

SPOLUPRÁCE SBĚRAČE S TRAKČNÍM VEDENÍM

Josef KONVIČNÝ

Ing. Josef KONVIČNÝ, České dráhy, a. s., Technická ústředna dopravní cesty, sekce elektrotechniky a energetiky, oddělení diagnostiky a provozních měření, nám. Mickiewiczze 67, Bohumín

Abstrakt

Výsledky, zprávy a vyhodnocení z měření geometrických parametrů trakčního vedení a dynamických účinků mezi sběračem a trakčním vedením provedeny ČD, a. s., Technickou ústřednou dopravní cesty, oddělením diagnostiky a provozních měření jsou tématem první části přednášky. V druhé části jsou navržena technická a legislativní doporučení k zabezpečení lepší spolupráce na úrovni sběrač – trakční vedení.

Klíčová slova: trakční vedení, sběrač, parametry trakčního vedení, dynamické parametry trakčního vedení, přítlačná síla.

Úvod

V létech 1996 – 2002 s postupnou výstavbou koridorů byly provedena řada měření a zkoušek na nových trakčních vedeních obou proudových sestav a to na stejnosměrné trakční proudové sestavě typově označené „J“ a na střídavé trakční proudové sestavě typově označené „S“. Zkoušky byly zaměřeny na přesnost montáže geometrických parametrů TV, klikatosti, výšky a sklonu označované jako parametry GPT (geometrické polohy troleje), tak na dynamické parametry TV, velikost přítlačné síly, pružnost TV a kvalitu spolupráce sběrače s TV označované DUST (dynamické účinky sběrač – trolej). Současně s těmito zkouškami se vyvíjely nové měřicí metody pro měření TV jak na měřicím voze, tak na elektrických lokomotivách a pantografických jednotkách pro rychlosti do 160 km.h^{-1} . Výsledkem jsou dva systémy měření parametrů trakčního vedení a to měření GPT (geometrické polohy troleje) a DUST (dynamické účinky sběrač – trolej), které jsou realizovatelné, vzhledem k maximální rychlosti měřicího vozu, do rychlosti 160 km.h^{-1} na měřicím voze.

Z výsledků měření, provedených zkušebních jízd, měřeních na TV vyplývají závěry, které bude nutné legislativně zakotvit v příslušných předpisech, katalozích a normách. Jde o doplnění sledovaných parametrů TV a úpravy diagnostických způsobů měřených parametrů trakčního vedení.

Parametry trakčního vedení.

Na elektrizovaných tratích ČD se měří:

Geometrické parametry TV – GPT :

- výška trolejového drátu (dále jen TD) – statická a dynamická
- horizontální poloha sjízdňového TD – statická a dynamická
- změna výšek TD mezi podpěrami

Dynamické účinky sběrač – trolej – DUST :

- celková střední přítlačná síla F_s v N v měřeném staničním nebo mezi staničním úseku.
- maximální přítlačná síla F_{\max} v N a počet v úseku
- minimální přítlačná síla F_{\min} v N a počet v úseku
- standardní odchylka σ v N
- největší dynamická kontaktní přítlačná síla $(F_s + 3\sigma)$ v %
- nejmenší dynamická kontaktní přítlačná síla $(F_s - 3\sigma)$ v %
- maximální zrychlení v osách x, y, a z – zrychlení g [$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$]

Parametry DUST je nutné nově zavést výhradně pro kontrolu a diagnostiku u TV pro rychlosti nad 120 km.h^{-1} do předpisu ČD E 10, ČSN 341530 a technicko kvalitativního podmínek staveb ČD, kap. 31. Velikosti a meze hodnot stanoví ČD v souladu s evropskou normou EN 50317, EN 50318 a EN 50119.

Geometrické parametry TV.

Geometrické parametry trakčního vedení, dále jen GPT jsou dány ČSN 34 1530, EN 50119. Metody měření i diagnostika je u ČD dokonale propracována a provádí se rutinní měření a vyhodnocování až do nejnižšího článku – opraven trakčního vedení, proto se nebudeme dále touto problematikou zabývat.

Dynamické parametry TV a doporučené hodnoty.

