
Konštrukčný návrh koľajového adaptéra pre ľahké nákladné vozidlo, typ ocel'-ocel'

Ján Dižo, doc. Ing., PhD.*

Katedra dopravnej a manipulačnej techniky, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
E-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk, Tel.: +421 41 513 2560

Jakub Fiačan, Ing.

Katedra konštruovania a častí strojov, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
E-mail: jakub.fiacan@fstroj.uniza.sk

Alyona Lovska, prof. Ing., Dr.Sc. Tech.

Katedra dopravnej a manipulačnej techniky, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
E-mail: alyona.lovska@fstroj.uniza.sk, Tel.: +421 41 513 2660

Miroslav Blatnický, doc. Ing., PhD.

Katedra dopravnej a manipulačnej techniky, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
E-mail: miroslav.blatnický@fstroj.uniza.sk, Tel.: +421 41 513 2659

Vadym Ishchuk, Ing.

Katedra dopravnej a manipulačnej techniky, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.
E-mail: vadym.ishchuk@fstroj.uniza.sk, Tel.: +421 41 513 2563

An engineering design of a rail adapter for a light lorry, a steel-steel type

Abstract: Transportation is a quite complex system for relocation of passengers and goods for longer or shorter distances. Nowadays, a combination of several types of transport is typical for the most countries. Land transport includes road transport and railway transport. There are number of types of vehicles used for these individual kinds of transport. The most of them are able to move only on a road or on a railway track. However, there are a quite narrow group of vehicles, which can move both on a road and on a railway track. There are called rail-road vehicles. In principle, they are derived from road vehicle. The main objective of this article is to present an engineering design of an adapter for a light lorry. The work brings the main structural units of the rail-road vehicle and compares its properties with the previous engineering design. Despite, there are rail-road vehicles, this engineering design is characterized, that the adapter allows to set railway wheels to main track gauge.

Keywords: light road-rail lorry, engineering design, rail adapter, steel-steel type.

ÚVOD

Železnice sú v mnohých krajinách neoddeliteľnou súčasťou dopravnej siete. V zásade každá európska krajina využíva železnice na prepravu osôb a tovaru pre vnútroštátnu aj medzinárodnú prepravu. Každodenné používanie železničnej infraštruktúry

vedie k nevyhnutnej údržbe železničných tratí, t. j. koľajníc a iných komponentov. Na tieto činnosti sa používajú špeciálne stroje, ktoré sú vybavené rôznymi zariadeniami a umožňujú čistiť napr. zo snehu, z trávy, na opravu pokazených prístrojov a iné. Tieto stroje sa môžu pohybovať buď len po železničnej trati,

alebo sú to aj špeciálne vozidlá, ktoré sa nazývajú koľajnicové vozidlá a môžu sa pohybovať ako po cestách, tak aj po koľajniciach [1, 4, 7, 8].

Tento príspevok je zameraný na návrh úpravy konkrétneho ľahkého nákladného auta, ktoré bude vybavené špeciálnym podvozkom vrátane železničných kolies a bude schopné pohybu po železničných tratiach. Ide o pokračovanie výskumu prezentovaného v predchádzajúcom článku [6]. Ako bude opísané nižšie, existuje viacero možností úpravy cestného vozidla na koľajové cestné vozidlo. Zatiaľ čo modifikácia uvedená v [6] viedla k adaptéru *guma-koľajnica*, tento článok predstavuje adaptér *ocel'-ocel'*. Líšia sa od seba niektorými kľúčovými faktormi, ktoré sú popísané v nasledujúcich častiach a tieto rozdiely sú zrejmé pri vzájomnom porovnaní.

1 DRUHY KOĽAJOVÝCH VOZIDIEL A SPÔSOB PRENOSU SÍL

Dostupné zdroje literatúry ponúkajú viacero aspektov kategorizácie koľajových a cestných vozidiel. Kategórie podľa Bada [3] možno považovať za najvhodnejšie pre koľajové vozidlá. Táto kategorizácia zohľadňuje spôsob prenosu hnacích a brzdných síl z hnacieho ústrojenstva vozidla na železničnú trať, prípadne na koľajnice [2, 9]. Potom sa rozoznávajú tri rôzne kategórie.

