

---

# Návrh koľajového adaptéra typu guma-koľajnica pre ľahké nákladné vozidlo

---

## 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

## 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.blatnicky@fstroj.uniza.sk, Tel.: +421 41 513 2659

## 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

## 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

## A design of a rail adapter type tyre-rail for a light lorry

**Abstract:** The article is focused on design of a tyre-rail adapter to be mounted on a light road-rail vehicle. The novelty of the design consists in its possibility to change the wheelbase of the vehicle axles for different railway tracks gauges. Then, the considered light vehicle could fulfil various working tasks in a country, where more railway tracks gauges occur. The modified vehicle is a light lorry, which is intended to be used as a versatile and utility vehicle for maintenance purposes and repairing purposes.

**Keywords:** light road-rail lorry, rubber-rail transmission, engineering design, rubber-rail adapter.

---

## ÚVOD

Dvojcestné vozidlá majú v oblasti koľajových vozidiel pre svoje špecifické vlastnosti určité osobitné postavenie. Týka sa to ich konštrukcie aj použitia. Sú to vozidlá, ktoré sú uvedené do prevádzky na pozemných komunikáciách, môžu sa však pohybovať aj po koľajniciach. V súčasnosti sa s týmito vozidlami môžeme stretnúť stále častejšie, pretože postupne nahrádzajú staršie hnacie vozidlá, ako aj stroje na údržbu tratí [1, 2].

Spomedzi dvojcestných vozidiel sú najpoužívanejšie a najznámejšie bagre. Prevádzkujú ich najmä stavebné firmy na opravu [3, 4] a rekonštrukciu železničných tratí, ako aj na výstavbu železničného podložia.

V princípe je konštrukčné riešenie dvojcestných bagrov rovnaké. Na otočnej nadstavbe kolesového podvozku bagra je umiestnený hnací motor s príslušenstvom spolu s hnacím ústrojenstvom hydrauliky a protizávažia. Je doplnený o koľajnicový podvozok, ktorý umožňuje premiestňovanie bagra po

železničnej trati. Existuje niekoľko typov prenosu hnacej sily z hnacieho ústrojenstva na kolesá. Podobne ako bagre, aj iné dvojcestné vozidlá používajú prídavný podvozok (alebo prídavné hnacie ústrojenstvo).

Z hľadiska jazdných vlastností dvojcestných vozidiel je dôležité zabezpečiť dostatočný kontakt koľajových kolies vozidla s koľajnicami, pretože, ako je známe, koľajnice u koľajových vozidiel podpierajú a zároveň vedú vozidlo po železničnej trati. V kontakte kolesa a koľajnice vznikajú sily [5-7], ktoré je potrebné brať do úvahy pri akejkoľvek úprave vozidiel určených na prevádzku na železničných tratiach.

## 1 DVOJCESTNÉ VOZIDLÁ A PRENOS SÍL

V literatúre môžeme nájsť niekoľko aspektov na rozdelenie dvojcestných vozidiel. Najvhodnejším prístupom je ich rozdelenie podľa Bada [8], teda rozdelenie podľa prenosu hnacích a brzdných síl z vozidla na koľajnice. Rozoznávame teda tri základné typy prenosu síl.

1. Prenos síl je zabezpečený trením pneumatík o hlavu koľajnice - typ *guma-koľajnica*.
2. Prenos síl je zabezpečený prídavným železničným podvozkom - typ *železničné koleso-koľajnica*.

Táto práca je zameraná na návrh adaptéra prvého typu, t.j. prenos síl bude zabezpečený trením pneumatík o hlavu koľajnice typu *guma-ocel'*. Princíp fungovania tohto systému je popísaný nižšie.

### 1.1 Systém prenosu síl typu *guma-koľajnica*

V prípade prenosu síl v type *guma-koľajnica* sa hnacie a brzdné sily prenášajú z vozidla na hlavu koľajnice. Vozidlo je vybavené pneumatikovými kolesami pre jazdu po ceste ako aj železničnými kolesami pre jazdu po železničnej trati. Vertikálne zaťaženie (sily) sa rozdeľuje medzi pneumatík a železničné kolesá, avšak väčšinu hmotnosti vozidla nesú pneumatiky. Železničné kolesá slúžia hlavne na vedenie dvojcestného vozidla v koľaji. Príklady takýchto typov dvojcestných vozidiel sú znázornené na obr. 1 a obr. 2.

