

Inž. Josef V a n í č e k , VÚHU,
inž. Rudolf S v o b o d a , VÚHU:

ZPĚTNÉ KOLEJOVÉ VEDENÍ U POHYBLIVÝCH KOLEJÍ ELEKTRIFIKOVANÉ DOPRAVY POVRCHOVÝCH DOLŮ

Velký rozvoj elektrifikace železniční dopravy přináší kromě mnoha výhod a předností i jistý negativní účinek, a to tzv. bludné proudy zeminou, jejichž existence je již po delší dobu známa, avšak v současné době se stávají pro své velké rozšíření a škodlivé účinky na kovových konstrukcích, uložených v zemi, vážným celosvětovým problémem. Zdrojem bludných proudů jsou hlavně elektrifikované železnice ČSD, pouliční kolejová doprava, průmyslové provozy se silnými stejnosměrnými zdroji a spotřebiči, v neposlední řadě pak modernizovaná elektrifikovaná důlní kolejová doprava, přeměněná z dosavadní zastaralé parní trakce na elektrickou stejnosměrnou trakci o napětí 1500 V. Moderní velkodoly s kolejovou dopravou se tak zařadily mezi velké zdroje bludných stejnosměrných proudů.

V oblastech povrchových dolů jsou hlavním zdrojem bludných proudů tzv. pohyblivé koleje, umístěné v řezech povrchových dolů, které se často přemísťují a jejich technický stav je proto horší než u stabilních kolejí. Uspořádání polarity trakce je buď plus trolej a minus kolejnice (např. důl A. Jirásek - SHR), nebo minus trolej a plus kolejnice (např. DVIL Komořany - SHR). Značný únik proudu do země podporuje dobrý styk kolejnice se zeminou a také nedostatečné elektricky vodivé spojení jednotlivých kolejových polí. Obvod elektrického proudu stejnosměrné trakce by se měl uzavírat přes trolej, elektrickou lokomotivu a kolejnice zpět do měničny. Odpor mezi kolejnicemi a zemí je zejména u často zasypaných pohyblivých kolejí poměrně malý, takže část proudu může odtékat

zemí směrem k měnící. Celkový zpětný proud do měnící je rozložen v poměru vodivosti kolejnicového zpětného vedení a vodivosti půdy, jež je poměrně dobrá vzhledem ke značnému průřezu jako vodiče. Je-li v zemi uložena kovová konstrukce jako potrubí, kabely s vodivými pláštěmi apod., vtéká proud do těchto zařízení a v blízkosti měnící vytéká opět z kovových konstrukcí a snaží se dostat zpět do měnící. Oblast, ve které bludné proudy vstupují do úložných zařízení, se nazývá katodickou oblastí, část, ve které dochází k výstupu proudu do země, nazývá se anodickou oblastí. Nebezpečná je zejména anodická oblast, kde dochází k elektrochemické reakci a rozpouštění kovu anody. Měřeními bylo zjištěno, že proud hodnoty 1 A rozruší 9 kg oceli za 1 rok. Praxe ukazuje, že proděravění potrubí nastává právě v této oblasti a projeví se často již do 5 let, ale i za rok.

V nedávné době nastal výbuch plynu v Praze - Žižkově, způsobený proděravěním potrubí bludnými proudy a měl za následek smrt osmi osob a hmotné škody ve výši přes 4 miliony Kčs.

Únik plynu z potrubí prokorodovaného bludnými proudy v Ostravě v únoru letošního roku způsobil hromadnou otravu osob. K podobným neštěstím došlo i v celé řadě jiných měst s kolejovou dopravou.

Většině těchto neštěstí by se dalo předejít omezením bludných stejnosměrných proudů na nejnižší možnou míru a doplněním podzemních úložných zařízení účinnou protikoroční ochranou.

V oblastech povrchových hnědouhelných dolů je hlavním předpokladem ke snížení výskytu bludných proudů udržet kolejové zpětné vedení v předepsaném stavu. Od 1. 4. 1967 je v tomto směru závazná nově vydaná oborová norma ON 349440 - Vodivé kolejnicové spojky, kterou zpracovalo normalizační oddělení Báňských projektů v Teplicích. Jako podklad ke zpracování této oborové normy sloužily mimo jiné související státní normy ČSN 341540 a ČSN 341553, závazné zejména pro dráhy ČSD. Vypracovatelem oborové normy bylo sice přihlédnuto k tomu, že kolejový svršek povrchových hnědouhelných dolů je stavěn a udržován při podstatně odlišných a

méně příznivých podmínkách než u státních drah, nicméně ustanovení o maximálně přípustném přechodovém odporu kolejového styku rovném 2,5 m délky kolejnice byla převzata beze změny ze státní normy. Grafitotuková vodivá spojka, jejíž použití bylo schváleno u ČSD, byla rovněž zařazena do oborové normy, ačkoliv nebyla důsledně ověřena v důlním provozu. Tyto a ještě jiné důvody - jako důvody technicko-ekonomické - vedly k tomu, že OR SHD Most pověřilo VÚHU Most provést komplexní posouzení všech kolejnicových vodivých spojek obsažených v oborové normě ON 349440 na základě výsledků dlouhodobého porovnávacího měření ve stejných provozních podmínkách.

Pro objektivní posouzení se rozhodl VÚHU Most provést řadu měření v provozních podmínkách povrchového velkodolu DVIL Komořany, závodu J.Šverma na několika kolejnicových propojkách zabudovaných na pohyblivé koleji. Výsledky provedených měření byly navíc doplněny ekonomickými údaji o nákladech na výrobu, montáž a údržbu těchto součástí.

K měření byly z oborové normy ON 349440 vybrány tyto druhy podélných kolejnicových spojek:

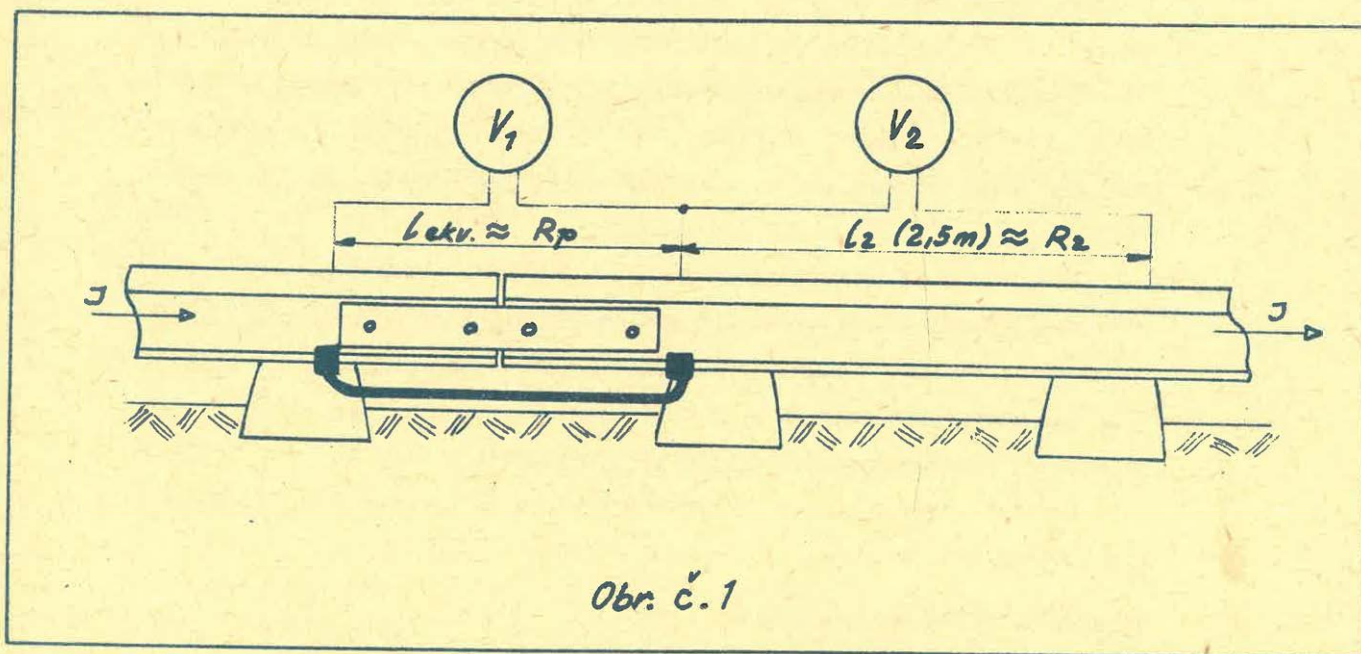
- a) grafitotuková vodivá spojka
- b) spojka z měděného drátu
- c) vodivá kolejnicová spojka z měděného lana
- d) vodivá kolejnicová spojka rozebíratelná z měděného lana (není uvedena v normě).