1 Celková střední přítláčná síla

je střední hodnota vypočtená měřením při maximální traťové rychlosti v daném měřeném úseku v našem případě bude hodnocena v jednotlivých staničních nebo mezi staničních úsecích vždy od prvního do posledního stožáru v daném úseku. Její velikost závisí na statickém přítlaku sběrače, aerodynamické přítláčné síle sběrače, třecích sil v kloubech sběrače a obložení a dynamických sil v systému sběrač – TV. Velikost v N. Doporučené meze vyplývající ze zkoušek a měření při $v = 160 \text{ km.h}^{-1}$ jsou:

SESTAVA	STATICKÝ PŘÍTLAK	STŘEDNÍ PŘÍTLAČNÁ SÍLA
S	70 N	100 N
J	90 N	120 N

2 Maximální přítláčná síla

udává nejvyšší mezní hodnotu naměřené přítláčné síly s ohledem na zdvih TD, pružnosti TV a jeho opotřebení. Je důležitým ukazatelem nehomogenních míst na TV. Hodnota max. přítláčné síly by neměla jednorázově překročit 200N u sestavy TV „S“ a 250N u sestavy TV „J“.

3 Minimální přítláčná síla

udává nejnižší mezní hodnotu naměřené přítláčné síly. Je významným kritériem kvality proudového odběru pro zamezení oblouku, přerušení kontaktu sběrače s TD a zvýšení elektrického opotřebení TD. Hodnota minimální přítláčné síly by měla být kladná.

4. Standardní odchylka

se někdy nazývá rozptyl sil se zavádí jako přímý rozměr resp. míra dotkových poměrů. Z požadavku, že přítláčná síla má zůstat pokud možno co nejvíce konstantní vyplývá, že kvalita dotyku je tím lepší, čím menší je standardní odchylka. Pomocí standardní odchylky a střední hodnoty se dají vymezit dynamické oblasti, přičemž pro četnost hodnot platí rozdělení, že 99,8% hodnot leží mezi $F_s + 3\sigma$ a $F_s - 3\sigma$. Tyto součtové hodnoty, složené ze střední hodnoty a standardní odchylky tak určují celkové zatížení složek systému TV a jejich otěr, přičemž minimum tohoto součtu musí být omezeno vzrůstem dotkového odporu a vznikem oblouku. Doporučená mez pro obě dvě sestavy by neměla překročit 25 N.

5. Největší dynamická kontaktní přítláčná síla

udává s danou pravděpodobností nejvyšší mezní hodnoty naměřených přítláčných sil s ohledem na zdvih TD, pružnosti TV a jeho opotřebení. Je důležitým ukazatelem nehomogenních míst na TV. Je to součet střední dynamické přítláčné síly a trojnásobku standardní odchylky (rozptylu sil). Doporučené meze vyplývající ze zkoušek a měření při $v = 160 \text{ km.h}^{-1}$ jsou:

Sestava	max. přitlačná síla
J	250 N
S	200 N

6. Nejmenší dynamická kontaktní přitlačná síla

udává s danou pravděpodobností nejnižší mezní hodnoty naměřených přitlačných sil. Je významným kritériem kvality proudového odběru pro zamezení oblouku, přerušení kontaktu sběrače s TD a zvýšení elektrického opotřebení TD. Je dána rozdílem střední dynamické přitlačné síly s trojnásobku standardní odchylky (rozptylu sil). Doporučené meze vyplývající ze zkoušek a měření při $v = 160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ jsou:

Sestava	min. přitlačná síla
J	u ČD vždy kladná
S	u ČD vždy kladná

7. Maximální zrychlení na ližině měřicího sběrače

udává při překážkách na TV vliv různých prvků na plynulý odběr proudu, změnou zrychlení ve třech osách x, y, z se měří změna zrychlení a jeho velikost udává případné rázy na sběrač. Doporučené meze vyplývající ze zkoušek a měření při $v = 160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ jsou řádově do $1 - 1,5 \text{ g}$ [$g = 9,81 \cdot \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$].

Kritéria pro posuzování trolejového vedení pro vysoké rychlosti

Parametry trolejového vedení, mají značný vliv na chování soustavy sběrač – trolejové vedení. Jedná se například o tyto parametry :

- pružnost trolejového vedení
- vlastní frekvence trolejového vedení
- redukovaná hmota trolejového vedení
- min. a max. amplituda trolejového vedení (provozní zdvih trolejového vedení)

Zaměříme se na jedno z kritérií, kterým je průběh pružnosti trolejového vedení a jeho vliv na soustavu sběrač - trolejové vedení.