Niektoré dvojcestné vozidlá majú zaťaženie iba jednu cestnú nápravu, ako je možné vidieť na obr. 2. Ide o staršie dvojcestné vozidlo, ktorého základom je nákladné vozidlo *Praga V3S*. Profil dvojcestného vozidla býva v spodnej časti vozidla prekročený, preto musia byť v takýchto traťových úsekoch splnené požiadavky, napr. idúce vozidlo je v tomto úseku zdvihnuté a prechádza cez neho zotrvačnosťou.

Hlavné vlastnosti tohto systému možno opísať takto:

- výhodou sú náklady, pretože vozidlo je konštrukčne jednoduché,

- v tomto systéme dochádza ku kontaktu medzi pneumatikami a koľajnicami, preto sú pneumatiky viac opotrebované a musia sa častejšie meniť,
- hnacia náprava ako aj prevodovky sú stále v prevádzke, preto sú viac opotrebované,
- rýchlosť spätného chodu je obmedzená prevodovým pomerom stupňa spiatocky, pretože využíva prevodovku vozidla. Niektoré vozidlá sú vybavené prídavnou reverznou prevodovkou, ktorá túto nevýhodu odstraňuje,
- pneumatiky majú väčší jazdný odpor v porovnaní so železničnými kolesami, čo vedie k vyššej spotrebe paliva [10].



Obr. 1. Dvojcestné vozidlo *FriLiner* s prenos síl typu *guma-koľajnica*



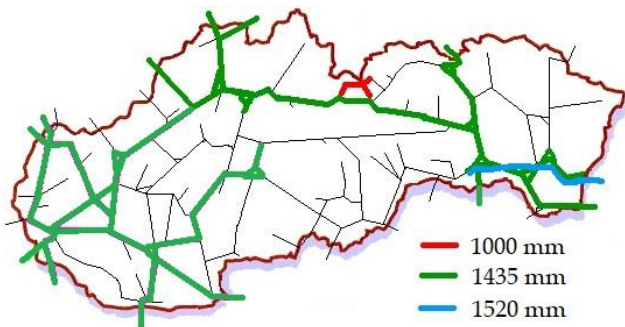
Obr. 2. Prenos síl typu *guma-koľajnica* na staršom nákladnom vozidle *Praga V3S*

### 1.2 Železničná infraštruktúra na Slovensku - stručný prehľad

Hlavnou myšlienkou prezentovanej práce je navrhnuť ľahké dvojcestné vozidlo, ktoré by bolo možné prevádzkovať na čo najväčšom rozchode koľají. V prípade *Slovenskej republiky* pomerne veľká sieť tratí (obr. 3) zahŕňa štandardný rozchod koľají 1435 mm. Okrem toho existujú aj trate so širším rozchodom 1520 mm a úzkym rozchodom 1000 mm. Širokorozchodná trať je na východe *Slovenskej republiky* a smeruje na *Ukrajinu*, ktorá má rozchod 1520 mm.

Cieľom je navrhnuť koncepčné riešenie nastaviteľného rozchodu kolies pre ľahké dvojcestné

vozidlo. Pri rozchodoch železničných tratí sa požaduje, aby vozidlo bolo schopné nastaviť rozchod kolies pre rozchod železničných tratí od 1000 mm do 1520 mm. Takéto vozidlo by bolo schopné prevádzky na všetkých širokých železničných tratiach, na bežných železničných tratiach 1435 mm, ako aj na najužších železničných tratiach 1000 mm (obr. 3). Užší rozchod koľají ako 1000 mm nie je potrebný z dôvodu malého počtu takýchto železničných tratí.



Obr. 3. Mapa železničných tratí na Slovensku s rôznym rozchodom koľajnic [11]

## 2 NÁVRH ADAPTÉRA TYPU GUMA-KOĽAJNICA NA VOZIDLO MULTICAR M31 HYDROSTAT

Vozidlo *Multicar M31 Hydrostat* patrí k menším a ľahším všestranným nákladným vozidlám, ktoré sa v súčasnosti vyrábajú. Toto vozidlo má menší rozchod kolies len 1327 mm. V podstate sa dá použiť na prepravu materiálu. Má však zariadenie SWV500 na rýchlu výmenu nadstavieb. Tieto nadstavby je možné aplikovať počas jednotlivých ročných období podľa potreby. Základné rozmery vozidla ako so sklápacou nadstavbou sú zobrazené obr. 4.