Přechodový odpor jednotlivých vodivých kolejových spojek byl měřen srovnávací metodou, doporučenou v oborové normě. Tato metoda je poměrně jednoduchá, nevyžaduje složitých přístrojů a poskytuje výsledky s postačující přesností.

Přechodový odpor byl zjištěn pomocí současného měření úbytku napětí pomocí dvou milivoltmetrů typu D 5 - METRA /AVOMET/, z nichž jeden byl zapojen na kolejnicový styk a druhý na průběžný kolejnicový pás na vzdálenost 2,5 m. Tato vzdálenost byla volena s ohledem na možnost snadnější-

ho porovnání obou měřených hodnot při dovoleném odporu kolejového styku 2,5 m kolejnice, jak předepisuje oborová norma ON 349440.

Schéma zapojení měřicích přístrojů je uvedeno na obr. č. 1.



Pro naměřený úbytek napětí platí zde tyto vztahy:

$$\Delta U_1 = I \cdot R_p \quad (1)$$

$$R_p = \rho_{Fe} \frac{l_{ekv.}}{S} \quad (2)$$

$$\Delta U_2 = I \cdot R_2 \quad (3)$$

$$R_2 = \rho_{Fe} \frac{l_2}{S} \quad (4)$$

Úpravou těchto rovnic dostaneme:

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{R_p}{R_2} = \frac{1 \text{ ekv.}}{l_2} \quad (5)$$

$$1 \text{ ekv.} = \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} l_2 \quad (6)$$

$$R_p = 1 \text{ ekv.} \cdot \frac{R_2}{l_2} \quad (7)$$

kde je:

ΔU_1 = úbytek napětí na kolejnicovém styku / V /

ΔU_2 = úbytek napětí na průběžném kolejnicovém pásu / V /

I = zpětný proud / A /

R_p = přechodový odpor kolejnicové spojky / Ω /

R_2 = odpor průběžného kolejnicového pásu 2,5 m / Ω /

1 ekv. = ekvivalentní (poměrná) délka kolejnice pro kolejnicovou propojku / m /

l_2 = délka průběžného kolejnicového pásu / m /, voleno v tomto případě 2,5 m

Z uvedeného vyplývá, že odpor kolejnicové propojky lze vyjádřit odporem průběžného pásu kolejnice, tj. ekvivalentní délkou této kolejnice v m - viz rovnice (6).

Zpětný proud tekoucí kolejnicemi, který je za normálních provozních podmínek vyvozen elektrickou lokomotivou, byl při měření nahrazen zatěžovacím proudem ze svářečského soustrojí, používaného pro navařování kolejnicových propojek. Takto bylo možno nastavit vhodnou a stálou velikost proudu a zajistit tak přesné odečty uvedených úbytků napětí.

Situační náčrtek měřicího místa je uveden v příloze č. 1.

Technická data a popis vodivých kolejnicových spojek

Grafitotuková vodivá spojka

Tato vodivá spojka byla schválena a zavedena nejprve u ČSD, kde s ní byly dosaženy dobré zkušenosti a vyhovující přechodové odpory.

Jedná se zde v podstatě o běžný kolejnicový styk, opatřený na styčných plochách nátěrem vodivou pastou, která chrání vlastní styk před korozí vlivem povětrnostních vlivů a zaručuje při dobré údržbě po jistou dobu vyhovující přechodový odpor. Vodivá pasta je grafitotuková směs tohoto vyzkoušeného a osvědčeného složení:

- tuha prášková (vločková nebo mletá) 58 %
- tuk A 00 38 %
- ozokeritová kompozice (event. ceresin) 4 %

Směs musí být důkladně promísena tak, aby lpěla dostatečně na kovu. Míchání se doporučuje provádět při teplotě alespoň $+20^{\circ}\text{C}$ v neupravené pekařské míchačce na těsto. Homogenita výsledné směsi se kontroluje vizuálně.

Montáž spojek se provádí podle následujícího postupu, předepsaného oborovou normou ON 349440, čl. 18:

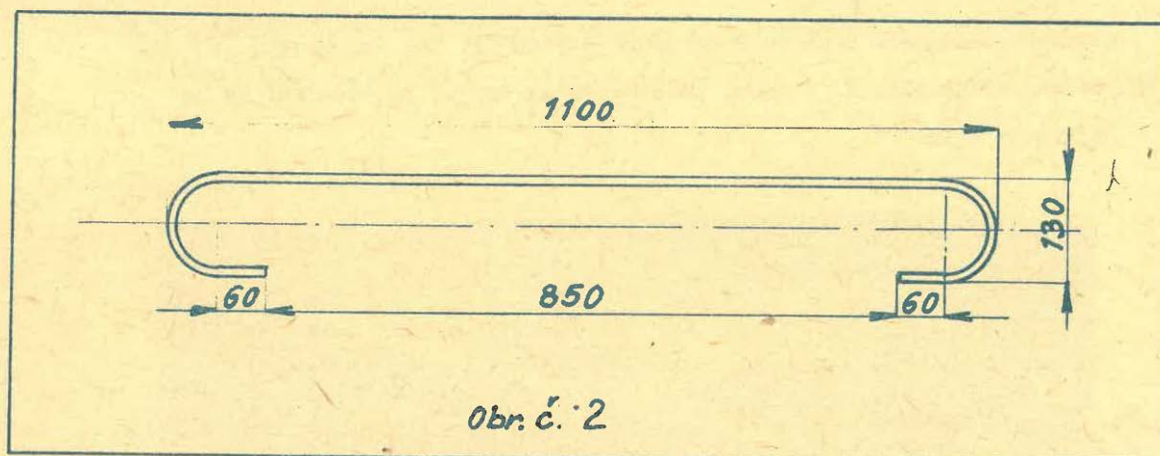
- a) kolejnicový styk se rozebere, styčné plochy kolejnice (po obou stranách) a plochých spojek se zbaví rzi a nečistoty drátěným kartáčem, omyjí se petrolejem a vytřou tkaninou do sucha. V případě, že plochy jsou namrzlé, vysuší se ohřevem (benzinovou lampou),
- b) na obě ploché spojky se nanese vrstva grafitotukové směsi o tloušťce asi 3 mm. Při nižší teplotě než $+5^{\circ}\text{C}$ je nutno směs nahřát, aby neztratila svoji vláčnost,
- c) natřené plochy spojky se přiloží k styčným plochám kolejnice tak, aby se povlak neporušil a upevní se spojkovými šrouby. Dotahování šroubů se provede postupně ve směru k dilatační spáře kolejnice. Po důkladném

dotážení spojkových šroubů vytvoří grafitotuková směs na dosedacích plochách spojky a kolejnice jemný film, kterým se zaplní póry v dosedacích plochách, čímž se zvětší plocha průchodu el. proudu. Směs má konzervační protikoroziční význam, ve větší vrstvě je nevodivá. Při montáži styku se zároveň dotáhnou i všechna ostatní upevňovací,

- d) po projetí 2 až 5 vlaků se musí všechny spojkové šrouby znovu dotáhnout.