Pro řetězovkové vedení je pružnost ve středu rozpětí daná vztahem:

$$e = \frac{a}{k(F_F + F_T)} \quad [\text{mm/N}] \quad (1)$$

kde:

a	rozpětí [m]
F_F	tah drátu trolejového vedení v kN
F_T	tah nosného lana v kN
k	3,5 až 4,0

Takto definovaná pružnost nám vlastně říká, o jakou vertikální vzdálenost se zvedne trolejové vedení, působí-li se na něj vertikální silou určité velikosti. Skutečný průběh zdvihu trolejového drátu při vertikální síle 100 N je na Obr. 1, ze kterého je patrné, že nejmenší zdvih je v okolí bočního držáku, největší v polovině rozpětí. Polohy stožárů v grafu jsou tyto: první stožár je v počátku grafu, druhý v poloze 60m a třetí v koncovém bodě grafu.

Kritériem pro posouzení průběhu pružnosti v rozpětí mezi dvěma sousedními stožáry je tzv. stupeň nerovnoměrnosti.

$$U = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} * 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Udává se v % a je to vlastně podíl rozdílu a součtu maximální a minimální hodnoty pružnosti v rozpětí mezi dvěma sousedními stožáry.

Podívejme se na Obr. 1. Je zřejmé, že sběrač musí vykonávat vertikální pohyb, přičemž pro dokonalý kontakt, bez přerušování odběru trakčního proudu, musí být schopen sledovat rozdíly ve zdvihu trolejového drátu. Na Obr. 2 je schématicky zobrazen sběrač.

Působením svislé síly F_1 od trolejového drátu dochází ke změnám výškové polohy H_1 a H_2 sběrače, přičemž vzdálenost H_1 se změní pohybem v kloubech A a B a poloha lišty změnou sekundárního vypružení C - na obrázku je to vzdálenost H_2 . Vzhledem k rozložení hmot je vlastní frekvence soustavy *lišta - sekundární vypružení* větší, než soustavy ramen. V praxi to znamená, že při rychlých změnách síly F_1 se bude měnit poloha H_2 lišty ve svislém směru, kdežto hodnota H_1 zůstane konstantní, resp. zaujme polohu odpovídající průběhu střední hodnoty síly F_1 .

Pro dokonalý kontakt lišty s trolejovým drátem musí být soustava lišta - sekundární vypružení sběrače schopna sledovat průběh síly F_1 . Když se podíváme na průběh zdvihu trolejového vedení na Obr. 1, vidíme, že změna výšky je až kolem 60 mm, při přítlaku 100 N. Pro zrychlující sílu sběrače platí vztah:

$$F = \frac{2 * h * m * v^2}{s} \quad [\text{N}] \quad (3)$$

kde:

h	výšková změna trolejového vodiče
m	redukovaná hmotnost sběrače
v	rychlost jízdy hnacího vozidla
s	ujetá dráha hnacího vozidla

Tato rovnice samozřejmě platí za předpokladu, že sběrač není ovlivněn reakcí trolejového drátu, ale tato charakteristika je mezní křivkou pro libovolný pohyb sběrače ve styku s trolejovým vodičem i v případě pružného trolejového vedení.

Ze vztahu vyplývá, že zrychlující síla se snižuje s výškovou změnou trolejového vodiče a to souvisí mimo jiné i s pružností trolejového drátu.

Kritéria hodnocení dynamiky trolejového vedení

Z předchozího rozboru dynamických vlastností trolejového vedení a soustavy trolejové vedení - sběrač, vyplývá potřeba kontroly průběhu dynamických účinků mezi sběračem a trolejovým drátem, tj. potřeba měření působících sil a zrychlení, přičemž měřicí zařízení musí být schopno měřit:

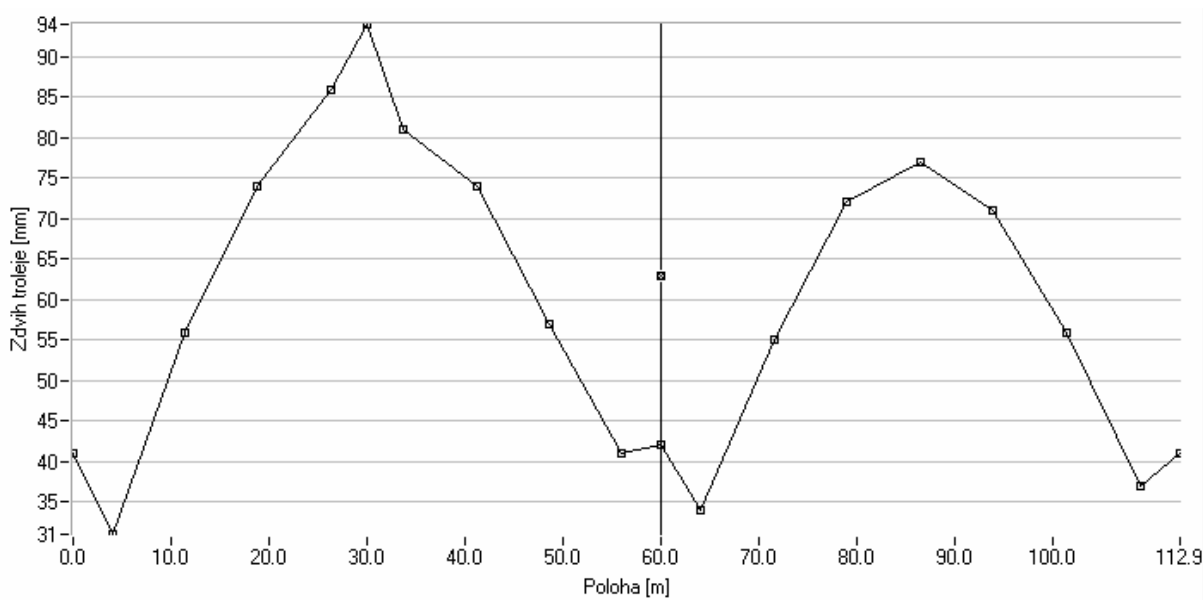
- síly ve čtyřech bodech uchycení lišty sběrače
- setrvačné síly působící v důsledku vlivu hmoty mezi senzory a kontaktním bodem
- zrychlení ve třech rovinách

Měřicí zařízení musí mít kompenzaci aerodynamických sil a imunitu vůči elektromagnetické interferenci. Z požadavku, že přítlačná síla má zůstat pokud možno co nejvíce konstantní vyplývá, že hodnota dotyku je tím lepší, čím menší je standardní odchylka. Pro četnost hodnot platí následující rozdělení:

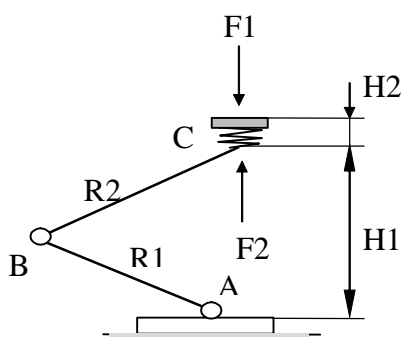
67 % všech hodnot musí ležet mezi	$\bar{x} - s$	a	$\bar{x} + s$
95 % všech hodnot musí ležet mezi	$\bar{x} - 2s$	a	$\bar{x} + 2s$
99,8 % všech hodnot musí ležet mezi	$\bar{x} - 3s$	a	$\bar{x} + 3s$

kde:

s standardní odchylka
 \bar{x} střední hodnota



Obr. 1 Trakční vedení bez přídavného lana - průběh zdvihu trolejového drátu
V prvním úseku, tj. po vzdálenost 60m je nerovnoměrnost pružnosti 55%
Ve druhém úseku, tj. od 60m do 112,9m je nerovnoměrnost pružnosti 39%



Obr. 2 Rozložení sil na sběrači

Výsledky měření dynamických parametrů trakčního vedení měřicím vozem ČD.