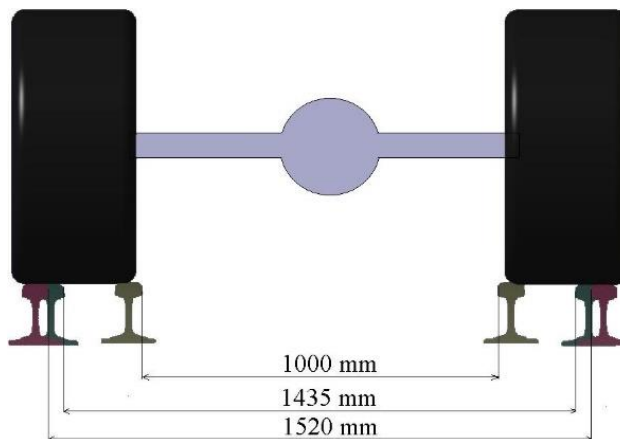
Rozchod kolies závisí od rozmerov pneumatík. Vozidlo má schválené tieto rozmery pneumatík:

- 225/75 R16,
- 285/65 R16,
- 315/55 R16,

- 325/60 R15.

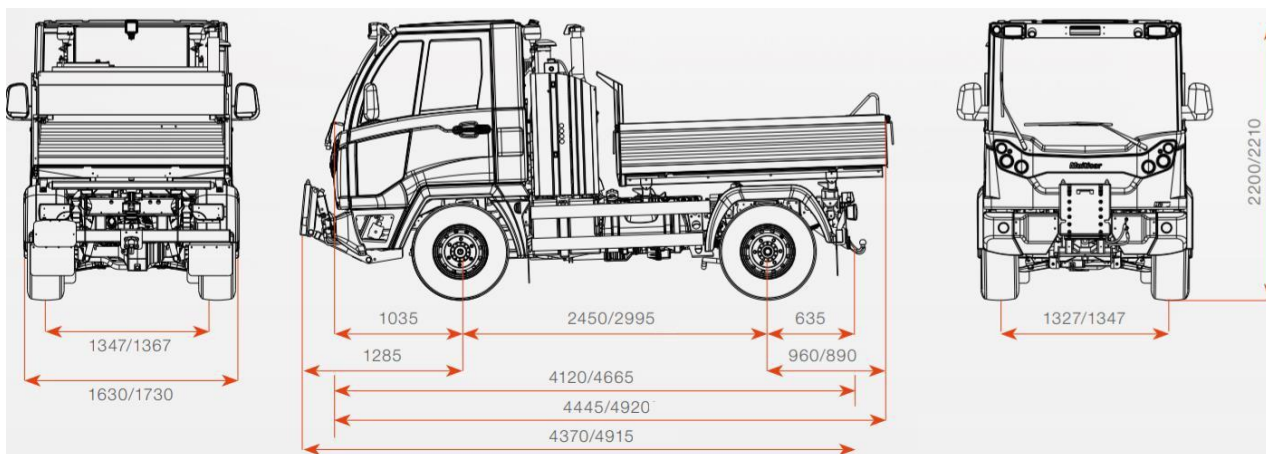
Vozidlo bolo vybrané z toho dôvodu, že má malý rozchod kolies a malé obrysy vozidla, ktoré je nutné použiť aj na úzkych železničných tratiach s rozchodom 1000 mm.

Ako je uvedené vyššie, v prípade dvojcestného vozidla sa hnacie a brzdné sily prenášajú trením pneumatík o koľajnice. Železničné kolesá sú určené na vedenie vozidla a čiastočne na jeho prenášanie. Obrázok 5 znázorňuje kontakt pneumatík s koľajnicami v prípade troch rozchodov, t. j. pre úzky rozchod 1000 mm, štandardný rozchod 1435 mm a široký rozchod 1520 mm.



Obr. 5. Kontakt pneumatík s koľajnicami pre rôzne rozchody koľajnic [1]

Ako je vidieť, na širokej aj na trati s normálnym rozchodom sú pneumatiky v úplnom kontakte s hlavou koľajnice. Na úzkej trati je kontakt len čiastočný, a je to približne 50 %. Po konzultácii s odborným konštruktérom z firmy, ktorá vyrába dvojcestné vozidlá [9], by takéto vozidlo dokázalo dostatočne prenášať všetky sily aj na úzkej trati. Istý problém môže nastať pri jazde v oblúkoch. Zvolené vozidlo *Multicar M31 Hydrostat* má však systém pohonu všetkých kolies. Menšia kontaktná plocha jedného kolesa by teda bola kompenzovaná opačným

