

Jaroslav Novotný

## Spolupráce sběrače proudu a trolejového vedení

Klíčová slova : *trolejový drát, kontakt, pantograf, polopantograf, smykadlo pantografu, obložení smykadla*

### Úvod

Vynálezem elektromotoru vznikla snaha využít jej pro pohon dopravních prostředků. Energii pro pohon bylo možno získat buď přímo ze zdroje na dopravním prostředku (akumulátor nebo chemická baterie), nebo ji dodávat z vnějšího zdroje přívodním vedením.

Forem přívodních vedení bylo v počátcích více:

**Kabel** - trakční vozidlo se mohlo pohybovat pouze v dosahu kabelu, jehož délka omezovala ujetou dráhu. S výhodou byl tento způsob využíván u kolotočů a do současné doby se kabel používá pro přívod energie u stavebních jeřábů, nakladačů apod.

**Třetí kolejnice - pro odběr proudu vrchem** (obdoba elektrických vláčků MERKUR) Uvedený způsob možno použít pro velké nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

**Třetí kolejnice - pro odběr proudu pod úrovní vozovky.** Ani tento způsob nedoznal rozšíření pro značnou poruchovost. Závady vznikaly zanesením nečistot do prostoru třetí kolejnice - kamení, sníh apod.

**Třetí kolejnice - pro odběr z boku spodem.** Provedení přívodního vedení omezilo možnost úrazu elektrickým proudem, nedovolovalo však podstatné zvýšení napětí a vyžadovalo oddělit dráhu od ostatního provozu. Tomuto požadavku vyhovují předměstské oddělené rychlodráhy a podzemní dráhy, které nevyžadují přenos velkých výkonů na velké vzdálenosti. Tento způsob je použit u pražského METRA.

**Povrchové kontakty** - pokusně byly použity u pražských tramvají na Karlově mostě. Napětí na kontakt se dostávalo pouze při průjezdu vozidla nad kontaktem, který byl mechanicky tíhou vozidla zapínán.

**Trolejový drát** - natažený nad vozidlem buď bez bočních výchylek pro sběrač - kladku, nebo s výchylkami - klikatostí pro sběrač lyru nebo pantograf, aby nedocházelo k vydírání drážek ve smykadle.

---

**Ing. Jaroslav Novotný**, nar. 1935. Absolvent Fakulty strojní a elektrotechnické VŠD Žilina. V ČD zastával různé funkce včetně přednosty služby v oboru trakčního vedení.

Většina výše uvedených způsobů omezuje použití napětí nad 600 až 1000 V a nehodí se pro provoz na železnici, kromě trolejového drátu, který dovoluje zvyšovat napětí přes dříve

uvedenou mez a tím umožňuje technicky a ekonomicky přenos potřebných výkonů na větší vzdálenosti, což u železnice je rozhodující.

Na dobrou spolupráci sběrače s trolejovým vedením za různých rychlostí vozidla působí mnoho vlivů:

- vozidlo jede po reálné trati, čili má nekontrolovatelné výškové a směrové pohyby způsobené vlivem trati a vypružení vozidla,
- trolejové vedení má různou pružnost,
- není v konstantní vzdálenosti od kolejí (vliv tunelů, nadjezdů, úrovnových přejezdů ), provoz je za všech druhů počasí, větru, mrazu, vysokých veder a za takto měnících se podmínek je vyžadován trvalý kontaktní přítlak smykadla sběrače s trolejovým drátem.

Teoreticky lze kvalitní styk získat těžkým vedením s maximální hmotností (např. kolejnice zavěšená nad vozidlem) a nehmotný sběrač odebírá proud (nehmotný proto, aby dokázal při všech rychlostech měnit svoji výšku dle pohybů vozidla), nebo absolutně lehkým pružným vedením (snad pavučinou) a těžkým sběračem. Oba způsoby jsou však nereálné a skutečnost se pohybuje mezi popsánymi krajnostmi.