Vozidlá patriace do prvej kategórie sú vybavené takým systémom, kde sa pneumatiky odvalujú po hlavách koľajnic a tým aj poháňajú vozidlo.

Do druhej kategórie patria železničné cestné vozidlá, na ktorých sa pneumatiky odvalujú po kolesách železničnej nápravy (alebo po železničných nápravách v prípade viacnápravových vozidiel). Na koľajniciach sa však otáčajú iba železničné kolesá.

Poslednú kategóriu tvoria vozidlá, ktoré sú vybavené železničným podvozkom špeciálnym systémom pohonu a ústrojenstva a vozidlo sa ním pohybuje. Iba železničné kolesá sú v kontakte s koľajnicami. Tieto systémy väčšinou využívajú hydrostatický pohon, sú namontované na väčších a silnejších nákladných autách a umožňujú pomerne presné riadenie koľajového vozidla pri jeho pohybe po koľaji. Tieto prídavné železničné podvozky sú ťažšie a drahšie, dokážu však preniesť na železničnú trať oveľa väčšie hmotnosti a sú aj bezpečnejšie.

1.1 Systém prenosu síl typu *ocel'-ocel'*

Všetky vyššie uvedené systémy prenosu hnacích a brzdných síl majú svoje výhody a nevýhody. Ich použitie závisí od použitia a typu vozidla.

Výskumné aktivity prezentované v tomto článku sú súčasťou širších prác, ktoré sa týkajú úpravy ľahkého vozidla *Multicar M31 Hydrostat* na koľajové vozidlo. Táto úprava zohľadnila dva možné adaptéry, ktoré sa dajú použiť na vozidle. Sú to adaptér typu *guma-*

koľajnica a adaptér typu *ocel'-ocel'*. Zatiaľ čo adaptér *guma-koľajnica* bol predmetom článku prezentovaného v predchádzajúcom vydaní [6], tento výskum je zameraný na prezentáciu konštrukčného návrhu adaptéra typu *ocel'-ocel'*.

Vlastnosti systému *ocel'-ocel'* vychádzajú z jeho základov. Keďže železničné kolesá systému *ocel'-ocel'* sú v kontakte s koľajnicami, pneumatiky nie sú tak výrazne opotrebované, a preto sa nemusia tak často meniť. Prenos síl na pojazdové kolesá je deaktivovaný, čo prináša značnú výhodu tohto systému, pretože pri extrémnom zaťažení nie je zaťažené hnacie ústrojenstvo vozidla. Vďaka hydrostatickému podvozku sa vozidlo môže pohybovať rovnakou rýchlosťou dopredu aj dozadu. Ďalej je vozidlo poháňané iba hydraulickým čerpadlom a železničné kolesá sa odvalujú po koľajniciach s oveľa menším valivým odporom, spotreba paliva je nižšia. Hlavnou nevýhodou tohto systému v porovnaní so systémom *guma-koľajnica* sú náklady. Príklady koľajových vozidiel s adaptérom *ocel'-ocel'* sú na obr. 1 a obr. 2.



Obr. 1. Príklady podvozkov dvojcestného vozidla, typ *ocel'-ocel'*

Ako je vidieť na obr. 1 a obr. 2, v prípade aplikácie adaptéra *ocel'-ocel'* na nákladné vozidlo spočíva na týchto adaptéroch celý nákladný automobil, teda aj celková hmotnosť vozidla. Zvyčajne sú tieto koľajové vozidlá vybavené dvoma adaptérmi, jeden je v

prednej časti nákladného vozidla a druhý v jeho zadnej časti. Keď zoberieme do úvahy predný adaptér, môže byť umiestnený za prednou nápravou. Týka sa to najmä vozidiel ťažšej kategórie a viacnápavových vozidiel. Nákladný automobil má totiž spolu s viacnápavovými vozidlami väčší priestor a v prípade viacnápavových vozidiel je celková hmotnosť lepšie rozložená na adaptéry. V prípade menších nákladných vozidiel je možné predný adaptér umiestniť pred prednú nápravu. Táto konfigurácia má ďalšiu výhodu, ktorá spočíva v tom, že koľajové vozidlo je možné premiestniť z cesty na koľajnicu pomocou predného aj zadného adaptéra. Zadný adaptér *ocel'-ocel'* sa v zásade nachádza vždy za poslednou nápravou (v smere jazdy). Je to kvôli dostatku priestoru a výhodnej možnosti prestupu z cesty na železničnú trať.