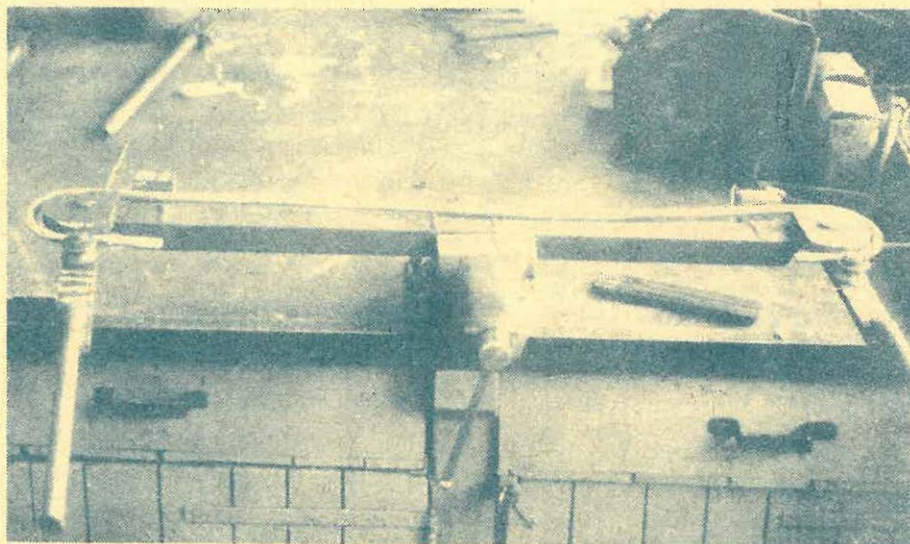
Vodivá kolejnicová spojka z měděného drátu

Tyto spojky jsou na sledovaném dole velmi rozšířeny a jsou zhotoveny na závodě z vyřazeného vyžíhaného trolejového drátu o průřezu 150 mm^2 . Rozměrový náčrtek této vodivé spojky, připravené k montáži, je na obr. č. 2.



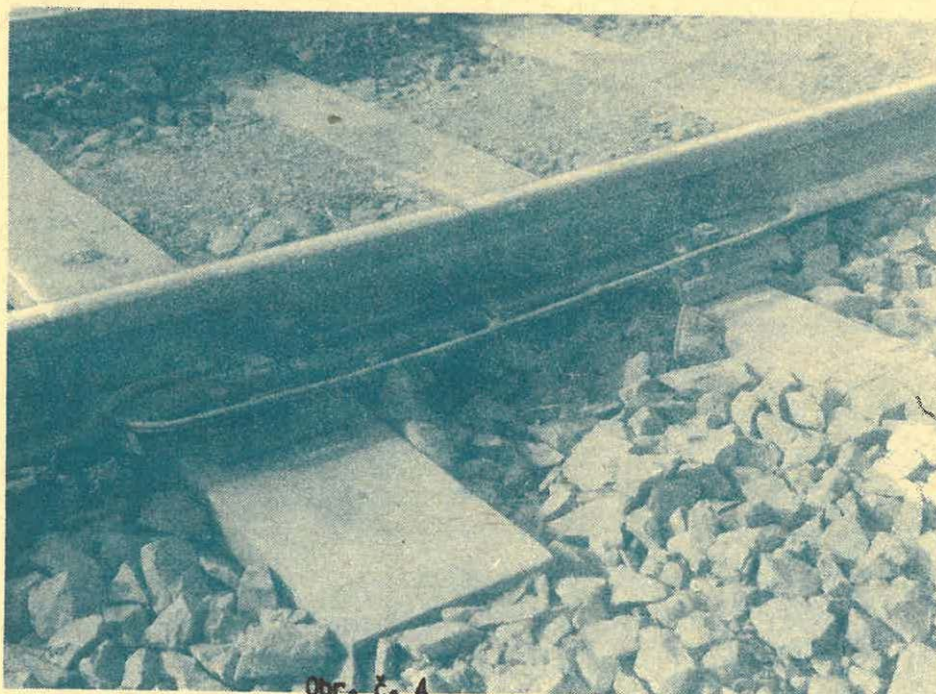
Spojka tohoto tvaru je zhotovena ohnutím trolejového drátu celkové délky 1 500 mm v přípravku, uvedeném na obrázku č. 3.

Při vlastní montáži vodivé spojky se její konce přivařují v délce minimálně 50 mm el. obloukem na patu kolejnice podle technologického



Obr. č. 3

postupu, uvedeného v oborové normě ON 349440 čl. 16. Pro ukázkou je uvedena na obrázku č. 4 jedna taková vodivá spojka po navaření na kolejnicový styk.



Obr. č. 4

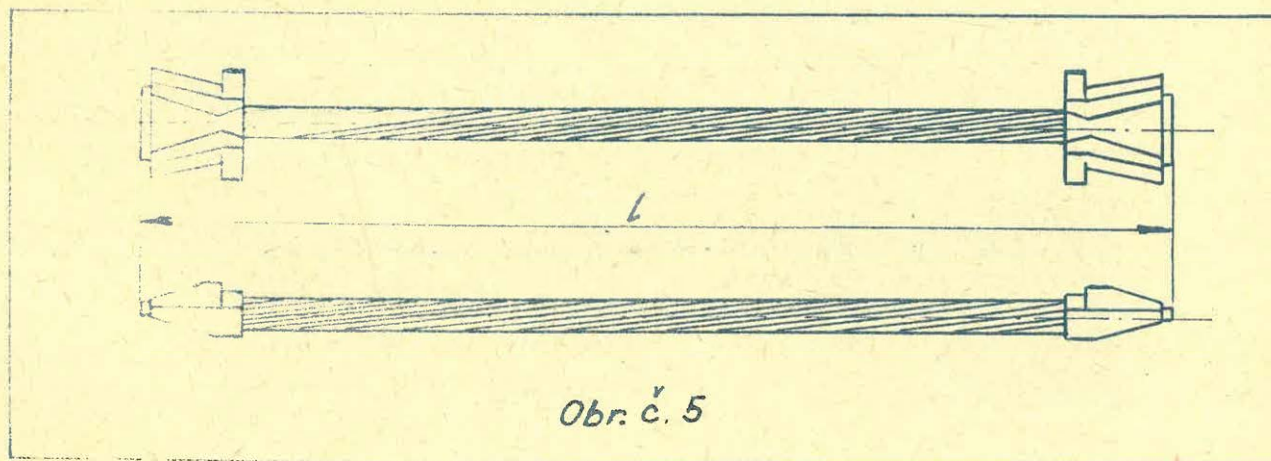
Vodivá kolejnicová spojka z měděného lana