Další úvahou je otázka ekonomická, která zařízení je vhodné nákladně vylepšovat, do jaké míry se vyplatí laciný sběrač a drahé vedení nebo drahý sběrač a relativně laciné vedení. Z výše uvedeného je to vždy kompromis. Zkušenosti ukazují, že trolejové vedení by mělo být relativně levnější a sběrače by se měly přizpůsobit trolejovému vedení v závislosti na rychlosti. Je to proto, že délka vybudovaných vedení je velká, ale vozidel pro vysoké rychlosti je relativně málo a pro běžný provoz (okolo 100 km/h) vystačí i „horší“ sběrače, které s tímto levnějším vedením dobře spolupracují.

Popišme si proto jednotlivé prvky spolupráce a jejich vývoj.

## **Trolejové vedení**

### ***Trolejové vedení prosté***

Je to nejjednodušší vedení skládající se pouze z trolejového drátu zavěšeného nad jízdní dráhou vozidla. Zavěšuje se na vodorovné konzoly, příčné dráty nebo na náhodné konstrukce, např. u mostů apod. Podélná vzdálenost závěsných bodů (rozpětí stožárů) je v závislosti na průhybu vodiče a na maximální dovolené rychlosti vozidel. Průhyb vodiče je přibližně určen vzorcem:

$$f = \frac{q \cdot a^2}{8 \cdot H} \quad (\text{obr. 1})$$

kde  $f$  = největší průhyb vodiče uprostřed rozpětí [m],

$q$  = tíha jednoho metru vodiče [N/m],

$H$  = vodorovná síla ve vodiči (tah) [N]

$a$  = rozpětí podpěr [m]

Z uvedeného vzorce je zřejmé, že průhyb vodiče ovlivňuje tíha vodiče, rozpětí a tah ve vodiči. Prosté nekompensované trolejové vedení (vodič je pevně ukotven) se používá v městské dopravě. Jeho nevýhodou je značná změna průhybu v závislosti na teplotě a značný počet podpěr, když rozpětí bývá 15 - 20 m. Rychlosti dosahované na uvedeném vedení jsou do cca 50 km/h.

Pro zvýšení dovolené rychlosti se provádí kompenzace délky vodiče pohyblivým kotvením s cílem dosáhnout neměnnost průhybů. Francouzské železnice provedly úspěšné pokusy s upraveným kompensovaným prostým trolejovým vedením při rychlostech okolo 120 km/h. Úprava spočívala v zavěšení trolejového drátu na pomocné lano délky 10 m při rozpětí stožárů max. 63 m. Při zkouškách se vedení osvědčilo a spolupráce sběrače s trolejovým vedením (začínající polopatografy) byla dobrá a zajistila řádný přenos elektrické energie na lokomotivu.

Spolupráce sběrače s prostým trolejovým vedením má různý charakter a závisí na vzdálenosti sběrače od místa zavěšení trolejového drátu a směru pohybu. Zjednodušeně lze spolupráci popsat takto:

Započneme-li pohyb sběrače od středu rozpětí (pohybujeme se k místu zavěšení) trolejový drát se postupně zvedá a tím nutí sběrač též ke zvedání. Kontaktní přítlak sběrače klesá a čím rychleji vozidlo jede, tím je přítlak nižší a způsobuje opalování trolejového drátu. Popsaný jev probíhá až do místa zavěšení, kde se trolejový drát láme, klesá dolů a nutí sběrač klesat. Sběrač při svém pohybu v místě zavěšení trolejového drátu má z předchozího pohybu kinetickou energii zdvihání, prudce naráží na klesající trolejový drát, který velmi silně odírá a získává energii na klesání. V celé své dráze klesání je zvětšený přítlak mezi smykadlem sběrače a trolejovým drátem a z toho plynoucí větší otěr. V nejnižším bodě trolejového drátu (uprostřed rozpětí) má sběrač stále kinetickou energii klesání, snižuje se přítlak a celý děj se opakuje. Z popsaného děje je též zřejmý nedostatek prostého vedení - značné opotřebení trolejového drátu, které lze snížit pouze vysokou kvalitou sběrače.

Uvedený popis děje platí i pro ostatní druhy trolejových vedení, a to vždy v prostoru mezi dvěma věšáky. Snahou je snížit rozdíly výšky na minimum, řádově se dostat na hodnotu cca 0,01 m a méně.

### ***Řetězovkové trolejové vedení svislé***

Zavěsíme-li řetěz mezi dva závěsné body, vytvoří křivku, kterou nazýváme řetězovka. Stejnou křivku vytvoří jakékoliv tenké, pružné materiály, jako např. lano apod.

