



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

<https://doi.org/10.26552/spkv.Z.2023.2.07>

**TRENDY VO VÝVOJI NÁKLADNÝCH ŽELEZNIČNÝCH VOZIDIEL
TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF FREIGHT RAILWAY VEHICLES**

Marián MORAVČÍK^{*)}

1 ÚVOD

Nákladná železničná doprava predstavuje už zo svojej podstaty nízkej energetickej náročnosti efektívny spôsob prepravy veľkého množstva tovarov na dlhé vzdialenosti. Vysoká intenzita prepravy v husto zastavaných oblastiach Európy ale znepríjemňuje život desiatkam miliónov obyvateľov, čo vytvára negatívny obraz o železnici. Kovové koleso valiace sa po kovovej koľajnici spôsobuje nepríjemný hluk najmä v nočných hodinách. Nákladné železničné vozne sú vo svojej podstate dimenzované na priemernú životnosť 30-rokov. Veľké množstvo týchto vozňov je zastaralých a navyše sú prevádzkované aj po dobe ich projektovanej životnosti. Akékoľvek inovačné zásahy do modernizácie vozňov zaznamenáme globálne až v horizonte desiatok rokov. Aj napriek uvedenej skutočnosti si Európska komisia uvedomuje dôležitosť železničnej dopravy, jej ekologickosť a hádam aj preto vydala nariadenie Európskeho parlamentu a rady COM(2019) 640, známe tiež ako "Green Deal". Tu sa v kap. 2.1.5., ktorá je venovaná doprave, uvádza, že do r. 2050 je potrebné presunúť 75 % prepravného výkonu z cestnej dopravy na železnicu. To je obrovský motor pre inovácie, avšak nesmieme zabúdať aj na ekonomickú stránku. Každá sebemenšia zmena musí mať za sebou ekonomiku, návratnosť, inak sa investor nerozhodne pre jej realizáciu. Preto sa až natíska myšlienka tzv. "šrotovného", ktoré dobre poznáme z automobilového priemyslu, kedy sa podarilo dostať z cesty staré a neekologické vozidlá a nahradiť ich novými, úspornejšími a bezpečnejšími. Cestná doprava by mala byť pre nás v mnohom inšpiratívna aj napriek tomu, že s ňou v oblasti prepravy ťaháme za kratší koniec pomyselného lana.

2 OBLASTI ZMIEN NA POLI NÁKLADNÝCH VOZŇOV

Nákladný železničný vozeň navrhujeme za účelom prepravy čo najväčšieho množstva tovaru, pri potrebe čo najmenej prepravnej práce. Inými slovami vozne majú byť podľa možnosti čo najľahšie a majú umožniť čo najvyššie užitočné zaťaženie.

Chápanie nákladnej prepravy a potrieb na železnici sa s rokmi menia. Iná situácia bola na železnici v povojnovom období v 50-tych a 60-tych rokoch minulého storočia, kedy bola potreba budovania zničenej Európy a iná je dnes, kedy prevláda požiadavka na prepravu prevažne hotových výrobkov.

Potreby sú teda jasné a ako ich železnica naplňuje? Deje sa to postupe, každý nový vozeň má isté vylepšenia, o ktorých si povieme v ďalších kapitolách.

^{*)} **Ing. Marián MORAVČÍK, Ph.D.**, Tatravagónka a.s. Poprad, Štefánikova 887/53, 058 01 Poprad, Slovensko, Tel.: +421 52 711 28 21, e-mail: marian.moravcik@tatravagonka.sk, Hlavný konštruktér a.s.

2.1 Zvýšenie prepravnej kapacity

Zvýšenie prepravnej kapacity - teda vyššia efektívnosť vozňa dokáže staré vozne odsunúť na vedľajšiu koľaj. Môže sa jednať o optimalizované parametre vozňa, dĺžkové, šírkové, či optimalizáciu objemu a vlastnej hmotnosti. Vozne sa navrhujú tak, aby čo najlepšie využili konštrukčný obrys vozidla. Dá sa povedať, že sa šijú na mieru pre konkrétne požiadavky zákazníka na predpísaný účel použitia. Motto: "Povedzte nám, čo potrebujete prepraviť a my vám dáme riešenie."