2 MODIFIKÁCIA ĽAHKÉHO VOZIDLA MULTICAR M31 HYDROSTAT NA DVOJCESTNÉ VOZIDLO, TYP OCEĽ-OCEĽ

Ľahké vozidlo *Multicar M31 Hydrostat* (obr. 2) je všestranný nosič náradia a výkonný transportér, ktorý kombinuje multifunkčnosť, ekonomickú efektívnosť a manérovateľnosť s kompaktným dizajnom [5].



Obr. 2. Kontakt pneumatík s koľajnicami pre rôzne rozchody koľajnic [5]

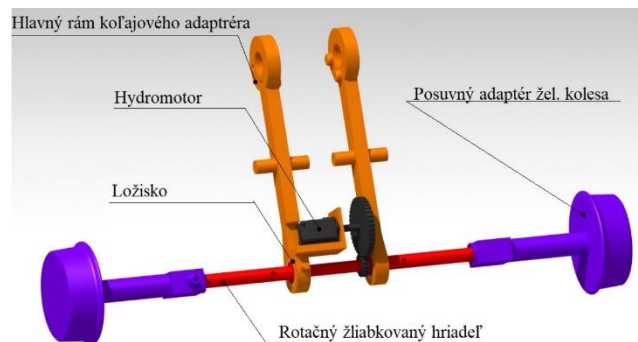
Tento ľahký nákladný automobil poskytuje dostatočnú bezpečnosť a komfort aj pre posádku (vodič a prípadný spolujazdec). Rám kabíny je certifikovaný firmou *Dekra*. Má extra veľké okná, čo z nej zabezpečuje dostatočný výhľad na premávku na ceste a dráhe, ako aj na pripojené pracovné náradie. Vďaka týmto vlastnostiam je možné toto vozidlo použiť na širokú škálu aplikácií s približne tristo kombináciami príslušenstva. Takéto vozidlo je schopné pracovať počas celého roka na cestách aj na železničných tratiach. Práve navrhnutý adaptér *ocel'-ocel'* podvozku by mal zabezpečiť bezpečnú a spoľahlivú prevádzku na železničných tratiach s rôznymi rozchodmi koľají. Rozchod kolies vozidla je 1327 mm. S nastaviteľným adaptérom *ocel'-ocel'* by sa

však mal pohybovať po železničných tratiach s najužším rozchodom 1000 mm a s najširším rozchodom 1520 mm.

Vozidlo *Multicar M31 Hydrostat* ponúka rôzne rozmery pneumatík a to 225/75 R16, 285/65 R16, 315/55 R16, 325/60 R15. Potom tieto rozmery pneumatík ovplyvňujú rozchod kolies vozidla. Použitie širších pneumatík umožňuje pohyb tohto vozidla na železničných tratiach s úzkym rozchodom (do 1000 mm), na normálnom rozchode (1435 mm) ako aj na širokom rozchode (do 1520 mm). Tieto tri rozchody koľají sa na území *Slovenskej republiky* vyskytujú spolu a mapu železničnej siete u nás s vyznačenými koľajami s rôznymi rozchodmi koľají nájdete v predchádzajúcom príspevku [6].

V prípade systému *ocel'-ocel'* sú hnacie a brzdné sily prenášané pomocou koľajnicového adaptéra. Vďaka tomu, že vozidlo je štandardne vybavené hydraulickým systémom s maximálnym prietokom 110 litrov za minútu a maximálnym prevádzkovým tlakom 30 MPa, nie je potrebné pridávať ďalšie hydraulické čerpadlo. Vozidlo bude schopné vytvárať hnacie a brzdné sily. Vozidlo bude spĺňať všetky požiadavky na obrysy, pretože koľajnicový adaptér zdvihne celé vozidlo na dráhu.