Aby bylo možné zvětšit rozpětí podpěr u prostého trolejového vedení, byl v dalším vývoji nahrazen velký počet podpěr nosným lanem pevně zakotveným. Nosné lano vytváří mezi závěsnými body řetězovku a trolejový drát je nesen různě dlouhými věšáky, aby zachovával co nejmenší rozdíly výšek. Průhyb trolejového drátu mezi dvěma věšáky je cca 1 cm. Tím bylo vytvořeno řetězovkové vedení polokompensované. Rozpětí trakčních stožárů se tím neomezeně zvětšilo, prakticky však nepřekračuje na ČD 80 m a při rekonstrukcích koridorových tratí se používá rozpětí cca 60 m.

Pevně zakotvené nosné lano při změnách teplot vykazuje změny průhybu, které se přenáší na trolejový drát. Nejvýhodnější vlastnosti pro nosné lano má ocel, která při změnách teploty má malé změny v délce lana a tudíž i malé změny průhybu. Nevýhodou oceli je koroze, a tak se používají i lana měděná a bronzová s ohledem na jejich stálost - nekorodují a jejich větší změny délek a tudíž i průhybů se v závislosti na teplotě musí řešit jinak. Takovéto vedení se nazývá polokompensované.

Pro snížení vlivu změn teploty, které způsobují v místě závěsu lom trolejového drátu (stejně jako u prostého vedení), byly použity úpravy :

Pod místem závěsu se montoval závěs „Y“, nebo byl v místě závěsu věšák zcela vynechán. Tím se výška trolejového drátu lépe vyrovnala vůči koleji a i chod smykadla se tím značně zlepšil.

Svislé řetězovkové polokompensované vedení s provedenými úpravami vyhovuje u ČD pro rychlosti do 80 km/h, ale běžně se nepoužívá. Bylo použito na trolejové vedení vedlejších staničních kolejí, ale použitím lan z mědi nebo bronzu docházelo na trolejových výhybkách k haváriím při průjezdu sběračů.

Další vývoj svislého řetězovkového vedení byl zaměřen na odstranění průhybů vzniklých změnou teplot. Bylo toho dosaženo kompenzací tahu nosného lana - pohyblivým kotvením se odstranily vlivy dilatace a tah v nosném laně zůstal konstantní. Tím zůstaly i průhyby nosného lana stejné jak v létě, tak v zimě a pro provoz vzniklo svislé řetězovkové vedení celokompensované. Pro toto vedení se používá i závěs „Y“, ale je prodloužený a nazývá se přídatným lanem. ČSD, při zahájení elektrizace hlavních tratí v letech okolo roku 1950, si vybrala právě tento typ vedení, který spolehlivě vyhoví pro rychlosti do 160 km/h i pro sběrače, které se v té době vyráběly a provozovaly.

### ***Řetězovkové vedení šikmé***

U svislého řetězovkového vedení je klikatost trolejového drátu zajišťována bočními držáky, které místně zvětšují hmotu trolejového drátu. Při průjezdu smykadla se zvětšovaly přítláčivé síly a docházelo k zvětšenému opotřebení trolejového drátu. Aby bylo možné boční držáky vyřadit, byla klikatost trolejového drátu zajišťována tak, že klikatost nosného lana byla větší a nosné lano pomocí věšáků odtahovalo trolejový drát od osy koleje. Vzniklo pružné, elastické trolejové vedení, které by mělo vyhovovat pro rychlosti do 160 km/h pro všechny sběrače, ale jeho boční nestabilita - citlivost na odvanutí trolejového drátu z plochy smykadla a velmi náročná regulace zabránila jeho rozšíření (bylo použito na trati Rybník - Lipno n/Vltavou, kde vanou větry převážně podél trati a ne napříč a pak bylo vybudováno ještě na malém okruhu na VÚŽ - ŽZO Velim).

Byly konstruovány další typy vedení, ale jejich složitost a zejména cena byla hlavní překážkou jejich rozšiřování a pozornost byla více zaměřována na sběrače.