- Ak vezmeme do úvahy dnes štandardné nápravové zaťaženie 22,5 t tak staré vozne nemôžu konkurovať. Ale realita je taká, že konkurujú, a to cenou za prenájom, pretože už "nadsluhujú". Povedzme si na rovinu, že takýto stav ale nebude trvať večne. Samozrejme, sú tu aj ďalšie obmedzenia na vlečkách, ktoré nedokážu takéto zaťaženie akomodovať, ale to je už iná téma.
- Pre novo vyrobené vozne sa používajú dvojkolesia so zvýšeným nápravovým zaťažením 25 ton. Podmienky VPI [1] v prípade preťaženia dvojkolesia sú veľmi prísne, a preto sa dopravcom oplatí cestou použitia takýchto dvojkolesí aj pre štandardné nápravové zaťaženie.

2.2 Zosilnené ťahadlové ústrojenstvo

Základnou funkciou ťahadlového ústrojenstva je prenos pozdĺžnych síl v súprave vozňov radených vo vlaku. Štandardom je mechanické spojenie prostredníctvom závitového spriahadla s hákom s pevnosťou 850/1000 kN, čo predstavuje maximálne zaťaženie, ktoré spriahadlo zaručene prenesie. Novým štandardom sa stáva tzv. "ťažké" ťahadlové ústrojenstvo s pevnosťou 1350/1500 kN. Jedná sa o prípravu vozňov na možnosť prepravovať viac vozňov vo vlakovej súprave až do dĺžky 740 m. To má priamy dopad na hmotnosť vlakovej súpravy, čo si okrem iného vyžaduje zvýšenú pevnosť medzivozňového spojenia.

2.3 Zvyšovanie rýchlosti

Táto téma sa objavuje veľmi často a je v protiklade so zvyšovaním nápravového zaťaženia. Niet pochýb, že si nájdú na oboch brehoch barikády svojich zástupcov. V tomto prípade hovoríme ale o špecifických prepravách. Jedná sa o potrebu prepravy poštových zásielok, balíčkov a rýchlo sa kaziaceho tovaru. Cieľom je preprava ľahkého tovaru, ale rýchlo. Požadované sú rýchlosti 140 km/h, 160 km/h pri nápravovom zaťažení 18 t či 16 t, ale aj 180 či 200 km/h. Tu treba dať do pozornosti, že TSI WAG [2] je platené do rýchlosti 160 km/h a vyššie rýchlosti sa už musia riešiť cez TSI LOC&PAS [3]. Tovar sa obvyčajne prepravuje na vysokorýchlostných tratiach, ktoré majú špecifické požiadavky na brzdu. Použitie klátikovej brzdy, ktorá pôsobí na obežnú plochu kolesa v tomto prípade nie je možná kvôli nedostatočnému brzdomému výkonu.

2.4 Brzdová výstroj

Ako je uvedené v kapitole vyššie, pre špecifické prípady je kotúčová brzda jediným riešením. Nie je to najlacnejšie riešenie, často však je pre konkrétne použitie nevyhnutné. Medzi nevýhody kotúčovej brzdy, okrem ceny, môžeme započítať aj vyššiu hmotnosť, ktorá predstavuje cca. 1 t na vozeň, čím priamo znižuje užitočné zaťaženie vozňa. Často sú to len politické ciele, ktoré smerujú rozhodnutia o jej použití. Pozitívne výpočty nákladov životného cyklu tzv. LCC nijako tento stav nezlepšujú.

Limitujúcimi nákladmi sú však požiadavky na brzdovú výstroj, ktoré musí prevádzkovateľ vozňov vynaložiť počas používania vozňa. Do popredia sa dostávajú preto kompaktné brzdy. Sú ľahké, ekonomické a relatívne jednoduché. Trendom posledných mesiacov je záujem aj o brzdu SS-režimu pri použití jednostranného brzdovania. Schválenie pre tento typ brzdovania už obdržal brzdový klátik C333 a J822 je v procese schvaľovania. Ak

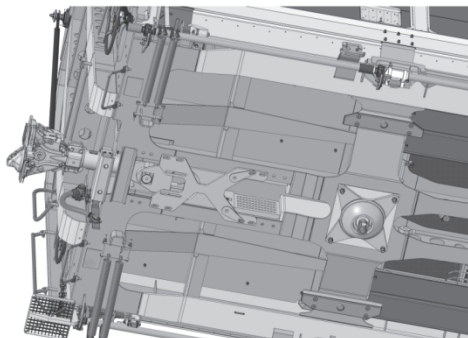
sa prevádzka ukáže v pozitívnom svetle, je tu perspektíva na ďalšiu optimalizáciu hmotnosti vozňov.