Pro pohyblivé koleje doporučuje oborová norma 3 druhy průmyslově vyráběných podélných kolejnicových lanových spojek:

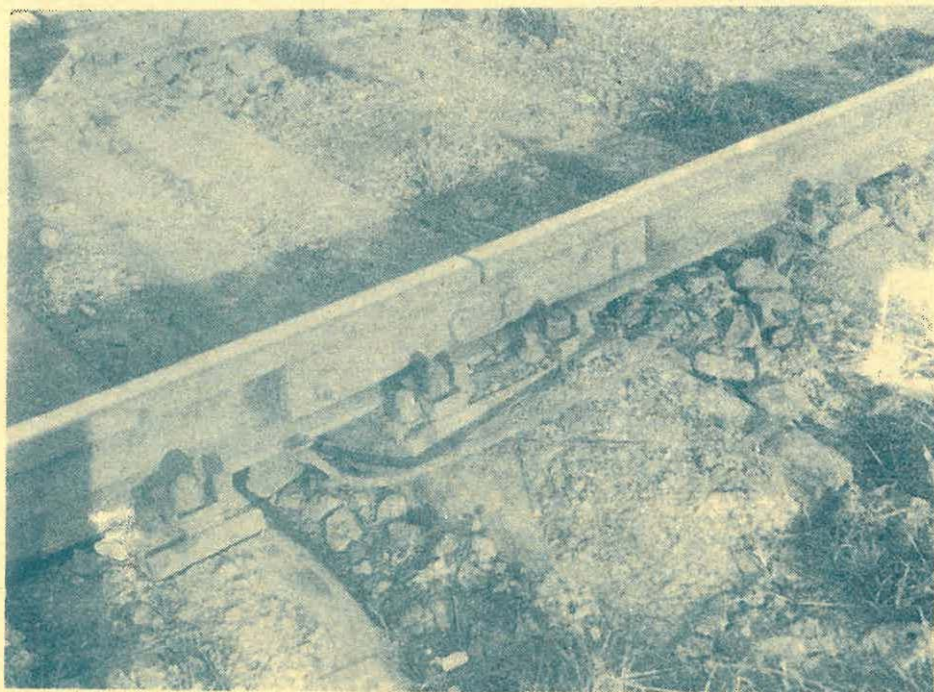
délka l (mm)	průřez s (mm ²)	materiál
650 ^{x)}	75	měděné lano
800	95	
1 000	120	

x) Tyto spojky se dodávají s pootočenou objímkou o 180°.

K provoznímu sledování byly vybrány spojky délky $l_1 = 500$ mm a $l_2 = 1\,000$ mm, které byly k dispozici na závodě. Tyto spojky byly vyrobeny z měděného lana o průřezu 95 mm², na jehož konce byly nalisovány koncovky z ocelového plechu - viz obr. č. 5.



Při montáži se konce spojky navažují el. obloukem v důlním provozu u pohyblivých kolejí zpravidla na patu kolejnice u kolejového styku. Pohled na jednu takovou spojku po montáži je na obr. č. 6.

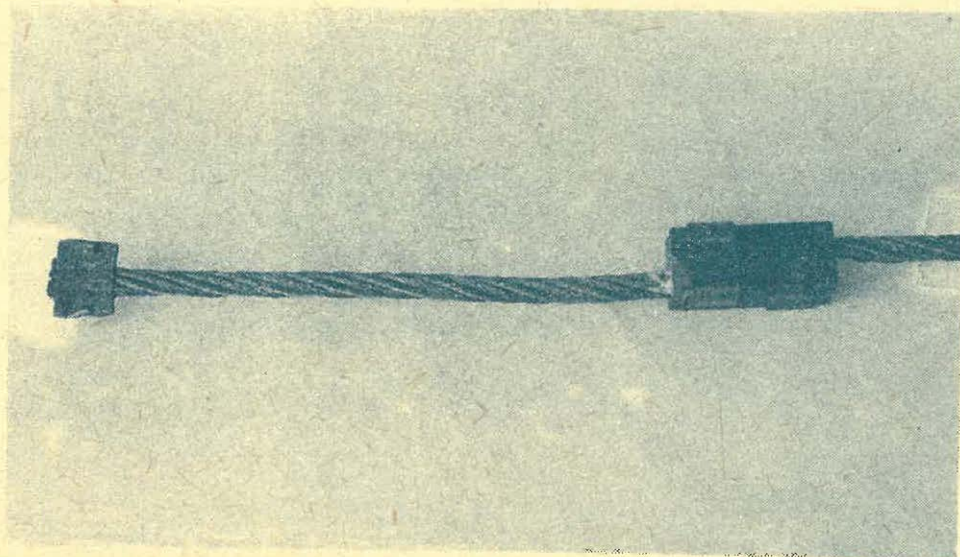


Obr. č. 6

Vodivá kolejnicová spojka z měděného lana rozebíratelná

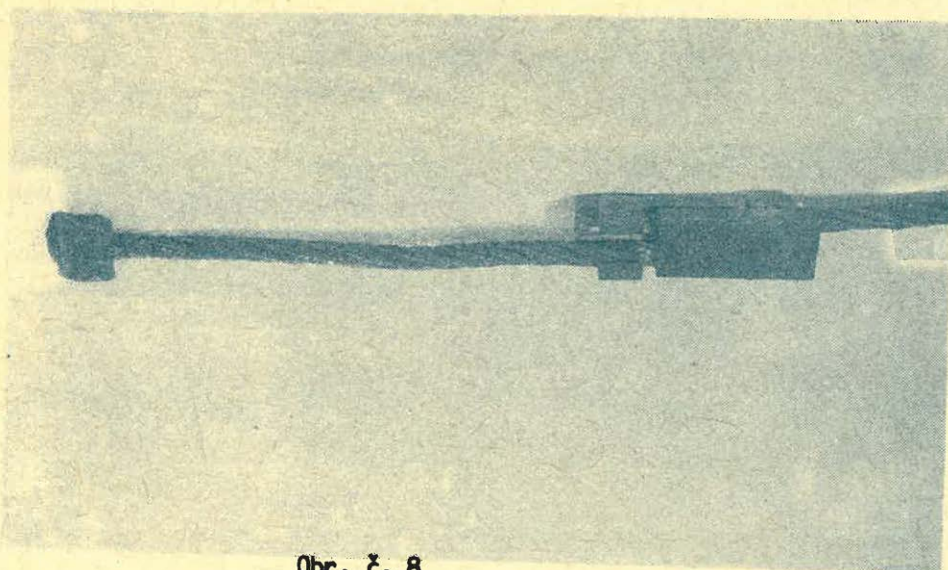
U pohyblivých kolejí na některých povrchových dolech, zvláště v sokolovském revíru, je velmi často žádoucí, aby se vodivé kolejnicové spojky daly při přestavbách snadno a bez zvláštního nářadí demontovat a opět spojit. Za tímto účelem byla ve VÚHU vyvinuta vhodná spojka - viz obr. č. 7.