### ***Pružnost trolejového vedení***

Dáme-li vedení nějaký impuls, např. poryvem větru, přítlakem sběrače a jeho jízdou, vedení se rozkývá a kmitá v závislosti na rozpětí stožárů (místa zavěšení), hmotnosti vodičů a tahu ve vodičích. Je to vlastnost každého pružného vedení a je nutno s pružností vždy počítat.

V provozu je vždy o vzruch postaráno. Zvednutý sběrač nadzvedává trolejové vedení jak při stání vozidla, tak při jeho jízdě. Zvednutí trolejového vedení je různě velké v závislosti na vzdálenosti od místa jeho zavěšení. Při jízdě navíc sběrač tlačí před sebou vlnu - vytváří rozruch, který se šíří oběma směry po vedení rychlostí v závislosti na hmotnosti a tahu ve vodičích. Pro používaná vedení na ČD je tato rychlost cca 350 - 450 km/h. Z této skutečnosti vyplývá, že pro rychlosti sběrače nižší se vedení chová pružně, pro rychlosti vyšší pak je vedení nepružné, tuhé, které značně namáhá sběrač, který musí svým výškovým pohybem smykadla nahradit i ztracenou pružnost vedení.

Současně je trolejovému vedení vnucováno kmitání závislé na rychlosti vozidla - sběrače a na rozpětí stožárů. Dojde-li ke shodě frekvencí, vnucované a vlastní trolejového vedení, může tento stav (rezonance) vytvořit nebezpečné výkyvy. Pro současná používaná vedení na ČD jsou vnucované kmity v rezonanci s kmitáním vedení při rychlostech **180 - 200 km/h.**

Z uvedeného tedy vyplývá skutečnost, že provozování vysokorychlostních vozidel z hlediska trolejového vedení je vhodné při rychlostech do 160 km/h, pak následuje nevhodný interval rychlostí mezi 160 - 210 km/h a dále lze provozovat v pásmu 210 - 350 km/h, což je pro ČD dostatečný rozsah. Požadavek pro rychlosti přes 210 km/h je v co nejkratším čase překonat kritickou rychlost 160 - 210 km/h, čili mít dostatečný přebytek síly pro zrychlování a tím zkrátit dobu provozu, kdy je nebezpečí velkých rozkmitů vedení řádově 0,5 m (vzniká nebezpečí dotyku trolejového vedení s okolními konstrukcemi nad vedením - mosty ap. a s nosnými konstrukcemi vlastního trolejového vedení jako jsou směrová lana, ramena L3 apod.). Provoz trolejového vedení pro tyto rychlosti se zatím na ČD neuvažuje, ale úvahy o zvýšení rychlostí na cca 180 km/h jsou pro provoz nebezpečné.

## **Sběrače**

Základním požadavkem na sběrač je, aby dokázal sledovat trolejový drát pokud možno při stále stejném přitlaku a při všech rychlostech vozidla. Právě rychlost vozidla je největším a nejtěžším kritériem pro sběrač. Jak bylo uvedeno v části o trolejovém vedení, výška trolejového drátu se po délce trati trvale mění, jednak s ohledem na terénní vlivy (mosty, tunely, úrovněvé přejezdy apod.), což jsou velké změny výšky, jednak podle vlastností trolejového vedení, kde jsou průhyby a kde působí i pružnost vedení. Průhyby závisí na hmotnosti vedení, rozpětí stožárů a na tahu ve vodičích. Sběrač tedy musí nutně neustále měnit svoji výšku a protože je hmotný, musí zde vznikat síly, které sběrač donutí tuto výšku měnit. Při pohybu dolů jsou to síly způsobující zvětšení kontaktního přitlaku, při zvedání sběrače pak kontaktní přitlak klesá. Velikost sil je závislá na hmotnosti sběrače. Proto je sběrač pružně dělen na samostatné celky, není jednotný, aby díly (smykadlo), které se musí často vertikálně pohybovat, měly minimální hmotnost.

## ***Sběrač tyčový s kladkou nebo botkou***

Z hlediska hmotností se jedná o sběrač s relativně nejmenší hmotností, jednoduchá konstrukce tyče navíc svou vlastní pružností vyhovuje požadavkům drobných výchylek kontaktní hlavice, způsobených průhyby vedení. Výhody lze zřetelně vidět při jízdě trolejbusů, kde se tyče přímo vlní a i při rychlostech přes 60 km/h na prostém vedení je

kontakt výborný bez zjevných záblesků. Nevýhodou jsou složité trolejové výhybky a nebezpečí poškození vedení i tyčového sběrače při vypadnutí kladky nebo botky z trolejového drátu. To je příčinou, že je tyčový sběrač použit pouze u trolejbusů a z provozu tramvají téměř vymizel.