V súvislosti so snahami o budúce zavedenie automatizovaného spriahania vozňov a digitalizáciu v nákladnej doprave, je do brzdy novo vyrábaných vozňov zabudovaný rozvádzač s označením KEf od f. KNORR, ktorý je pripravený na digitalizáciu. Ďalšie snahy o digitalizáciu, či už je to elektro-pneumatická brzda alebo dokonca elektro-mechanická brzda úzko súvisí s elektrifikáciou vozňa. Zdá sa to ako hudba budúcnosti, ale je to veľká príležitosť pre brzdu, v prípade zavedenia digitálneho automatického spriahadla (DAC) typu 3 a vyššieho, už nie až tak nereálna.

2.5 Príprava na digitalizáciu, DAC

Motto: "Od inovatívneho nákladného vozňa ku inteligentnému nákladnému vlaku". Za posledných 10 rokov bolo len v Tatravagónke vyrobených niekoľko tisíc vozňov bez prípravy pre zabudovanie automatického spriahadla. Ide o intermodálne, cisternové vozne. Treba poznamenať, že na 80 % prípadov existuje už dnes riešenie. Aplikácia DAC do už vyrobených vozňov bude predstavovať výzvu, ktorá bude bez finančnej podpory len ťažko zvládnuteľná v podmienkach našich podvyživených železníc.

Nedostatok personálu na železnici v pozíciách spriahača, zvýšenie bezpečnosti ako aj zvýšené požiadavky na údržbu vozňov vybavených nárazníkmi sú iba niekoľkými výhodami, ktoré hovoria za použitie DAC. Okrem mechanického spojenia je nutné uvažovať aj s elektrifikáciou vozňa a so zavedením dátových káblov. Elektrifikácia vozňov otvorí cestu pre nebývalý rozmach konštrukčných riešení. Už dnes poznáme riešenia pre elektrifikáciu vozňov pre napájanie chladiarenských kontajnerov, vozne, ktoré sú klasifikované ako pracovné stroje už elektrovýzbroj tiež obsahujú. Tatravagónka, ako výrobca nových nákladných vozňov, je na tento prechod pripravená, avšak rozhrania pre zabudovanie DAC sú ešte v stave špecifikácie. Na nasledujúcich obrázkoch je príklad zabudovania DAC jednak v 3D modeli (**obr. 1**) a na ďalšom obrázku je pre porovnanie zabudovanie DAC už priamo vo vozni (**obr. 2**).



Obr. 1 DAC v 3D modeli

Fig. 1 DAC in 3D model



Obr. 2 DAC na prototypovom vozni

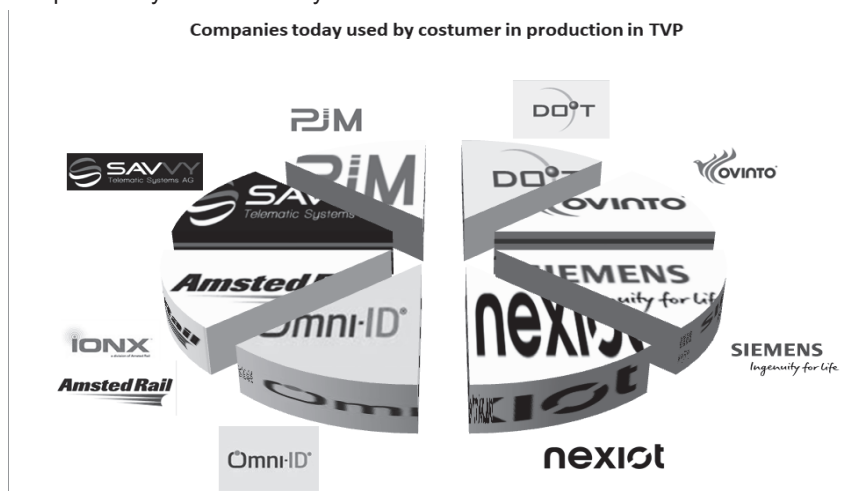
Fig. 2 DAC on prototype wagon

2.6 Telematika a senzorka

Telematický systém zabezpečuje monitorovanie a analýzu nákladných vozňov, pričom je možné sledovať jednotlivé stavy vozňa cez webové rozhranie alebo súčasne cez mobilnú aplikáciu. Najbežnejšou funkcionalitou je sledovanie polohy prostredníctvom GPS jednotky, ktorá je pevne pripevnená na vozni. Rozvoj telematických systémov umožňuje celú radu funkcionalít, pričom za najpokročilejšie môžeme považovať tie, ktoré uľahčujú a presne identifikujú čas odchodu vozňa na technické prehliadky, údržbu. Zaznamenaním a spracovaním dát zo senzorov sú systémy schopné určiť, kedy je potrebná údržba vozňa.