Adaptér *ocel'-ocel'* je znázornený na obr. 3. Železničný adaptér pozostáva z piatich hlavných častí. Drážkovaný hriadeľ je vložený na hlavný rám pomocou ložísk. Na hlavnom ráme je namontovaný aj hydromotor. Dva posuvné adaptéry sú namontované na drážkovanom hriadeľi a súčasťou adaptérov je drážka, ktorá zabezpečuje ich polohy.

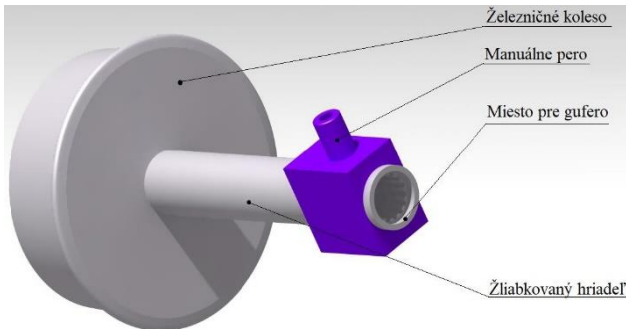


Obr. 3. Vozidlo *Multicar M31* s navrhnutým podvozkom na trati s rozchodom 1000 mm [1]

Hlavný rám je dostatočne masívny na to, aby uniesol celkovú hmotnosť vozidla. Jedna časť hlavného rámu adaptéra je namontovaná na hlavnom ráme vozidla. Rozchod kolies bude nastaviteľný manuálne.

Vozidlo s adaptérom *ocel'-ocel'* je možné nakoľajiť z cesty na koľajnicu v každom mieste, kde je cesta v rovnakej úrovni ako hlava koľajnice. To znamená, že sú to v podstate všetky železničné priecestia. Hlavnou podmienkou je, aby toto miesto bolo dostatočne veľké, aby vozidlo bolo orientované kolmo na vozovku, teda rovnobežne so železničnou traťou. To

je však minimálny problém vzhľadom na celkové rozmery upraveného vozidla. Po nastavení vozidla do osi koľajovej dráhy obsluha nastaví rozchod kolesa na všetkých štyroch posuvných adaptéroch železničných kolies (obr. 4). Potom tieto polohy zaistí pomocou špeciálnych drážok a skrutkovača (obr. 5). Ďalším krokom je, že obsluha uvoľní adaptér na železničnú trať pomocou dvoch dvojčinných hydraulických valcov z kabíny vozidla. Potom sa vozidlo bude môcť pohybovať na železničnej trati.

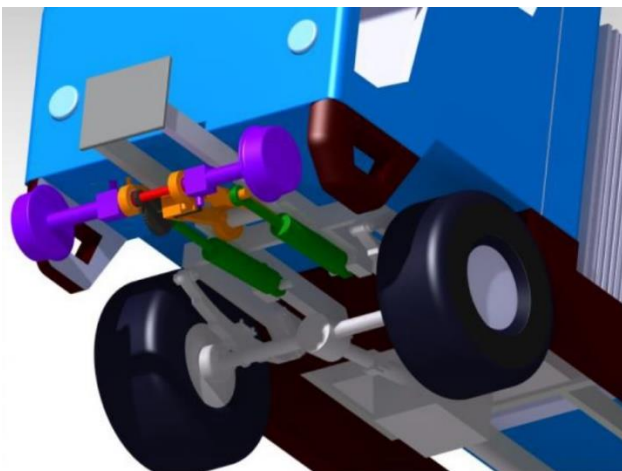


Obr. 4. Posuvný adaptér železničného kolesa



Obr. 5. Špeciálne spojovacie pero

Predný železničný adaptér (obr. 6) visí na čape umiestnenom na ráme vozidla a otáča sa okolo neho.

