elektrické drenáže odvádějí tyto proudy do kolejí izolovanými vodiči, aniž přitom dochází k elektrochemické korozi na povrchu úložných zařízení. Aby opačnou cestou nemohlo docházet k průchodu proudu z kolejí do chráněného zařízení, se elektrické drenáže vybavují usměrňovacím ventilem (polarizovaná drenáž), případně regulačním odporem k nastavení velikosti odsávaného proudu.
- 03 Při pracích na drážním tělese v místech připojení elektrických drenáží na kolejnici je nutno dbát, aby nedošlo k přerušení jejich vodivého spojení s kolejí. Odpojení drenáže je nutné projednat s jeho provozovatelem, i když má být jen krátkodobé.

20 Závěrečná ustanovení

- 01 Směrnice T07 je závazná pro projektování, stavbu a převjímkou dokončených stavebních prací a údržbu trakčních trolejových vedení DPMB, zajišťovanou jak vlastními útvary a zaměstnanci DPMB, tak externími dodavateli.
- 02 Směrnice T07 platí rovněž pro měření, kontrolu a údržbu trakčních vedení v DPMB a je závazná pro zaměstnance, jejichž pracovní činnost s tímto souvisí.
- 03 Jakékoliv změny a doplňky k této směrnici musí být předem projednány a odsouhlaseny s útvarem technicko-provozního ředitele pro infrastrukturu, s využitím konzultací útvaru technicko-provozního ředitele pro techniku, Odboru kontrol a Odboru rozvoje MHD a vydány řádnou změnou nebo novelizací této směrnice.
- 04 Tato směrnice s účinností 1. května 2022 nahrazuje v plném rozsahu směrnici T07r5 ze dne 14. března 2020.

V Brně dne 20. dubna 2022

Ing. Miloš Havránek
generální ředitel