Na obrázku je vidět střední rozebíratelnou část vodivé spojky, která je provedena ve tvaru dvou ocelových plochých klínů s měděnou vložkou. Spojení a demontáž spojky lze provést vzájemným zasunutím obou

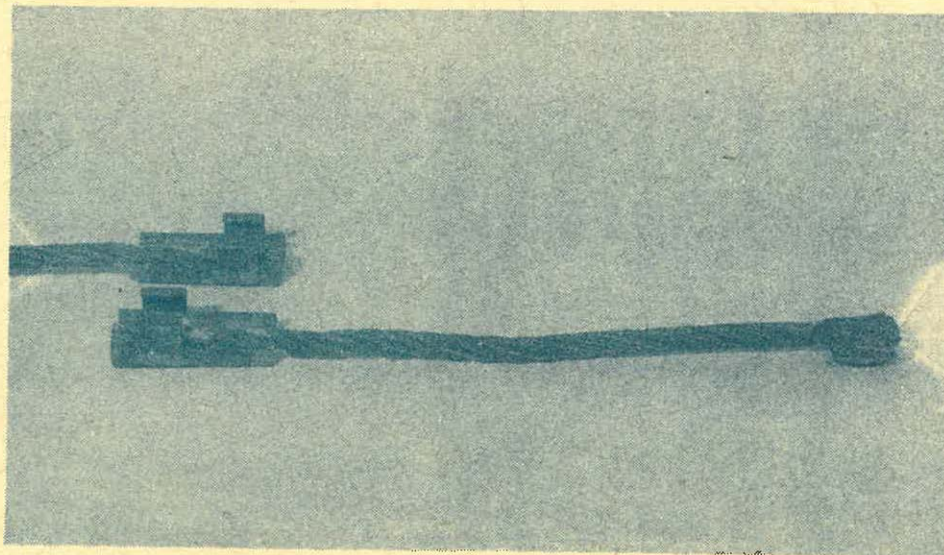


Obr. č. 7

polovin spojky a zajištěním klínů údery běžného kladiva. Postup demon-
táže je uveden na následujících obrázcích č. 8 a 9.



Obr. č. 8



Obr. č. 9

Tato spojka vznikla přidáním rozebiratelné části ke kolejnicové spojce z měděného lana tovární výroby, popsané v předchozím odstavci.

Montáž této spojky se provádí navařováním el. obloukem ve spojeném stavu, a to jako u běžné vodivé kolejnicové spojky z měděného lana.

Na dalších snímcích je vidět tuto rozebiratelnou spojku na sledovaném úseku tratě, a to na obr. č. 10 ve spojeném stavu, na obr. č. 11 v rozebraném stavu.

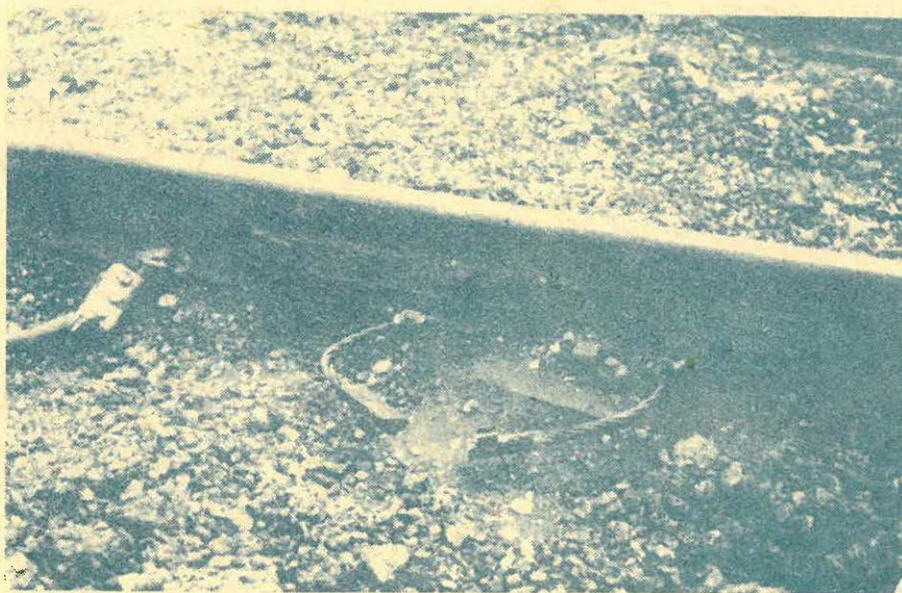
Výsledky provedených měření

Odpor kolejnice

Na sledovaném dole jsou t. č. používány kolejnice tvaru T, a to jednak s ohledem na poměrně značné provozní zatížení a nápravové tlaky 25 Mp, jednak s ohledem na standartizaci a zmenšení potřebného skladového sortimentu u kolejového materiálu.



Obr. č. 10



Obr. č. 11

U nové neojeté kolejnice tvaru T zjistíme ohmický odpor 1 km průběžného pásu výpočtem:

$$R_v = \rho_{Fe} \frac{l}{s} = 0,15 \frac{1 \cdot 1000}{6 \cdot 333} = 2,37 \cdot 10^{-2} \Omega$$

kde:

ρ_{Fe} - měrný odpor oceli (z tabulek) ($\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$)

l - délka průběžného pásu kolejnice (m)

s - průřez nové neojeté kolejnice tvaru T (mm^2)

Měřením pomocí svařovacího agregátu podle metody napětí - proud byl vypočten odpor kolejnice tvaru T se srovnaným ojetím hlavy kolejnice $h = 5 \text{ mm}$ a délky 2,5 m podle Ohmova zákona z následujících naměřených hodnot:

$U = 20 \text{ mV}$ (úbytek napětí na kolejnici)

$I = \frac{27}{60} \cdot 500 = 225 \text{ A}$ (proud tekoucí kolejnicí)

Pro měření proudu byl použit bočník 500 A/60 mV z elektrické lokomotivy a naměřeno 27 dílků na rozsahu 60 mV měřicího přístroje D 5 - METRA.

$$R_{2,5 \text{ m}} = \frac{U}{I} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{225} = 8,9 \cdot 10^{-5} \Omega$$

přepočtem dostaneme hodnotu odporu 1 km pásu kolejnice

$$R_{1 \text{ km}} = 400 \cdot 8,9 \cdot 10^{-5} = 3,56 \cdot 10^{-2} \Omega$$

Rozdíl mezi výpočtem a naměřenou hodnotou lze odůvodnit hlavně ojetím profilu měřené kolejnice, rozdílem v uvažovaném měrném odporu oceli kolejnice a v menší míře pak stupněm přesnosti použité měřicí soupravy.

Odpor vodivých kolejnicových spojek

Předepsané hodnoty

Ustanovení normy k přípustné velikosti přechodového odporu vodivých kolejnicových spojek v důlním provozu je poněkud odlišné u nás v ČSSR oproti předpisům v NDR.

V ČSSR předepisuje Oborová norma ON 349440 čl. 31, že odpor jednoho styku nesmí být větší než odpor kolejnice dlouhé 2,5 m. Tento požadavek byl převzat zřejmě ze související státní normy ČSN 341553 - "Předpisy pro trakční vedení průmyslových elektrických drah".

V NDR stanoví předpis VDE 0150/1.47: "Odpor kolejové tratě smí se zvýšit vlivem vodivých kolejnicových spojek ne více než o 20 % oproti odporu nepřerušené koleje stejné délky." Vodivé kolejnicové spojky se posuzují podle ekvivalentní délky kolejnice o stejném odporu. Podle předpisu VDE 0150, § 6 je kolejnicová spojka dobrá, když její přechodový odpor odpovídá nejvýše odporu 4 m kolejnice. Jako špatná je posuzována hodnota odporu vyšší, než u 10 m kolejnice.