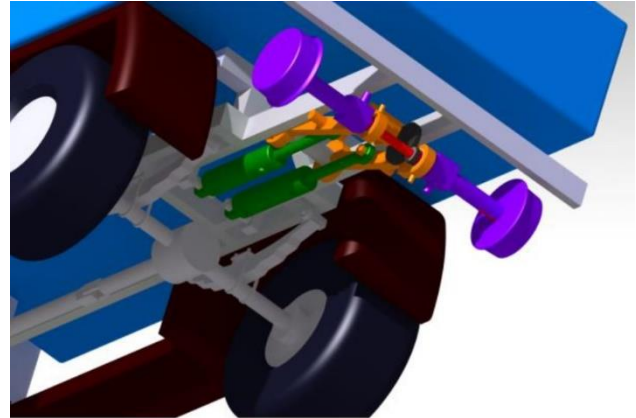


Zasunutý koľajový adaptér

Obr. 6. Predný koľajový adaptér

Zdvíhací pohyb adaptéra je ovládaný z kabíny pomocou hydraulických valcov namontovaných z vonkajšej strany rámu (obr. 6, zelené komponenty).

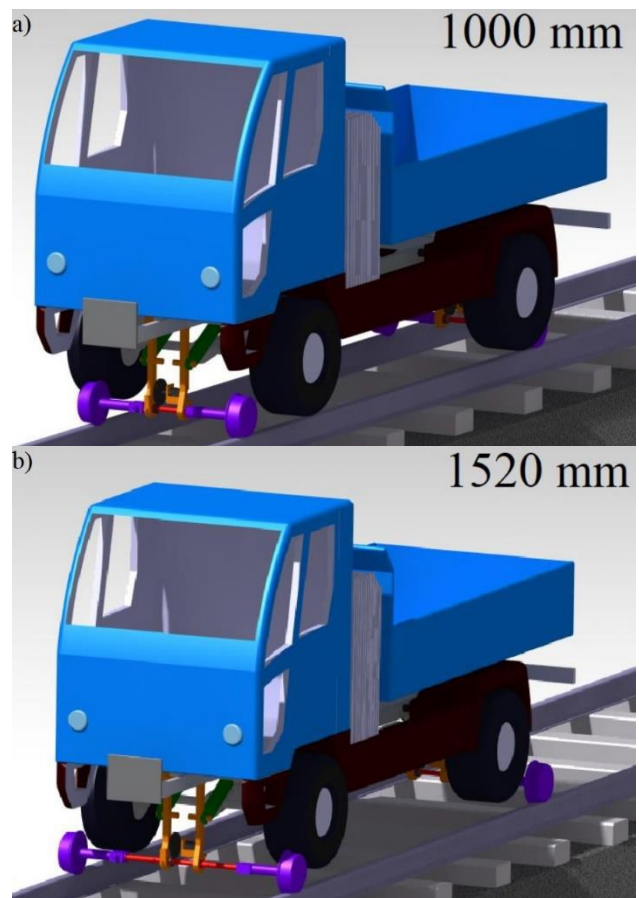
Zadný železničný adaptér (obr. 7) sa líši od predného adaptéra tým, že hydraulické valce pôsobia silou z vnútornej strany rámu adaptéra a valce sú bližšie k sebe (obr. 7, zelené komponenty).



Zasunutý koľajový adaptér

Obr. 7. Zadný koľajový adaptér

Obrázok 8 znázorňuje navrhnuté koľajové vozidlo na koľajovej trati s rozchodom 1000 mm (obr. 8a) a na koľaji s rozchodom 1520 mm (obr. 8b). Je vidieť, že pneumatiky vozidla nie sú v kontakte s koľajnicami, keď je na železničnej trati.



Obr. 8. Návrh systému ocel'-ocel' na rôznych rozchodoch

ZÁVER

Predkladaný výskum bol zameraný na návrh adaptéra typu *ocel'-ocel'*. Tento adaptér je určený na montáž na ľahký nákladný automobil typu *Multicar M31 Hydrostat*. Hlavným zámerom navrhovanej úpravy vozidla je rozšírenie jeho všestrannosti tým, že sa bude môcť pohybovať nielen po cestách, ale aj po koľajniciach.

