26. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA
„SÚČASNÉ PROBLÉMY V KOĽAJOVÝCH VOZIDLÁCH - PRORAIL 2023“
20. – 22. septembra 2023, Žilina, Slovensko

https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.2.17

MODERNÍ ŽELEZNIČNÍ DÁLKOVÁ DOPRAVA

MODERN LONG-DISTANCE RAILWAY TRANSPORTATION

Jan PLOMER[*)], Josef BERAN, Radek WASSERBAUER

1 ÚVOD

Železniční dálková doprava zažívá v posledních letech velký růst. Nejen počtu cestujících, ale také požadavků kladených na vozidla. Některé jsou až v přímém protikladu se standardními přednostmi současných souprav pro dálkovou dopravu (vnitřní X vnější bezbariérovost). V souladu s rozvojem infrastruktury též krystalizují segmenty vozidel podle nejvyšší provozní rychlosti na vozidla s v_{max} 200-230(250) km/h a v_{max} 300+ km/h.

2 DÁLKOVÁ DOPRAVA S MAXIMÁLNÍ RYCHLOSTÍ 200-230 (250) KM/H

V TOMTO SEGMENTU JSOU K VIDĚNÍ AKTUÁLNĚ DVA ODLIŠNÉ TRENDY. Trakční ucelené jednotky a ucelené netrakční jednotky tažené/sunuté lokomotivou. Ty se jeví jako logická volba vzhledem k následujícím přednostem:

- Flexibilita konfigurace 4-9 vozů (sezónní, podle trendu vývoje a příp. změny vozebního ramene) s výrazně jednodušším vytvořením schválení adaptace oproti EMU a to jak při výrobě, tak v průběhu technického života,
- Vysoká úroveň cestovního pohodlí (prostorové oddělení/vzdálení trakční části, která je zdrojem hluku s vibrací, od přepravního prostoru),
- Udržovatelnost lokomotivy a netrakční jednotky v optimálních intervalech
- Dostatečný výkon a tažná síla při koncentrovaném pohonu
- Výhody ucelené jednotky při zachování flexibility
    - celková tlakotěsnost
    - pracho- a vzduchotěsné přechody,
    - redundance komponent (CZE, router)
    - potřeba nižšího počtu komponent (CZE, router)

Oblibu tohoto typu souprav potvrzuje objednávka 33 sedmivozových souprav pro noční vlaky ÖBB Nightjet, 8 sedmivozových souprav tzv. new Railjet rovněž pro ÖBB, či 20 ks devítivozových souprav Comfortjet pro ČD, všechny pro maximální rychlost 230 km/h. U souprav pro ČD se jedná o soupravy s vozy běžné výšky podlahy shodné konstrukce

[*)] **Ing. Jan PLOMER**, Siemens Mobility, s.r.o. Siemensova 1, 155 00 Praha, Česká Republika, M.: +420 704 955 010, e-mail: jan.plomer@siemens.com. Specialista dynamického chování kolejových vozidel.

Ing. Josef BERAN, Siemens Mobility, s.r.o., M.: +420 702 207 413, e-mail: josef.beran@siemens.com. Projektový manažer v konstrukci kolejových vozidel.

Ing. Radek WASSERBAUER, Siemens Mobility, s.r.o., M.: +420 721 608 883, e-mail: radek.wasserbauer@siemens.com. Architekt kolejových vozidel.

jako vozy předchozí zakázky, tzv. Interjety. Soupravy pro ÖBB jsou částečně nízkopodlažní. To umožňuje bezbariérový nástup do nízkopodlažních vozů, ale na druhou stranu činí obtížnější pohyb po délce soupravy, zejména použití vozíčků pojízdného minibaru. Rovněž konstrukce nízkopodlažních vozů je odlišná od standardních, kromě hrubé stavby zejména přesun komponent z pozic pod podlahou.

Obr. 1 *Řídící vůz soupravy ČD Comfortjet*

Fig. 1 *Driving car of the ČD Comfortjet formation*

Spací buňky lehátkového vozu ÖBB Nighjet

Zvyšující se rychlost jízdy vlaků a s tím spojené zkracování jízdních dob mění charakter cestování. Mnohé tradičně noční relace již lze zvládnout několikahodinovým denním cestování. Noční cestování umožňuje překonat vlakem vzdálenosti, ještě nedávno řešení jen letecky. Určitou specialitou nočních vlaků je inovativní řešení spacích buněk. Ty nabízí soukromý osobní prostor pro jednotlivé cestující při zachování udržitelné kapacitě vozu. Při jejich návrhu byla veliká pozornost věnována ergonomii, která je v tomto případě klíčová. Základní požadavek byl, aby se v buňce dalo plnohodnotně posadit, což například v klasickém lehátkovém voze při 3 lehátkách nad sebou nelze. Veliká výzva byla rovněž zajistit kvalitní klimatizaci i bezproblémovou evakuaci z těchto buněk.