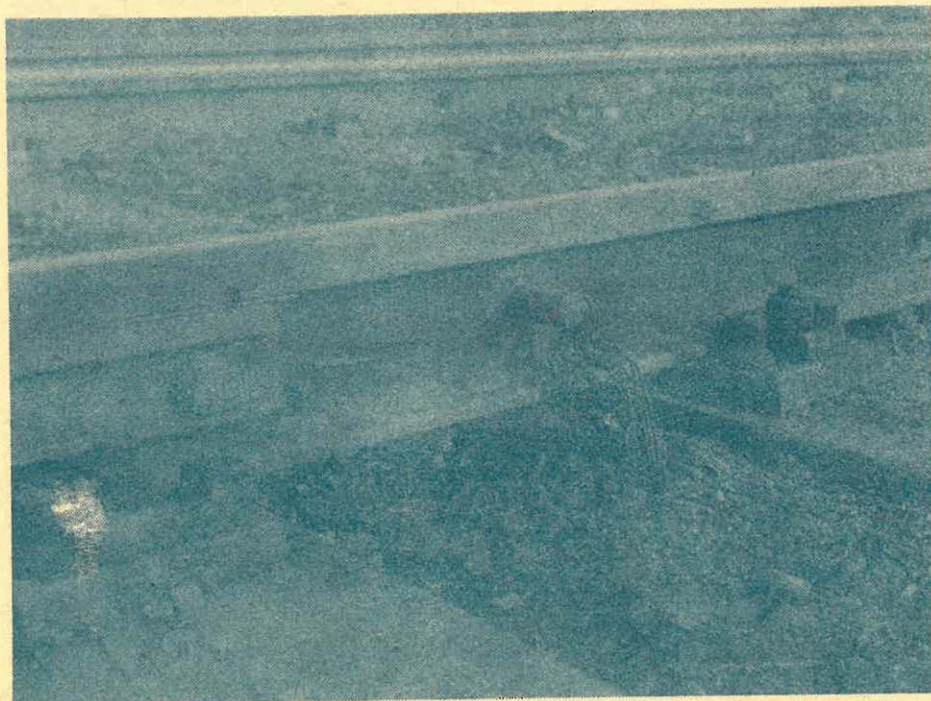
Z uvedeného vyplývá, že naše ustanovení normy k přípustné velikosti přechodového odporu je poněkud přísnější oproti předpisům VDE v NDR, zejména pro pohyblivé koleje povrchových hnědouhelných dolů.

Naměřené hodnoty

Naměřené hodnoty přechodového odporu u všech druhů sledovaných vodivých kolejnicových spojek byly sestaveny do tabulky, uvedené v příloze č. 2. V tabulce jsou ke každému jednotlivému měření uvedeny rovněž povětrnostní podmínky, stav kolejiště a další potřebné údaje.

Pro úplnost jsou zde dále uvedeny některé zkušenosti s vodivými kolejnicovými spojkami v zahraničí. V NDR byly ověřovány v důlním provozu vlastnosti vodivé kolejnicové spojky podle normy VDE 3130. Jsou to spojky z ohebného měděného lana o průřezu 95 mm^2 , délky 1 200 mm, jejichž konce jsou natvrdo pájeny na ocelové kuželové čepy. Tyto čepy

jsou na druhé straně opatřeny závitem a pomocí matice se při montáži upevňují do vyvrtaných otvorů ve stojině kolejnice - viz obr. č. 12.



Obr. č. 12

Dle technické literatury (2) se tyto spojky na dolech neosvědčily a nespĺnily požadavky normy VDE 3130. Bylo doporučeno zavádět místo nich vodivé spojky z měděného lana navařované elektrickým obloukem.

Technicko-ekonomické vyhodnocení

Ceny jednotlivých vodivých spojek k 1. 7. 1968:

Druh vodivé spojky	Délka spojky	Průřez spojky	Nákupní nebo pořizovací cena	Montáž	Cena celkem
	mm	mm ²	Kčs	Kčs	Kčs
z měděného lana továr. výroby	250	75	9,55	8,28	17,83
	500	95	19,10	8,28	27,38
	1 000	120	35,40	8,28	43,68
z měděného trolejového drátu	1 500	150	39,10	8,28	47,38
grafito-tuková	-	-	2,70	4,— při montáži za příznivých podmínek a teplotě nad +15 °C	6,70
z měděného lana roze- biratelná	1 000	120	50,40	8,28	58,68

Životnost jednotlivých spojek

Životnost spojek je různá. Rozhodující je jak pečlivě byla nava-
řena, dále v jakém stavu je kolej a jak je udržována. Nejnepříznivější
podmínky jsou bezpochyby u pohyblivých kolejí v okolí rypadel a zakla-
dačů, kde bývají vodivé spojky velmi často poškozovány při překládání.
S přihlédnutím k těmto skutečnostem nelze proto jednoznačně určit ži-
votnost vodivých kolejnicových spojek. Prakticky lze předpokládat, že

na pohyblivých kolejích je jejich životnost řádově pouze několik měsíců, případně jen několik týdnů, dojde-li k mechanickému poškození přetržením. Naproti tomu u stabilních kolejí, které jsou lépe udržovány, vydržely mnohé vodivé spojky několik let až do výměny kolejnice.

Roční náklady

Na sledovaném závodě Jan Šverma - SHR byly vynaloženy v roce 1967 na vodivé kolejnicové spojky následující náklady:

a) na nákup spojek tovární výroby	Kčs 70 259,20
b) na výrobu spojek z vyřazeného trolejového drátu na závodě - pořizovací náklady	Kčs 8 400,--
c) na montáž spojek - mzdy	Kčs 55 641,60

Celkové roční náklady činily Kčs 134 300,80

Tato částka byla vynaložena jednak na obnovu poškozených a vadných vodivých spojek na stávajícím kolejovém svršku, jednak na spojky pro nově prodlužované pohyblivé koleje.

V roce 1967 činila průměrná délka kolejí na tomto závodě:

a) stabilní koleje	49 km
b) pohyblivé koleje	44 km

Celkem 93 km

Na vodivé spojky připadající na 1 km kolejí byla vydána v roce 1967 průměrně tato částka:

$$\frac{134\,300,80}{93} = 1\,450 \text{ Kčs/km}$$

K tomu je nutno podotknout, že stav všech vodivých spojek nebyl a není doposud ještě vyhovující podle normy a je proto nutno počítat v budoucnosti s dalším zvýšením této částky.

Četnost údržby

Při současné organizaci údržby se kontrola kolejového svršku provádí pochůzkářem, kterému je zpravidla svěřen úsek kolejí okolo 5 - 6 km. Údržba kolejí a trolejového vedení se provádí podle harmonogramu, schváleného vedením závodu. Vodivé kolejnicové spojky se kontrolují vizuálně, poškozené spojky se opravují případně vyměňují při plánované výluce kolejí. Nové spojky se vesměs navařují za použití pojízdného kolejového svařovacího agregátu, jehož se využívá pro celý závod. Práce se zúčastňuje obvykle tříčlenná skupina (řidič drezíny, svařeč a jeho pomocník). Produktivita práce této skupiny je velmi závislá na stavu koleje. Očistění kolejového styku od zeminy trvá zpravidla déle než navaření spojky. Kolej značně zasypaná zeminou či zaplavená bahnem někdy zcela znemožňuje kontrolu a montáž vodivých spojek. Je proto nutné, aby odpovědní vedoucí pracovníci vyžadovali patřičnou údržbu kolejového svršku.