Ďalšou úlohou systému je presné monitorovanie vozňa pre potreby majiteľa vozňa, z hľadiska dodržiavania stanovených podmienok na prácu s vozňom (preťažovanie, maximálna rýchlosť a podobne) a tiež prevádzkovateľa vozňa, pre zjednodušenie dodržiavania stanovených podmienok (loženie vozňa, prekračovanie limitov a podobne).

Vnímame silný nástup telematiky a senzoriky. Každý zákazník už dnes požaduje mať vozne vybavené istým druhom telematiky a senzoriky. Na nasledujúcom obrázku (**Obr. 3**) je zobrazený prehľad spoločností, ktoré využívajú zákazníci Tatravagónky na svojich vozňoch. Môžeme zjednodušene povedať, že sa jedná o najsilnejších dodávateľov týchto systémov používaných na nákladných vozňoch.



Obr. 3 Spoločnosti využívané zákazníkmi pri výrobe v TVP

Fig. 3 Companies used by customer in production in TVP

2.7 Znižovanie hluku

Požiadavky, ktoré musia nové nákladné vozne plniť sú predpísané v príslušnej legislatíve TSI Noise [4]. Dnes maximálne dovolená normovaná hodnota predstavuje 83dB(A). To je základ, ktorý je nevyhnutne potrebný pre schválenie nového vozňa do prevádzky. Požiadavky niektorých zákazníkov idú hlboko pod túto dovolenú hodnotu. Známe technické riešenia ako použitie kompozitných klátikov, kotúčová brzda, tlmiče hluku sú už aplikované. Ďalšie znižovanie hluku predstavuje technickú výzvu a bude si vyžadovať veľmi vysoké finančné náklady. Niektoré z týchto riešení už dnes poznáme, významne ovplyvňujú nadobúdaciú cenu a tiež komplikujú údržbu vozňov. Treba podotknúť, že riešenia na úrovni vozňa budú fungovať iba do istej úrovne očakávaného zníženia hlukových emisií [5]. Ďalšie znižovanie už bude môcť byť riešené len na úrovni infraštruktúry.

2.8 Znižovanie energetickej náročnosti

Najrozšírenejším podvozkom v podmienkach Európy je štandardizovaný podvozok Y25 a jeho odvodeniny. V tomto priestore existujú v prevádzke aj špeciálne podvozky s vylepšenými vlastnosťami ako TF25 rozšírený vo Veľkej Británii označovaný ako "track friendly" podvozok. Potom sú to podvozky od f. ELH typu RC25NT alebo od f. WBN Niesky typu DRRS či podvozky od Tatravagónky s radiálne nastaviteľnými dvojkolesiami TVP2007, TVP NG a TVP NG2. Podvozky s radiálne nastaviteľnými dvojkolesiami preukázateľne znižujú na tratiach s malými polomerami oblúkov úsporu energie na úrovni 10,6 % v porovnaní so štandardným podvozkom Y25. To je v dnešnej dobe energetickej krízy veľmi dôležité zistenie.

3 NOVÉ NÁKLADNÉ VOZNE

Nové nákladné vozne, nové typy, vychádzajú z požiadaviek trhu na nové prepravy, ktoré sa doposiaľ štandardnými vozňami, tak ako sme ich poznali v minulosti z UIC nedajú realizovať. Jedná sa o špecifické prepravy automobilov, ktoré majú vyššiu hmotnosť kvôli e-mobilite, prepravy ťahačov, zdvíhateľných a nezdvíhateľných návesov, prepravy autobusov, dodávok a ľahkých komerčných vozidiel, prepravy "žltej" techniky (bagre, buldozéry a pod.). Samozrejme tak, aby boli ekonomicky efektívne, energeticky úsporné, tiché a čo možno najlacnejšie. Splniť všetky požiadavky sa vždy nedá a tlak na cenu je v dnešnej dobe enormný.