Obr. 2 *Spací buňky lehátkového vozu ÖBB Nighjet*

Fig. 2 *Sleeping cells of the Nighjet coach*

3 DÁLKOVÁ DOPRAVA S MAXIMÁLNÍ RYCHLOSTÍ 300+ KM/H

Železniční vozidla pro rychlost nad 300 km/h jsou bez výjimek ucelené trakční jednotky. Hlavním důvodem pro toto řešení je limit nápravového zatížení, resp. limity plynoucí z dynamického zatěžování mostních konstrukcí i kolejového svršku samotného, které při současném stavu techniky nemá šanci splnit lokomotiva o nápravovém zatížení 20+ tun.

Obr. 3 *Velaro Novo*

Fig. 3 *Velaro Novo*

3.1 Vnitřní a vnější bezbariérovost

Vysokorychlostní elektrické trakční jednotky jsou tradičně řešeny s vnitřní bezbariérovostí při standardní výšce podlahy a s elektrickou výzbrojí pod podlahou. U těchto jednotek lze nyní sledovat odlišné trendy, resp. odlišné způsoby naplňování stejných trendů. Trendem, který promlouvá do celkové architektury vozidla je snaha o vnější bezbariérovost, která u stárnoucí evropské populace hraje výraznou roli. U zemí s polycentrickým uspořádáním (Německo) je tento motiv také podpořen snahou o zkrácení pobytů v nácestných stanicích s velkou výměnou cestujících.

Řešení vnější a vnitřní bezbariérovosti je u jednotlivých výrobců v tomto segmentu velice svérázné a velice těžko kvantifikovatelné a objektivně srovnatelné v případě otevřené soutěže. Můžeme sledovat následující trendy:

- Použití vozů s jednotnou standardní výškou podlahy, zajišťující vnitřní bezbariérovost, a s PRM výtahy,
- Použití portálového rámu jednonápravového sdíleného podvozku a docílení nízké podlahy v celé délce (i šířce) soupravy.
- Použití společných dvounápravových podvozků, nad nimiž je vyšší podlaha než v oblasti mezi nimi, kde se nachází i nástupní prostory.
- Použití dvoupodlažního uspořádání, kde vnitřní bezbariérovost je dosažena průchozím horním podlažím a vnější bezbariérovost vstupem do spodního podlaží.

V každém případě jde o technicky velmi náročné téma, dosažení nízkopodlažnosti spojeno s vysokými náklady a ústupky na ostatních nárocích (např. izolace hluku od podvozku).

3.2 Šířka skříně vozidla vs příčný komfort

Tento klasický rozpor, který je přítomen u každého vývoje vozidla, má u vysokorychlostních vozidel ještě hlubší význam, obzvlášť v případě, že vozidlo má být schopno jezdit rychlostí 300 km/h s nedostatkem převýšení 150 mm a i v tomto případě poskytovat vyhovující jízdní komfort. Tato situace totiž vede k tomu, že příčné vypružení musí být pro dosažení komfortu výrazně měkké a tedy zachycovat příčnou (odstředivou) sílu na velké příčné deformaci. Tento větší rozsah příčného vypružení se promítne 2x do šířky skříně, což přirozeně dává prostor pro smysluplné nasazení aktivního příčného vypružení, který může rozsah pohybů sekundárního vypružení o cca 2 x 50 mm snížit a tím přidat cca 100 mm na šířce skříně. Rozhodnutí o nabídnutí/nasazení příčného vypružení se tak stává také kritickým bodem, rozlišujícím nabídky různých výrobců.

3.3 Energetická úspornost provozu

Existuje mnoho opatření, které přispívají ke snížení energetické náročnosti soupravy. U vysokorychlostních jednotek jde zejména o optimalizaci aerodynamického odporu, který je dominantní složkou jízdního odporu, a tedy spotřeby energie. Zakrytování podvozků zejména čelních vozů se zdá být nejúčinnějším opatřením, které pomáhá dále snížit koeficient C_x. Zakrytování podvozků je však problematické vzhledem k automatizovaným inspekčním postupům.