Z hlediska posuzování naměřených parametrů trakčního vedení na koridorech, a to jak geometrické polohy troleje, tak i dynamických účinků na měřicí smýkadlo, je nutno zdůraznit, že dílo dodavatele se bez těchto rychlostních jízd nedá ukončit. Dosavadní realizované zkušební jízdy byly opakovány v důsledku nutných oprav pro nedodržené tolerance projektovaných parametrů trakčního vedení. Tolerance parametrů trakčního vedení včetně dalších jsou stanoveny v technicko kvalitativních podmínkách. Jedním z rozhodujících faktorů kvality celého díla je dodržení projektované geometrie koleje, mající zásadní vliv na parametry trakčního vedení. Uvědomíme-li si že mnohdy dochází v technologii stavby k opakované regulaci trakčního vedení související s novou polohou koleje na provozované trati, vyplyne nám nutnost a důležitost měření a to nejen trakčních parametrů. Při samotné rekonstrukci, či nové stavbě trakčního vedení je kromě jiných faktorů důležitá především precizní regulace výšky troleje a z toho vyplývající regulace sklonů ve snížených výškách a samozřejmě nastavení klikatostí nejen v obloucích.

Z měřicího vozu lze geometrické tolerance kvantifikovat a snadno vyhodnocovat bez závislosti na rychlosti jízdy (hodnoty nad stanovené meze), dynamické účinky lze

kvantifikovat pouze v závislosti na rychlosti zkušebních jízd a to je obtížné. Máme v současné době k dispozici metodu a technologii měření dynamických účinků, kdy z naměřeného průběhu přítláčné síly mezi smýkadlem a trolejovým drátem lze usoudit na kvalitu sjízdnosti.

Na základě měření a zkoušek na ŽZO Cerhenice, koridorech a ze zahraničních poznatků doporučujeme kritéria pro hodnocení kvality sjízdnosti u ČD. V evropské normě je stanovena hranice tak, že by neměla překročit dvojnásobek nastavení přítláčné síly na sběrači v klidu, ne však víc než 200 N. Spodní hranice přítláčné síly musí být kladná, jinak dochází k odskokům sběrače. Dynamická měření slouží u ČD v současnosti pouze jako doporučující, ale je nutné dopracovat kritéria a provádět pravidelná měření, aby nedocházelo k opotřebením trolejového drátu a odskokům na trakčním vedení i smýkadlech sběračů.

Doporučení a návrh parametrů sběračů pro rychlost 140 - 200 km.h⁻¹.

Úvod

Z výsledků měřicích jízd rychlostí 200 km.h⁻¹ s rakouskou lokomotivou řady 1116 s měřicím vozem, z kontrolních a měřicích jízd měřicím vozem TÚDC s elektrickou lokomotivou ŽSR rychlostí 160 km.h⁻¹ a z analýzy výsledků měření trakčního vedení při rychlostech 160 km.h⁻¹ se opětovně prokázala nevhodnost použití stávajících sběračů pro vyšší rychlosti. Ze závěrů měření a porad O14 jsem zpracoval doporučení a návrhy pro sběrače pro vyšší rychlosti, které by měly být používány u ČD

Funkce

Sběrač proudu slouží pro přívod proudu z troleje u elektricky poháněných vozidel. Upevnění na střeše vozidla je řešeno pomocí tří izolátorů. Hlava sběrače (někdy označována taky kolébka) musí být přizpůsobena trolejovému systému a profil musí odpovídat UIC 608. Ke zvednutí a přitlačení sběrače na trolejový drát slouží zvedací jednotka, umístěná mezi základový rám a dolní rameno. Malé změny výšky jsou vyrovnány odpružením hlavy sběrače. Větší změny výškové změny trolejového drátu jsou vyrovnány konstrukcí sběrače. Sběrač má být nůžkového provedení, kde hlava sběrače je vedena konstrukcí nůžek (geometrický čtyřčlen) téměř svisle. Tímto svislým vedením nemá směr jízdy žádný vliv na kontaktní sílu. Při vyšších rychlostech působí dodatečně aerodynamické síly, které musí být vyrovnány pomocnými členy přizpůsobenými vozidlu.

Nůžkové sběrače mají hlavní díly:

- základový rám s nosnými izolátory
- zvedací zařízení
- nůžková konstrukce
- hlava sběrače
- zařízení tlakového vzduchu s automatickým spuštěním

Základový rám

Základový rám je obvykle tvořen ze čtyřhranných profilů z kvalitní oceli, jejichž spoje jsou svařeny. Na rámu jsou umístěna základová ložiska základového hřídele spodního ramene, úchytky uložení spodního ramene, závěsy zvedacího zařízení a odpružené dosedy horního ramene a hlavy sběrače.