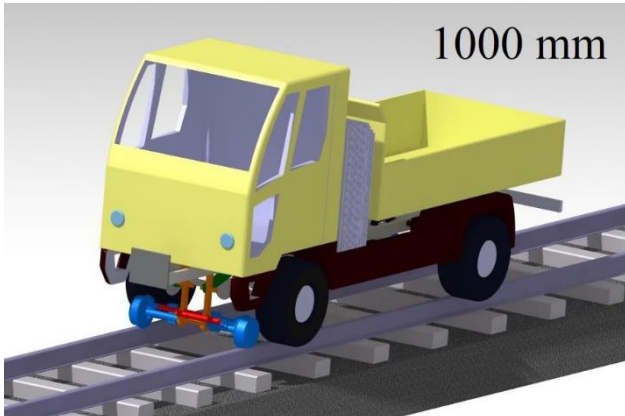


Obr. 4. Rozmery *Multicar M31 Hydrostat*, typ sklápač [12]



kolesom [13], ktoré by malo väčšiu kontaktnú plochu v porovnaní s jazdou v priamej trati.

Vozidlo *Multicar M31 Hydrostat* s navrhnutým podvozkom na trati s úzkym rozchodom 1000 mm je zobrazený na obr. 6 a obr. 7 zobrazuje to isté vozidlo s tým istým navrhnutým podvozkom, ale na trati so širokým rozchodom 1520 mm [1].

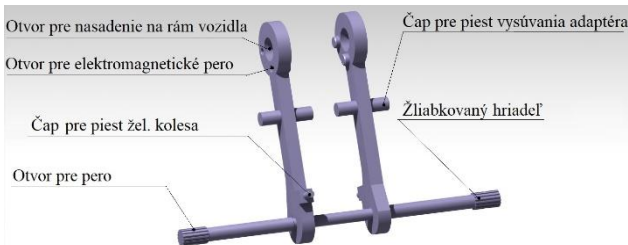


Obr. 6. Vozidlo *Multicar M31* s navrhnutým podvozkom na trati s rozchodom 1000 mm



Obr. 7. Vozidlo *Multicar M31* s navrhnutým podvozkom na trati s rozchodom 1520 mm

Navrhnutý adaptér na koľajnicu pneumatiky pozostáva z hlavného rámu (obr. 7), na ktorom sú namontované dva nastaviteľné prídavné adaptéry (obr. 8). Zobrazenie posuvného adaptéra v reze je na obr. 9.



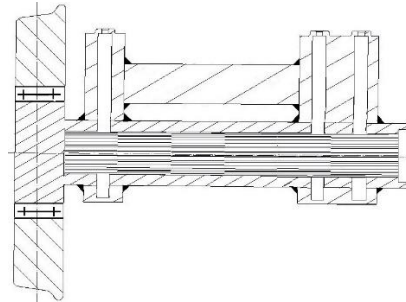
Obr. 7. Hlavný rám koľajového podvozka

Môžu upravovať polohy v smere osi vďaka drážkovaniu. Tým sa zabezpečí zmena rozchodu kolies. Ďalšími časťami adaptéra sú dva hydraulické dvojčinné valce (obr. 10). Tieto valce umožňujú

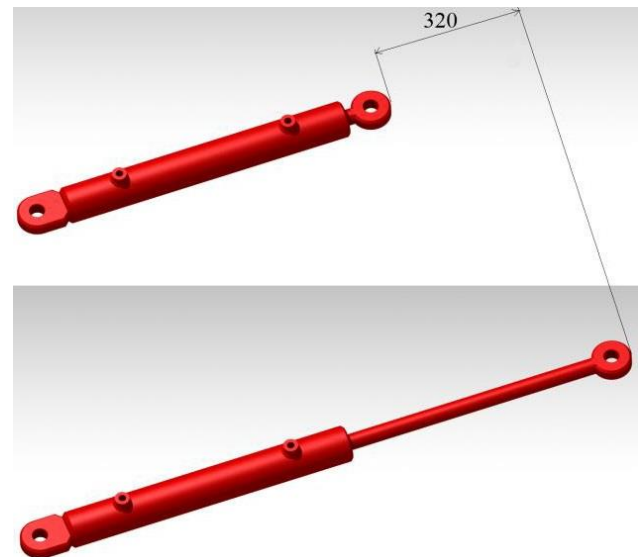
zmenu polohy prídavných adaptérov voči hlavnému rámu.