Táto úprava má svoju špecialitu, ktorá spočíva v tom, že súčasťou adaptéra sú železničné kolesá s nastaviteľným rozchodom kolies. To zaisťuje možnosť použitia tohto vozidla na železničiach s rôznymi rozchodmi od úzkeho rozchodu 1000 mm až po široký rozchod 1520 mm. Ďalšou výhodou tejto úpravy je, že si nevyžaduje výraznú zmenu základnej konštrukcie pôvodného ľahkého nákladného vozidla. V zásade je možné navrhnutý adaptér *ocel'-ocel'* namontovať na pôvodné nosné časti podvozku vozidla. Napriek montáži prídavných hydraulických komponentov na vozidlo je ich ovládanie riešené celkom elegantne, pretože je možné ich napojiť na pôvodný hydraulický systém vozidla. Za menšiu nevýhodu možno považovať skutočnosť, že nastavenie rozchodu kolies železničných kolies nie je možné automaticky z kabíny vozidla, ale vodič (alebo obsluha) musí opustiť kabínu a nastaviť rozchod kolies ručne pomocou skrutkového mechanizmu. Ostatné operácie, ako je uvoľnenie a zdvíhanie adaptérov a riadenie vozidla, sa vykonáva pohodlne z kabíny vozidla.

Pod'akovanie

„Táto práca vznikla vďaka podpore projektu KEGA 031ŽU-4/2023: Rozvoj kľúčových kompetencií absolventa študijného programu *Vozidlá a motory*.“

„Táto práca vznikla vďaka podpore projektu VEGA 1/0308/14: Výskum dynamických vlastností mechanických systémov koľajových vozidiel s poddajnými komponentmi pri jazde v koľaji.“

„Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V01-00131.“

LITERATÚRA

- [1] FIAČAN, J. (2018): *Koncepčné usporiadanie dvojcestných vozidiel*. Vedúci bakalárskej práce: Ing. Ján Dižo, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, No: 28230920181004.
- [2] GERLICI, J. - LACK, T. (2016): *Tangential stresses for non-elliptical contact patches computed by means of a modified FASTSIM method*. In: Civil-Comp Proceedings, Vol. 110.
- [3] BADO, P. - JELÍNEK, V. (2012): *Speciální drážní vozidla*. Praha: Alfa, ISBN 978-80-260-5856-4, 368 p.
- [4] SAZ s.r.o. [online cit.: 2021-05-05]. Available from: <http://www.saz.cz/en/category/road-rail-vehicles/>.
- [5] *Multicar M31/M31 Hydrostat* [online cit. 2021-04-30]. Available from: <https://www.hako.com/en/municipal-technology/multifunctional-load-and-implementation-carriers/multicar-m31-/m31-hydrostat>.
- [6] DIŽO, J. - FIAČAN, J. - BLATNICKÝ, M. - LOVSKA, A. - ISHCHUK, V. (2024): *Návrh koľajového adaptéra typu guma-koľajnica pre ľahké nákladné vozidlo*. In: Technológ, Vol. 15, No. 1, ISSN 1337-8996.
- [7] KALINČÁK, D. - GREŇČÍK, J. (2006): *Dopravné systémy*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, ISBN: 80-8070-530-5.
- [8] KORECZ, K. - JAŠUREK, J. (2006): *Zdvíhacie pracovné plošiny na dvojcestných vozidlách*. [aut. knihy] Daniel Kalinčák. 14. medzinárodný seminár, Traťové stroje. Žilina: VTS pri Žilinskej univerzite v Žiline.
- [9] LACK, T. - GERLICI, J. (2011): *Optimalizovaný postup výpočtu kontaktných napätí medzi železničným kolesom a koľajnicou pomocou pásikovej metódy*. In: Dynamika tuhých a deformovateľných telies: sborník přednášek z IX. mezinárodní konference: Ústí n. L., Česká republika, 5. - 7. října, Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, 10 s., ISBN 978-80-7414-376-2.