Zvedací zařízení

Sběrače proudu pro vyšší rychlosti nemají již pružinové zvedací zařízení, ale sběrač je zvedán pomocí tlakového vzduchu. K tomu slouží vzduchový měch s výztuhami z neoprenu.

Nůžková konstrukce

Nůžkovou konstrukci tvoří spodní rameno, horní rameno a spojovací tyč. Společně se základovým rámem tvoří čtyřčlen, jehož vrcholový bod se pohybuje téměř po vertikále. Materiál ramen jsou většinou bezešvé trubky s kuličkovými ložisky. Na straně základového hřídele je na příčné trubce páka tlumiče konstrukce. U většiny sběračů se

doporučuje ještě paralelní vodící tyč s hydraulickým tlumičem pro horizontální vedení hlavy sběrače v celém rozsahu zdvihu.

Hlava sběrače

Hlava sběrače s kluznými členy by měla být pokud možno uložena s možností natáčení, aby byla odchylka od středu kolejí i v obloucích minimální. Pro možnost provozu na rozličných trolejových vedeních je možné namontovat hlavy sběrače s různými profily. Minimální vzdálenost smýkadel (někdy taky kluzných lišt, ližin) mezi sebou musí být pro vyšší rychlosti minimálně 500 mm. Smýkadla musí být odpružena a tuhost pružin hlavy sběrače v pracovním rozsahu musí být od 4400 – 9200 N.m⁻¹. Hlava sběrače musí být konstruována tak, aby její neodpružené hmoty vůči troleji byly co možná nejmenší. Na náběžích smýkadel nebo na zaoblených vrchních trubkách bývají aerodynamické členy.

Zařízení tlakového vzduchu

Zařízení tlakového vzduchu je tvořeno v podstatě z regulační jednotky uvnitř vozidla a ventilové skupiny s trubkovým rozvodem umístěným na sběrači. Pro zajištění nezávislosti přítlačné síly při výškových změnách troleje a kvůli velkému převodu 100N/bar je nutné použít přesný regulátor tlaku. Aby se zabránilo prudkému dosednutí hlavy sběrače na základový rám je doplněna spojovací tyč tlumičem konstrukce sběrače, která v posledních 30 – 50 mm ztlumí prudký nárůst dosedací síly.

Zkoušky sběračů

Všeobecně jsou tři kategorie zkoušek, a to typová, kusová a zvláštní. Předmětem jednotlivých zkoušek se zabývá ČSN ICE 494 v kapitole III – Zkoušky.

Doporučení vhodných sběračů pro vyšší rychlosti

V současné době je řada firem, které vyrábějí sběrače proudu pro vyšší rychlosti pro elektrické lokomotivy. Nejznámější jsou firmy Siemens ag., Schunk Bahntechnik GmbH, Stemman technik GmbH a jiné, v České republice je to Škoda Plzeň – dopravní technika a Lekov Blovice.

Firma SCHUNK Bahntechnik GmbH.

Typ sběrače: WBL 85 - použitelný s šířkou lyžiny 35, 43,5 a 60 mm se syceným nebo čistým uhlíkem – od roku 1996 má „Rozhodnutí o schválení změny na drážním vozidle“ vydané Drážním úřadem prakticky pro všechny druhy el. lokomotiv a el. jednotek střídavé a stejnosměrné trakce.

SSS - 87 - inovovaný typ sběrače WBL 85 použitelný pro všechny druhy el. lokomotiv a el. jednotek střídavé a stejnosměrné trakce.

Firma Stemmann Technik GmbH

Typ sběrače: DSA -200 - všechny druhy el. lokomotiv a el. jednotek střídavé a stejnosměrné trakce.

Firma SIEMENS

Typ sběrače: 8WLO 128-6YH84

Firma Škoda Plzeň – dopravní technika

Typ sběrače: 3/25 LSP 40 sběrač s pneumatickým pohonem pro rychlost 160 km.h⁻¹, splňuje i podmínky pro rychlost 200 km.h⁻¹, avšak neproběhly na něm pro tuto rychlost potřebné zkoušky. Uvedené sběrače označené 3 LSP40/s se používají u elektrických jednotek řady 471.