### ***Sběrač lyra***

Sběrač lyra (dva pospojované tyčové sběrače vedle sebe s upevněným vodorovným smykadlem na konci tyčí) odstraňuje největší nevýhodu tyčového sběrače - nemůže vypadnout z trolejového drátu, vyžaduje ale klikatost trolejového drátu, aby bylo rovnoměrné opotřebení smykadlové části, a nevyžaduje složité trolejové výhybky, postačí překřížení dvou trolejových drátů stejně jako u všech dalších sběračů. Tato překřížení přesto vyžadují dodržování určitých pravidel, proto i prosté překřížení nazýváme trolejovou výhybkou. Výhody pružnosti z tyčového sběrače jsou téměř zachovány. Při zvyšování rychlosti však dochází k náporu větru na konstrukci lyry, ta je stlačována dolů a dochází ke snižování přítlaku, případně až k přerušení kontaktu. I tento sběrač z praktického provozu vymizel pro nezajištění dobrého, vodivého kontaktu.

### ***Sběrač pantograf***

Dalším vývojem lyry vznikl pantografický sběrač, který systémem ramen drží smykadlo ve výšce, umožňuje různou výšku trolejového drátu a speciálním uchycením zvedací pružiny zachovává téměř stejný přítlak po celou aktivní změnu výšky. Koncové polohy pak již tuto vlastnost nemají, při maximálním dosahu smykadla přítlak klesá až na nulu, při minimální výšce smykadla pak přítlak neúměrně stoupá. Jedná se však o výšky, kde se běžně trolejový drát nevyskytuje a kdy při těchto extrémech je vždy omezena rychlost vozidla. Sběrač svou hmotností špatně vyrovnává změny výšek a proto jeho konstrukce byla upravena tak, aby průhyby na vedení mezi věšáky a mezi místy zavěšení trolejového vedení vyrovnávalo pouze smykadlo, které je pružně uchyceno ve vrcholku sběrače. Tím se odstranilo násilné kmitání celého sběrače, a ten mění svoji polohu jen při zásadních změnách výšky trolejového vedení.

Pružné uchycení smykadla (jinak zvané sekundární vypružení), montované lokomotivkou ŠKODA v letech 1965 - 1975, přineslo do provozu některé špatné vlastnosti. Pružné uchycení smykadla je na jeho obou koncích. Když smykadlo stlačuje trolejový drát, který je jednostranně vychýlen, je i smykadlo stlačeno na jedné straně, povrchová plocha není rovnoběžná s příčnou polohou kolejí a na trolejových výhybkách vznikají nebezpečné rozdíly výšek mezi smykadlem a nabíhajícím trolejovým drátem. Je-li trolejový drát až za pružným uchycením, dochází dokonce k vyřazení z činnosti u pružiny na opačném konci smykadla. Návrh pružin pak vyžaduje nelineární průběh sil, nebo jiná opatření k zajištění správného příčného sklonu smykadla.

Význam kvalitního sekundárního vypružení se projevil po změně vahadlového sekundárního vypružení na „hrníčky“, a to nejen v oblasti ČSD, ale i u bulharských a sovětských železnic, kam byly lokomotivy Škoda dodávány. Sekundární vypružení fungovalo pouze v té době, když byl trolejový drát v těsné blízkosti hrníčku, nad ním nebo dokonce až za ním. Byl-li trolejový drát uprostřed smykadla, hrníčky nic nezaznamenaly a případné změny výšky musel vyrovnávat vždy celý pantograf. Dle dřívějších zkušeností docházelo k maximálnímu opotřebení trolejového drátu v místech se zvětšenou hmotností, pod těžkými svorkami a bočními držáky, které drží určenou klikatost, kde byl i zvětšený

přítlak. Uprostřed rozpětí, kde byly pouze věšáky, bylo opotřebení minimální. V té době však bylo vše naopak. Konstruktivním vlivem málo funkčního sekundárního vypružení (a mnohdy i zadřenými hrníčky) došlo k maximálnímu opotřebení uprostřed rozpětí a vertikální pohyby trolejového drátu i minimální, musel vyrovnávat celý sběrač a u bočních držáků bylo opotřebení nejmenší, zde totiž sekundární vypružení alespoň částečně fungovalo.