3.1 Vozne na prepravu návesov

Rozdelenie európskej nákladnej dopravy je vo vysokom nepomere pre železnicu približne 19 % vo vzťahu ku približne 75 % na ceste. Čo sa týka počtov kusov návesov na cestách, predstavuje viac ako 1 milión nákladných vozidiel na európskych cestách. V okolí veľkomiest je už dnes situácia kritická. Jedná sa nielen o nedostatočnú kapacitu ciest, ale začínajú chýbať aj vodiči. To vytvára zvýšené požiadavky na prepravu návesov po železnici.

Preprava zdvíhateľných návesov je realizovaná prostredníctvom dvojčlánkových kapsových vozňov Sdggmrss typ T3000e, viď nasledujúci obrázok (**obr. 4**). Vozeň je kĺbovej konštrukcie s 3 podvozkami typu Y25Ls(s)1(f), a okrem prepravy sedlových návesov je určený aj na prepravu normovaných výmenných nadstavieb a kontajnerov.



Obr. 4 Vozeň Sdggmrss, typ T3000e

Fig. 4 Wagon Sdggmrss type T3000e

Oveľa viac sa na ceste stretávame s návesmi, ktoré nie je možné manipulovať prostredníctvom žeriavu, tých je viac ako 85 %. Tieto nezdvíhateľné návesy je možné taktiež prepraviť prostredníctvom kapsového vozňa T3000e s využitím pomocných prostriedkov, nakladacích rámov od rôznych dodávateľov (Vega, ISU, Nikrasa a pod.). Tieto riešenia majú isté nevýhody, ktoré odstraňuje nový dvojčlánkový košový vozeň Sdggmrss, viď nasledujúci obrázok (**obr. 5**). Vozeň je kĺbovej konštrukcie s 3 podvozkami typu Y25Ls(s)1(f) a okrem prepravy sedlových zdvíhateľných aj nezdvíhateľných návesov je určený aj na prepravu normovaných výmenných nadstavieb a kontajnerov. Výhodou je, že optimalizovaný kôš je súčasťou vozňa a pri preprave kontajnerov sa nemusí vyberať z vozňa a taktiež odpadá jeho skladovanie. Vozeň spĺňa ložný priestor "e" pre návesy podľa IRS 50596-5 a je možné ho prestavať z Pyrenejského rozchodu na štandardný rozchod 1435 mm. Disponuje optimalizovaným sedlom pre fixáciu kráľovského čapu. Samozrejmosťou je príprava pre zabudovanie DAC.



Obr. 5 Košový vozeň Sdggmrss na prepravu návesov a kontajnerov
Fig. 5 Basket wagon Sdggmrss for transport of trailers and container

3.2 Vozne na prepravu ťahačov

Ťahače kvôli svojim rozmerom, hlavne výške, nie je možné na existujúcich vozňoch prepraviť. Príliš vysoká výška vozňov znemožňuje naloženie vysokých ťahačov, čo vedie ku prekročeniu dovoleného obrysu. Vozeň Laados z produkcie Tatravagónky, vid' nasledujúci obrázok (**obr. 6**), má optimalizovanú hmotnosť, je určený na prepravu ťažkých ťahačov do hmotnosti 9,5 t pri minimalizovanej ložnej výške vozňa od temena koľajnice. Disponuje optimalizovaným prejazdovým profilom pre lepšiu prechodnosť ťahačov cez vozeň počas naložky a s možnosťou použitia rôznych typov kolesových zarážok. Samozrejmosťou je príprava vozňa na zabudovanie DAC.



Obr. 6 Vozeň na prepravu ťahačov a ľahkých úžitkových vozidiel
Fig. 6 Wagon for transportation of truck tractors and light utility vehicles

3.3 Vozne na prepravu automobilov

Preprava osobných automobilov po železnici má svoje nezastupiteľné miesto. Jednak je vysoko efektívna a taktiež má pozitívny vplyv na znižovanie emisií skleníkových plynov. Nárast dopytu po tomto druhu prepravy je v poslednom období motivovaný elektromobilitou. Jednou z výhod je tiež plánovaná možnosť nabíjania elektromobilov počas prepravy z výrobného závodu. Príklad takéhoto vozňa je na nasledujúcom obrázku (**obr. 7**).