Porovnání jednotlivých druhů vodivých spojek

Pořizovací cena je u spojek s měděnými vodiči z podstatné části závislá na délce a průřezu vodiče, tj. množství resp. váze mědi. Vodivá spojka z měděného drátu, vyráběná svépomocí na dole z vyřazeného trolejového drátu Cu - průřezu 150 mm^2 , délky 1 500 mm je prakticky stejně nákladná jako spojky z měděného lana tovární výroby délky 1 000 mm. Doba potřebná pro přivaření jedné spojky byla naměřena u spojky z měděného lana 2 - 3 minuty, zatímco u spojky z měděného drátu 3 - 4 minuty, protože se měděný drát přivařuje po větší délce ke kolejnici (minimálně 50 mm) a postup svařování se zpomaluje větším únikem tepla plným profilem měděného vodiče. Větší pracnost u měděného drátu je vyvážena stálejším přechodovým odporem a nemůže se zde vyskytnout roztřepení a nalomení měděných vodičů jako u lanové spojky. Podmínkou přijatelné životnosti této spojky je však provádět důsledně vyžíhání měděného drátu, aby spojka byla poddajná a nedocházelo k při-

lišnému mechanickému namáhání svárů. Tam, kde při nedostatečné údržbě kolejí dochází k většímu vzájemnému pohybu kolejového styku, je výhodnější spojka z měděného lana, která je poddajnější.

Rozebíratelná vodivá spojka, vyvinutá ve VÚHU, se dobře osvědčila během zkušebního období. Přechodový odpor této spojky se neliší podstatně od běžné spojky z měděného lana. Poněkud vyšší pořizovací cena je vyvážena výhodou snadného rozpojení spojky při přestavbách kolejového svršku na povrchových dolech, kde se k tomuto účelu neužívá mostových překladačů kolejí.

Grafitotuková vodivá spojka má oproti ostatním zkoušeným spojkám nejnižší pořizovací náklady. Ve sledovaném období v provozních podmínkách se však u této spojky projeví následující nedostatky:

- a) montáž spojky je značně pracná, svědomité očištění kolejového styku před nanesením vodivého grafitotukového nátěru je velmi obtížné a v provozních podmínkách dolu s obvyklým stavem pracovníků je téměř vyloučeno důsledně provádět zabudování, údržbu a obnovu tohoto druhu vodivých spojek na všech pohyblivých kolejích;
- b) poměrně malá trvanlivost - předepsaný přechodový odpor je možné udržet jen po dobu několika týdnů po montáži spojky. Vlivem povětrnostních podmínek a při nedostatečné údržbě kolejového svršku (hlavně uvolněné kolejové styky) přechodový odpor velmi silně kolísá. Byly naměřeny odpory v rozsahu od 1,5 m do 60 m ekvivalentní délky kolejniče. Po uvolnění, navlhnutí a znečištění styku je nutno obnovit grafitotukový nátěr;
- c) při venkovních teplotách pod bodem mrazu nelze dosáhnout předepsané hodnoty přechodového odporu ani bezprostředně po montáži spojky předepsaným způsobem, tj. nahříváním vodivé směsi a kolejového styku;
- d) nelze snadno provádět kontrolu vyhovujícího stavu spojky. Prohlídka pohledem, která se obvykle provádí u ostatních druhů spojek (tj. kontrola celistvosti vodiče a sváru), u grafitotukových spojek nepostačuje a kontrola se neobejde bez měření pomocí elektrických přístrojů.

Pro tyto uvedené nedostatky vodivé spojky s grafitotukovým nátěrem není vhodné její zavedení na pohyblivých kolejích povrchových hnědouhelných dolů.

Vliv překládání pohyblivých kolejí na vodivé kolejnicové spojky

Na zkušebním úseku kolejí nebylo ve vyhrazeném sledovaném období prováděno boční překládání kolejí, avšak několikrát bylo kolejové lože zpevněno podsypáním a podbitím škvárou, přičemž bylo použito mostového překladače kolejí k urovnání vysypané škváry jeho pluhem a k prozvednutí koleje pomocí stolu překladače s kladkami. Lze konstatovat, že při manipulaci s mostovým překladačem se poškodí mnoho vodivých kolejnicových spojek, a to hlavně pohybem navršené vysypané škváry pod tlakem pluhu při jejím zarovnávání. Během zkušebního období 6 měsíců byly tak utrženy a zničeny na úseku 60 m kolejí:

- 2 spojky z měděného lana,
 - 1 spojka z měděného lana rozebíratelná,
 - 2 spojky z měděného drátu,
- celkem tedy 5 vodivých spojek.

Závěr

Byly uvedeny některé zkušenosti s použitím vodivých kolejnicových spojek, uvedených v oborové normě ON 349440. U těchto spojek byly ověřovány elektrické hodnoty jako přechodový odpor kolejového styku, trvanlivost, pořizovací náklady a výdaje na obnovu a údržbu. Uvedené údaje byly sledovány na čtyřech různých vodivých spojkách v provozu během několika měsíců, aby se mohl projevit vliv různých povětrnostních podmínek. Spojky byly zamontovány na provozní úsek pohyblivých kolejí 2. řezu skřívky povrchového velkolomu Jan Šverma v revíru SHR. Důvodem pro volbu zkušebního úseku na pohyblivých kolejích bylo, že právě zde je nejobtížnější udržet zpětné kolejnicové vedení pro elektrickou trak-

ci trvale ve vyhovujícím stavu, a u pohyblivých kolejí, kde se přivařují spojky k patě kolejnice za spojkami, je jejich potřebná délka největší.

Po provedených měřeních lze konstatovat, že nejlepší výsledky byly dosaženy s vodivou kolejnicovou spojkou z měděného drátu, zhotovenou na dole z vyřazeného trolejového vodiče. Tato spojka, navařená elektrickým obloukem na kolejnici, měla ve sledovaném období poměrně stálý přechodový odpor, vykazovala v běžném provozu potřebnou mechanickou odolnost a nevyžadovala žádné údržby. Dobré výsledky byly rovněž dosaženy s vodivou spojkou z měděného lana tovární výroby a s její rozebíratelnou variantou, vyvinutou ve VÚHU. Přechodový odpor u těchto vodivých spojek se zalisovanými ocelovými objímkami je podstatně ovlivněn tím, jak pečlivě je provedeno navaření na kolejnici. Je nutné zejména dobře provařit jednotlivé prameny měděného lana s materiálem kolejnice. Při povrchně a nedbale provedeném sváru je trvanlivost této vodivé spojky malá, již za necelý měsíc provozu může být přechodový odpor nevyhovující.

Neuspokojivé výsledky byly dosaženy s grafitotukovou vodivou spojkou. Přechodový odpor u této spojky silně kolísal v závislosti na povětrnostních podmínkách. Nejvyšší přechodové odpory byly naměřeny jak při teplotách pod bodem mrazu, tak i za suchého teplého počasí. S přihlédnutím k výsledkům naměřeným při provozním sledování se nedoporučuje užívat tento druh spojek na povrchových dolech.