U SNCF - francouzských železnic se v té době připravovalo zvyšování rychlostí. Použití diesellového motoru jako prvotního zdroje nevyhovělo - velikost motorů pro požadované výkony by zabrala většinu místa a nezbylo by místo na cestující. Jedině použití závislé elektrické trakce mohlo zvýšení rychlostí umožnit. Dle zkušeností z japonských železnic, kde trolejový drát byl těsně nad vozidlem a sběrač a jeho sektorové vypružení vyrovnával pouze nerovnosti mezi místy zavěšením trolejového vedení a věšáky, byl konstruován i sběrač s dvojnásobným sekundárním vypružením. Smykadlo na vrcholku pomocného malého polopantografu vyrovnávalo průhyby mezi věšáky, malý pomocný polopantograf pak průhyby mezi místy zavěšení trolejového vedení a normální pantograf vyrovnával velké konstrukční změny výšky. Složitost zařízení však nevedla k požadovanému efektu a zůstalo jen stále jedno sekundární vypružení.

Samostatný oddělený rozvoj závislé elektrické trakce v minulosti přinesl další problémy pro sběrače. Jednak to byly rozdílné elektrizační soustavy, které si jednotlivé železniční správy zavedly, ale hlavně to byly rozdílné požadavky na styk sběrač - trolejový drát. Byly zde použity různé klikatosti a různé přítlaky. Při přejezdu elektrické jednotky do jiného systému byl pro každý systém a někdy i mezi různými společnostmi vyžadován sběrač pro příslušný systém nebo společnost. Problém byl v tom, že jsou pouze dvě místa pro umístění sběračů na lokomotivě, a to nad osami dvojkolí u dvojnápravových vozidel a nad otočnými čepy podvozků u podvozkových vozidel. Lokomotiva, jedoucí přes více než dvě soustavy, neměla kam umístit další sběrač. Proto byl pantograf rozdělen na polopantografy a problém byl vyřešen.

### ***Sběrač polopantograf***

Konstrukce polopantografu vykazala některé výhody, které pomohly jeho rozšíření, ale jsou i určité nevýhody. Výhodou, a to rozhodnou, je snížení hmotnosti cca o 1/3, horní část konstrukce má s ohledem na sekundární vypružení téměř vlastnosti tyčového sběrače nebo lyry a podstatné je i zmenšení prostoru, který sběrač zabírá na střeše.

Nevýhodou jsou některé mechanické vlastnosti při dotyku smykadla s trolejovým drátem. Při jízdě není přítlak smykadla vždy stejný. Je-li konstrukce polopantografu vpředu (jízda ve směru šípu), tření mezi trolejovým drátem a smykadlem způsobuje snižování přítlačné síly. Dojde-li k havarii sběrače, dolní nosné rameno se vztyčí proti vedení a v mnoha případech jej trhá dolů. Při jízdě opačným směrem je smykadlo třením vzpíráno proti trolejovému drátu, zvyšuje se přítlak a při havarii horní rameno může ohrozit trolejové vedení. Proto je žádoucí, aby polopantograf (ale i pantograf) měl na sobě čidlo, které v případě havarie nuceně stáhne zbytky sběrače do polohy mimo prostor vedení.

### ***Stykové materiály***

Každá hmota, která se tře o jinou nebo stejnou hmotu, ubývá. Tření je hrubé nebo hladké v závislosti na tom, jak se hmoty vůči sobě chovají nebo zda jsou na stykové ploše

mazané. U prvních sběračů - tyčových byla pro snížení opotřebení materiálů použita kladka z mědi, která se odvalovala po trolejovém drátě. Požadovaný kvalitní kontakt však tím nebyl zajištěn. Mezi kladkou a trolejovým drátem vznikaly drobné elektrické oblouky, tím se trolejový drát opaloval, styková plocha s opáleninami nebyla rovná a stav povrchů se neustále zhoršoval.