Firma Lekov Blovice

Firma vyvinula vysokorychlostní sběrač pro rychlost 200 km.h⁻¹, avšak neproběhly ještě funkční zkoušky pro tuto rychlost. Předpoklad je do konce roku 2002.

Doporučení a závěry k trakčnímu vedení

Z dosud získaných zkušeností při provádění rychlých pantografových zkouškách je nutné věnovat pozornost:

- Velkou pozornost je nutné věnovat již **projekční přípravě každého daného úseku**. Je nutné se zaměřit na situování kotevních úseků a pevných bodů mimo překážky jako jsou nadjezdy, lávky, přejezdy a podobně. U snížených výšek pod nadjezdy se doporučuje vytvořit sklonové poměry před a za nadjezdem na minimálně 5 polí.
- Před měřením měřicím vozem TV je nutné provést **měření měřicím vozem železničního svršku** a mít informaci o stavu svršku traťového úseku.
- Věnovat přípravě zkušební jízdy maximální **pozornost z hlediska podkladů pro měření a metodickým pokynům**, případně před měřením provést měření kritických míst.
- V průběhu stavby je nutno v rámci kvality provádět měření tahů v přidavných laněch a následně upravovat parametry tak, aby **při zkušební pantografové zkoušce nemusely být prováděny žádné opravy a změny**.
- Regulace výšky trakčního vedení (VTV) musí být koordinováno s ukončováním staveb. **Regulace (VTV) se musí provést až po posledním (třetím) podbití železničního svršku** a tím docílení projektované polohy koleje a následné kontroly projektovaných parametrů trakčního vedení. Délka výluky pro regulaci musí být dostatečně dlouhá, aby byla kontinuálně provedena regulace každého kotevního úseku, v každém rozpětí ne-li u každého věšáku. Toto je podmínka pro provozování TV pro rychlost $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Důležitá je rovněž regulace sklonu, dle ČSN 341530 nesmí být do rychlosti $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a větší než 2,5 ‰.
- Velkým přínosem pro dodavatele staveb trakčního vedení a pro předávky zařízení k měření trakčního vedení by byla **projektová dokumentace (montážní tabulky a j.) v digitální formě** užívané u ČD. Správci trakčního vedení pak budou mít možnost snadného porovnání ve vývoji a změnách polohy troleje, zejména v záruční době. Digitální formu doporučujeme i při zadávání staveb.

Pečlivým rozbořením naměřených parametrů při vlastní montáži a dokonalou přípravou trakčního vedení montážním podnikem před měřením se docílí kvalita montáže, která se ověří měřicím vozem a nebude potom nutná následná oprava vedení.

Z celkové analýzy a rozboru průběhů měřených parametrů trakčního vedení tj. klikatosti, výšky a přitlačné síly, lze konstatovat, že konstrukce trakčního vedení má rozhodující vliv na kvalitu odběru trakčního proudu, proto již ve fázi projektu je nutno této skutečnosti věnovat velkou pozornost. Při montáži trakčního vedení je nutné pečlivě dodržovat předepsanou technologii montáže, přesně nastavovat tahy v trolejovém drátě, v nosném a přidavném laně. Nastavení průhybu trolejového drátu by mělo být s přesností 1cm. Nutné je dodržení předepsaných sklonů trakčního vedení. Zvláštní pozornost je nutno věnovat místům nehomogenit TV jako jsou výměnná pole, proudová propojení a pevné body. V těchto místech by bylo vhodné po montáži ověřit hodnoty pružnosti.

Zvýšené nároky na konstrukci trakčního vedení pro tratě s rychlostí nad $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vyžadují kvalitní měření jeho dynamických vlastností. V současné době probíhá příprava rekonstrukce měřicího vozu spočívající v zavedení nové technologie pro tato měření. Rovněž je zvažována možnost měření dynamických parametrů trakčního vedení z lokomotivního sběrače.

Podobně jako probíhá pravidelné měření geometrických parametrů TV, bude nutno zavést pravidelné měření dynamických parametrů TV na koridorových tratích. Návrh evropské normy prEN 50317 již specifikuje funkční požadavky na výsledek a přesnost měření dynamické interakce mezi pantografovým sběračem a nadzemním trolejovým vedením.