Řada měření provedených na větším počtu 4 různých druhů vodivých kolejnicových spojek svědčí o tom, že odpor jednoho kolejového styku, předepsaný oborovou normou ON 349440, je prakticky velmi obtížné dosáhnout i při pečlivém provedení montáže. Důvodem je zejména vyšší vlastní odpor spojky, úměrný její délce. Na pohyblivých kolejích, kde se provádí překládání mostovými překladači, se užívají vodivé spojky délky 500 - 1 000 mm, které se přivařují na patu kolejnice, aby zůstala hlava volná pro manipulaci při překládání. Na stabilních kolejích

je situace v tomto směru příznivější, protože se spojky mohou přivařovat na hlavu kolejnice, čímž postačují spojky délky jen 225, případně 300 mm.

Vzhledem k této skutečnosti doporučuje se pozměnit oborovou normu ON 349440 v tom smyslu, obdobně jako u německého předpisu VDE, že u pohyblivých kolejí nová vodivá spojka by měla mít přechodový odpor maximálně 6 až 10 m ekvivalentní délky kolejnice, který je možno dodržet při dobrém navaření na kolejnici a při normální údržbě. Tento přechodový odpor pak, zejména u pohyblivých kolejí, často zasypaných i mimo spojky, nemůže podstatně ovlivnit zvyšování bludných proudů.

Při provozním sledování byla zjištěna závažná skutečnost, že mnoho vodivých kolejnicových spojek z měděného lana a měděného drátu se poškozuje mechanicky vytržením nebo přetržením při neopatrném podbíjení kolejového lože pohyblivých kolejí a při manipulaci s mostovými překladači kolejí, kterých je využíváno při těchto pracích k rozhrnování škváry, zvedání a rovnání koleje. Životnost mnoha spojek se tímto způsobem snižuje na dobu i jen několika týdnů.

Zlepšení dosavadního stavu zpětného kolejnicového vedení je na povrchových dolech z hlediska elektrotechnického velmi nutné. Je zapotřebí, aby si toto uvědomili zejména vedoucí úseků, revírníci a kolejářské čety. Špatný stav kolejnicového zpětného vedení má za následek bludné proudy, jimiž jsou každoročně způsobeny značné škody korosí na kovových potrubích a kabelech uložených v zemi, nehledě ke zbytečným ztrátám elektrické energie, zvýšenému úbytku napětí a nadměrnému tepelnému zatížení trakčních motorů elektrických lokomotiv.

Literatura

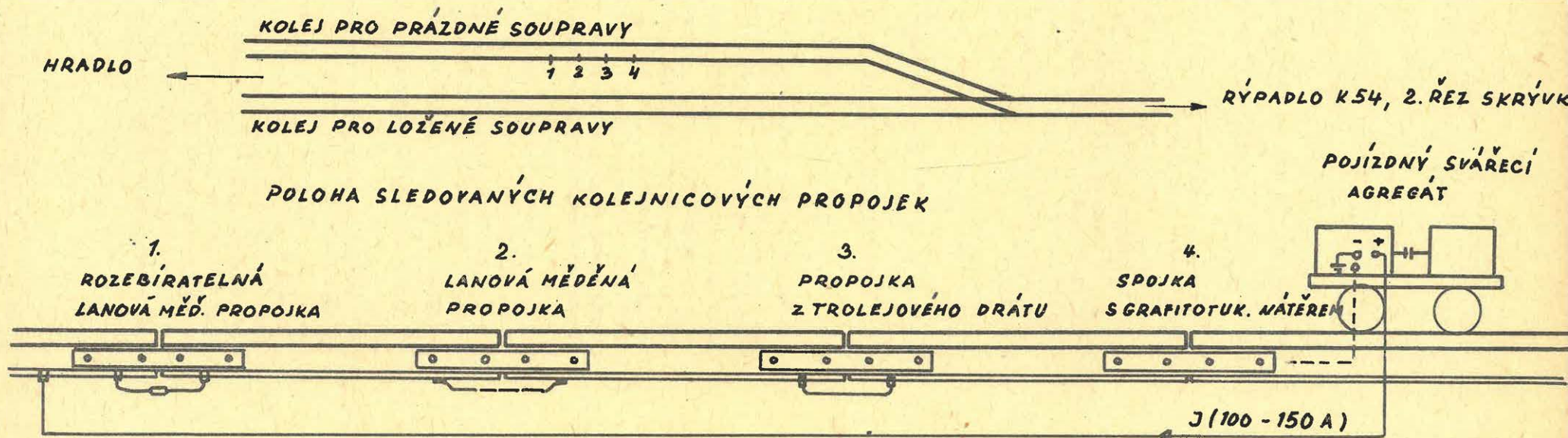
- 1) Ministerstvo hornictví, Báňské projekty Teplice:
Oborová norma ON 349440 - Vodivé kolejnicové spojky
- 2) Dipl. Ing. Chr. Barthmann, Leipzig:
Die Auswirkungen der Gleisbeschaffenheit im Braunkohlentagebau auf die Energiewirtschaft im Fahrbetrieb

SITUAČNÍ NÁČRTEK MĚŘICÍHO MÍSTA

DŮL: JAN ŠVERMA - SHR

MĚŘENÉ OBDOBÍ: 4.1. - 15.5. 1968

KOLEJOVÝ SVRŠEK:
KOLEJNICE TVARU: T
PRAŽCE: PŘÍČNÉ DŘEVĚNÉ
MATERIÁL KOLEJ. LOŽE: ŠKVÁRA



Příloha č. 2

Pořad. číslo měření	Datum měření	Přechodový odpor kolejového styku vyjádřený ekvivalentní délkou kolejnice / m/				Pevětrnostní podmínky	Poznámka
		Vodivá kolejnicová spojka					
		Grafito- tuková	z měděného drátu	z měděného lana	rozebiratelná		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4.1.68	60,-	4,5	8,4	6,--	teplota -5°C, měřeno ihned po montáži	u č. 5 provedena montáž, délky 500 mm
2	18.1.68	1,5	5,0	17,2	65,- 7,-	teplota + 5°C, déšť, kolej. lože silně nasáklé vodou	u č. 6 pro velký přechodový odpor provedena oprava obou svárů a nové měření
3	5.2.68	10,-	6,2	83,4 5,5	7,-	teplota + 2°C, kolej. lože zapla- veno bahnem vlivem skluzů zeminy	u č. 5 pro velký přech. odpor byla spojka od- seknuta a navařena nová, délky 500 mm - nové měření
4	20.2.68	11,2	6,8	5,6	8,2	teplota + 2°C, kolej. lože zasypá- no zeminou od klap- ky rýpadla	
5	14.3.68	1,9	1,4	2,-	2,7	teplota + 3°C, déšť, kolej. lože zasypáno vlhkou zeminou	
6	21.3.68	50,-	1,5	9,4	7,1	teplota +17°C, sluneč- no, sucho, kolej. lože zasypáno zeminou	u č. 5 dosavadní spojka byla přetržena pluhem posunovačla, navařena nová, délky 1000 mm
7	2.4.68	60,-	5,-	2,5	2,9	teplota +17°C, sucho	

8	16.4.68	9,3 1,5	1,25	0,8	20,5	teplota +15°C, sucho	u č.3 provedeno rozebrání styku a obnova grafitotukového nátěru, nové měření, u č. 4 dosavadní spojka přetržena, navařena nová, měření po montáži u č. 6 původní spojka poškozena, měřeno na styku bez spojky
9	15.5.68	5,-	1,25	1,25	1,4	teplota +18°C sucho	u č. 4 - dosavadní spojka byla poškozena překladačem kolejí, navařena nová spojka z měd. trolej. drátu u č. 6 - nová spojka po montáži