Obr. 7 Vozeň na prepravu osobných automobilov, SUV, malých úžitkových vozidiel

Fig. 7 Wagon for transportation of passenger cars, SUVs, small utility vehicles

Vozeň je dvojposchodový, otvorený a je určený ku preprave osobných automobilov, SUV a malých DAC. Samozrejmosťou je príprava vozňa pre zabudovanie DAC.

4 ZÁVER

Na záver môžeme konštatovať, že nákladná železničná doprava neupadá do zabudnutia, ale napreduje míľovými krokmi. Stále je to druh dopravy, ktorý je v efektívite prepravy tovarov na dlhé vzdialenosti neporaziteľný, navyše je ekologický. Môžeme dokonca povedať, že nás čakajú roky zaujímavých inovácií a technických riešení, ktoré pôjdu ruka v ruku so zavedením elektrifikácie, digitalizácie a automatizácie do železničnej nákladnej dopravy. Železnicu tvoria historicky ľudia zaniietený, ktorý majú chuť posúvať hranice možností dopredu a pokúšajú sa hľadať riešenia ako sa veci dajú robiť lepšie a ekonomicky atraktívnejšie. Držte nám palce, aby sa nám to darilo realizovať ku spokojnosti všetkých zainteresovaných strán.

Literatúra

[1] VPI – European Rail Service GmbH., Moduly VPI-EMG 01-11, 2022-2023. [2] Commission Regulation (EU) No 321/2013 of 13 March 2013 concerning the technical specification for interoperability relating to the subsystem ‘rolling stock — freight wagons’ of the rail system in the European Union and repealing Decision 2006/861/EC [3] Commission Regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rolling stock — locomotives and passenger rolling stock’ subsystem of the rail system in the European Union [4] Commission Regulation (EU) No 1304/2014 of 26 November 2014 on the technical specification for interoperability relating to the subsystem ‘rolling stock — noise’ amending Decision 2008/232/EC and repealing Decision 2011/229/EU [5] Búry, M., Mačák, L., Moravčík, M.: Hluk v nákladnej koľajovej deprave, odložený problem? In: XXIV. medzinár. konferencia Súčasn \acute{e} problémy v koľajových vozidlách – PRORAIL 2019, Zborník prednášok, Diel I, 55–61, ISBN 978-80-89276-58-5.



Resumé

Príspevok sa zaoberá aktuálnymi trendami vo vývoji nákladných železničných vozňov. V úvode podrobnejšie rozoberá aktuálny stav a dianie na trhu nákladných vozidiel. Zameriava sa na oblasti, ktoré prechádzajú rôznym stupňom vylepšení ako sú oblasti zvyšovania efektivity prepravy, energetickej úspornosti, prípravy na digitalizáciu súvisiace s prechodom na DAC. Tu sa otvárajú možnosti elektrifikácie vozňov s kladným dopadom na brzdné vybavenie. Zavedenie DAC taktiež vytvára priestor pre zavedenie telematiky a senzoriky v doteraz nepoznanom rozsahu. Dotýka sa aj okrajovej oblasti zvyšovania rýchlosti, nemenej dôležitého znižovania hlukovej záťaže obyvateľstva spôsobenej prevádzkou v husto obývaných oblastiach Európy od ťažkej nákladnej dopravy. Záverom sa dotýka aj oblastí, ktoré sú dnes "IN". V súvislosti so snahou presunúť viac prepráv z cesty na železnicu tzv. Green Deal je to aj netradičná preprava hotových tovarov, ktoré sa prepravovali výhradne po ceste ako napríklad ťahače návesov.

Summary

The report deals with the current trends in the development of freight railway wagons. In the introduction, it analyses in more details the current condition and events at the freight wagon market. It focuses on areas that are undergoing various degrees of improvement, such as the areas of increasing transport efficiency, energy efficiency, preparations for digitization related to the transition to DAC. This opens up the possibilities of electrifying wagons with a positive impact on braking equipment. Introduction of DAC also creates space for introduction of telematics and sensors to a hitherto unknown scope. It also deals with the peripheral area of increasing speed, no less important reducing the noise burden of the population caused by heavy freight traffic operated in densely populated areas of Europe. At the end, it also deals with the areas that are "IN" today. In connection with the effort to move more transport from roads to railways, the so-called Green Deal includes also non-traditional transportation of finished goods that were transported exclusively by road, such as truck tractors.