Obr. 4 *Zakrytování podvozku Velaro Novo*

Fig. 4 *Streamline covered bogie of the Velaro Novo*

4 PARTNERSKÝ VÝVOJ KONCEPTU VOZIDLA

4.1 HGV 3.0

Tradiční forma výběrových řízení činí tvůrčí technický dialog mezi výrobcem vozidla a provozovatelem vozidla těžkopádný. Přesné formulování zadávacích podmínek nedává mnoho prostoru pro kreativní tvořivost, pro nové myšlenky. Deutsche Bahn v rámci projektu Hochgeschwindigkeitsverkehr 3.0 in Deutschland proto přistoupily k úkolu pořízení flotily vysokorychlostních vozidel pro provoz po roce 2030 novým způsobem vytvářejícím podmínky pro tvůrčí dialog. Před samotným zadání vývoje, výroby a schválení vozidel oslovily výrobce k tzv. partnerskému vývoji konceptu vozidla. Pro tuto fázi byli vybráni 2 výrobci, kteří nejlépe splnili kvalifikační podmínky.

V rámci partnerského vývoje konceptu vozidla jsou na základě požadavků DB zpracovány různé možnosti dosažení vytyčených požadavků a jejich kombinací (nízkopodlažnost, rychlost výměny cestujících, energetická úspornost, nízké údržbové náklady, automatizovatelnost údržby aj.). Díky úzké spolupráci DB s oběma výrobci (odděleně) je možno velice přesně zhodnotit proveditelnost, cenu a jiné ukazatele vytyčených řešení. Tyto koncepty budou dále sloužit DB k přesné formulaci zadání druhé

fáze, tedy vývoje, výroby a schválení těchto vozidel, přičemž do této druhé fáze se budou moci přihlásit opět i další výrobci.

4.2 Partnerský vývoj obecně

Partnerský (před)vývoj železničních vozidel je znám z dob unitárních železnic. V souvislosti s nástupem soukromých železničních dopravců a celkovému otevření trhu železniční dopravy došlo pochopitelně i ke vzdálení oborů výroby kolejových vozidel a železniční dopravy. Noví dopravci těžko mohou získat základnu technických vědomostí a zkušeností, jako mají objemné struktury státních dopravců. Státní dopravci zase mohou těžko dosáhnout konkurenceschopné ceny vůči štíhlé struktuře soukromých dopravců. Nejen z tohoto hlediska se jeví jako velice vhodné, usnadnění definice požadavků na vozidla a zejména lepšího využití současného stavu techniky díky partnerskému předvývoji.

5 SPOLEČNÉ TRENDY VOZIDEL DÁLKOVÉ DOPRAVY

U obou segmentů jsou pozorovatelné, mimo již zmíněné, následující společné trendy, které plynou z událostí posledních let:

- Vyšší nároky na čistotu vzduchu a s tím související možnosti dodatečné filtrace
- Automatizovaná údržba a eliminace lidmi prováděných rutinních údržbových úkonů
- Snižování spotřeby vody její částečnou recyklací (umyvadlo→splachování) – zejména za účelem prodloužení servisních intervalů

5 ZÁVER

Dálková železniční osobní doprava má své pevné místo v zajištění přepravy meziregionálního charakteru. V souladu s rozvojem infrastruktury v podobě modernizace konvenčních tratí a (přípravy) výstavby vysokorychlostních tratí se vytříbily dva základní segmenty dálkové dopravy. Segment vlaků s maximální rychlostí 200-230 km/h využívající převážně modernizované konvenční tratě, pro který lze velice výhodně využít netrakční push-pull jednotky a jejich výhody, a segment vlaků využívající převážně vysokorychlostní tratě s maximální rychlostí 300+ km/h, který je tvořen čistě trakčními jednotkami. U obou segmentů je znát trend hledání vhodného technického řešení k ekonomicky akceptovatelnému dosažení vyváženého poměru vnější a vnitřní bezbariérovosti. Její dosažení je podmíněno jak vyššími pořizovacími náklady, tak ústupky v podobě komplikace konstrukce. Na základě posledních zkušeností s vývojem vozidel pro dálkovou dopravu lze konstatovat, že implementace tak zásadních inovací, jako je např. vnější a vnitřní bezbariérovost, vyžaduje velice citlivé a pečlivé zhodnocení, které lze provést zejména při úzké spolupráci mezi výrobci a dopravci.

♠ ♠ ♠

Resumé

Příspěvek popisuje aktuální trendy v oblasti dálkové osobní železniční dopravy s ohledem na rozvoj konvenční i vysokorychlostní infrastruktury a jejich koexistenci. Pozornost je věnována jak netrakčním jednotkám pro rychlost 230 km/h pro denní a noční cestování, tak vysokorychlostním jednotkám pro rychlost nad 300 km/h. Věnuje se rovněž technickému vývoji subsystémů, které jsou často společné.

Summary

This article describes the latest trends in field of long-distance railway transportation considering the development of the conventional and highspeed infrastructure and their coexistence. In the focus stand the push-pull units with top speed of 230 km/h as well, as the very high-speed trains with top speed higher than 300 km/h. There will be described also some details of the latest technical developments of their subsystems.