Byly proto zkoušeny kluzné styky, botka, a pro vlastní styk byly vzaty uhlíky podle vzoru komutátoru elektromotoru. Ty se v provozu osvědčily. Pro lyru, pantograf a polopantograf byly používány různé stykové hmoty, které se upínaly na smykadlo. Ve snaze o nejlepší vodivost a pro provoz při námrazách se zkoušely s ohledem na značné proudy lišty ocelové, měděné a hliníkové. Dle možností se styková plocha přimazávala, ale bez velkých úspěchů. Trolejový drát nebyl hladký, opotřebení bylo značné, i povrch lišt byl špatný.

U ČSD na stejnosměrné soustavě 3 kV po roce 1955 to byly nejdříve lišty měděné, kde vždy mezi dvěma lištami byl dvojnásobně široký prostor pro grafitový tuk, kterým se stykové plochy mazaly. Později cca v letech 1965 - 1975 se přešlo na kumaronovou pryskyřici, ale pro úsporu materiálu byl prostor pro umístění mazadla zúžen a stykové plochy nedostatečným mazáním byly hrubé a trolejový drát bylo nutné na hlavních kolejích cca po 10 - 12 letech měnit. Po vzniku nové trakční soustavy na ČSD 25 kV 50 Hz byly používány obdobné materiály i na této soustavě.

Dle zahraničních zkušeností došlo cca v roce 1972 - 1975 k přechodu na uhlíkové obložení. To prokázalo svoji životnost, styková plocha se vyhladila a po roce 1975 byly zkoušeny uhlíkové lišty i na stejnosměrné soustavě. Po počátečních problémech bylo v n.p. Elektrokarbon Topolčany vyráběno v celku již přijatelné uhlíkové obložení smykadel i pro stejnosměrné lokomotivy. Největším problémem uhlíku u soustavy 3 kV byl odběr proudu za klidu vozidla, např. pro elektrické topení vlaku, kde pro těžké deseti a více vozové rychlíky uhlíky nedokázaly i při zvednutých obou sběračích na lokomotivě přenést potřebný proud a docházelo k přepalování trolejových drátů.

Protože přínos uhlíků na smykadlech byl pro trolejový drát vynikající, byly vyvinuty spékané uhlíky s mědí (metalokeramika), které nepoškozovaly hladký povrch na trolejovém drátě (povrch byl vlastně vyleštěn) a bylo dosaženo, že i v klidu lokomotivy byl přenos potřebného proudu zajištěn. Tyto lišty se montovaly na smykadla lokomotiv osobní přepravy a pro nákladní dopravu byly používány čisté uhlíky. V současné době pokračuje vývoj uhlíků tak, aby bylo obložení jednotné pro osobní i nákladní dopravu.

## **Závěr**

Z celého popisu je zřejmé, že spolupráce sběrače s trolejovým vedením není vždy nejlepší a vyžaduje trvalou kontrolu vlastního sběrače, aby byla zajištěna jeho dobrá pohyblivost. V jeho konstrukci se budou muset vyskytovat tlumicí členy, protože nebude možné dovolovat maximální rozkmity a je to jediné zařízení, jehož kontrola nevyžaduje výluky na trati, provádí se v depech.

Bude nutné odlišit sběrače pro vysokorychlostní vozidla od sběračů běžných.

Na trolejovém vedení bude nutná kvalitnější regulace tak, aby i vysokorychlostní vozidla měla řádnou dodávku energie, a tím se ilepší spolupráce s běžnými sběrači, kterých bude na trati vždy většina.

Uvedené zkušenosti byly získány během provozu, kde řešení vzniklých problémů vždy posunulo spolupráci k lepším parametrům, a současný stav je na dobré úrovni. Trolejový



drát je provozem uhlíkového obložení vyleštěn, jeho opotřebení pokleslo na minimum a lze očekávat, že na hlavních kolejích vydrží více než 50 let. Je pravda, že uhlíkové obložení přineslo do dep více práce (jeho životnost je nižší než u měděného obložení), ale tyto práce jsou prováděny mimo provoz na trati, který tudíž není narušován. To vše přispívá k dodržování pravidelnosti dopravy.

Praha, leden 1998

Lektoroval: Ing. Karel Hlava, CSc.  
ČD-TÚDC, S 24, odd. EMC