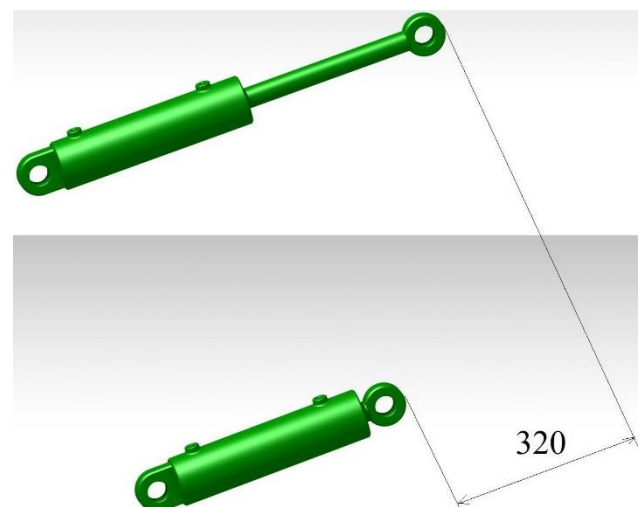
Obr. 8. Posuvné adaptéry navrhnutého podvozka



Obr. 9. Posuvný adaptér v reze



Obr. 10. Hydraulický piest na vysúvanie posuvného adaptéra železničného kola

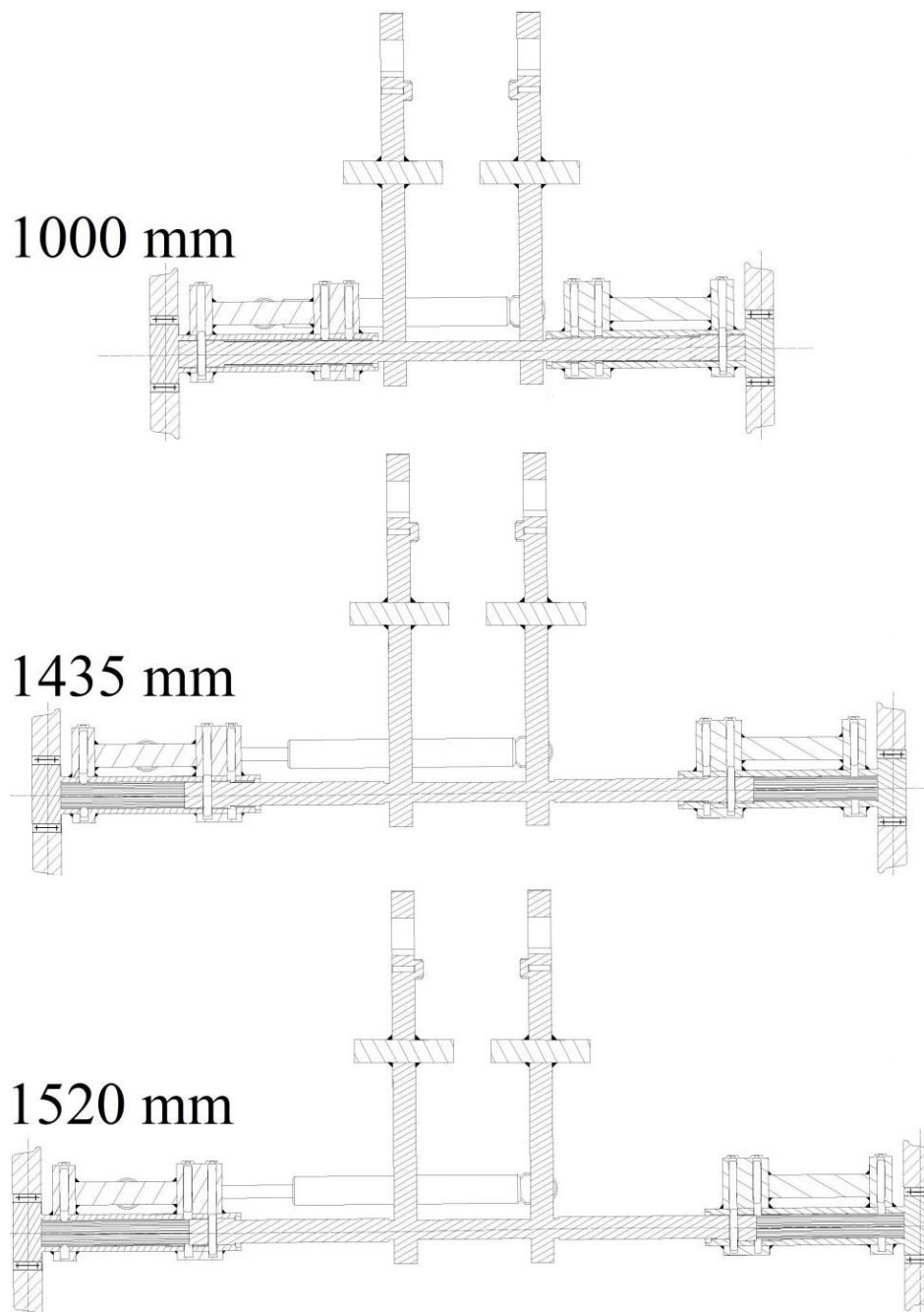


Obr. 11. Hydraulický piest na vysúvanie koľajového podvozka

Celý adaptér sa zdvíha a uvoľňuje pomocou ďalších dvoch hydraulických valcov, ktoré sú jednou koncovou časťou pripevnené k rámu cestného koľajového vozidla a druhou koncovou časťou k hlavnému rámu adaptéra (obr. 11).

prídavný elektrický systém pre ovládanie, osvetlenie vozidla a iné.

Navrhnuté dvojcestné vozidlo obsahuje dva adaptéry, jeden pre prednú nápravu a jeden pre zadnú nápravu. Bude mať tri polohy (obr. 12) pre uvažované



Obr. 12. Rez koľajovým adaptérom pre rôzne rozchody železničnej trate

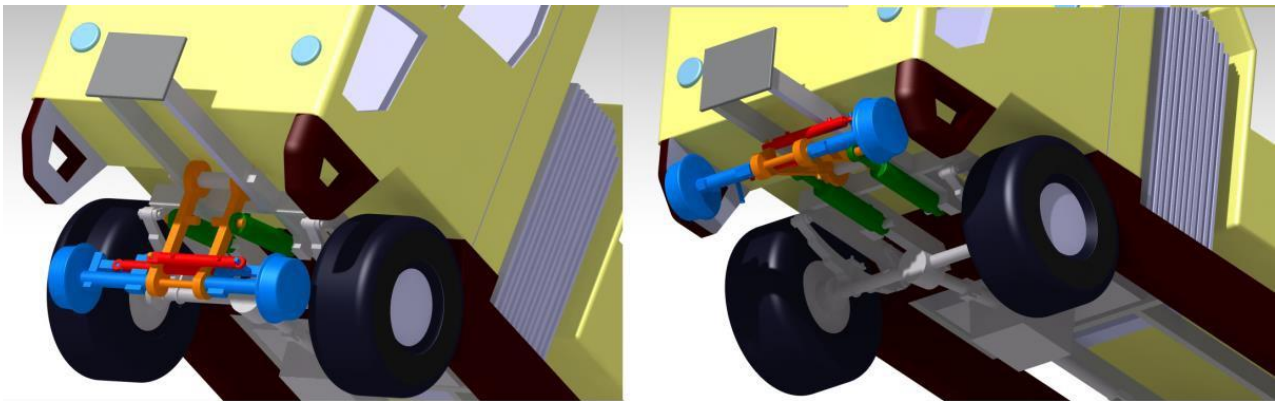
Navrhnutý adaptér pre dvojcestné vozidlo má aj ďalšie potrebné komponenty, medzi ktoré patria elektromagnetické kľúče. Zablockujú nastaviteľné časti prispôbené v jednotlivých polohách pre úzke, normálne a široké rozchody, aby sa tieto definované polohy nemenili pri jazde po železničnej trati. Samozrejmosťou je doplnenie vozidla s adaptérom o ďalšie komponenty, medzi inými sú to ventily, hadice a zdroj hydraulického tlaku hydraulického systému,

rozchody a rozchody bude možné meniť, keď sa vozidlo opiera o cestné kolesá (pneumatiky).

V tejto polohe sa adaptéry zdvihnú a celkovú hmotnosť ponесú cestné kolesá. Pri tejto konštrukcii vozidla bude ovládanie adaptérov, teda zdvíhanie, nastavovanie a uzamykanie plne automatické z kabíny vozidla. Je to skutočne značná výhoda systému. Vizualizácie spodnej časti navrhovaného cestného koľajového vozidla s adaptérmi v prednej a

zadnej časti sú na obr. 13 a obr. 14. Tieto obrázky zobrazujú adaptéry pre prednú časť vozidla (obr. 13)

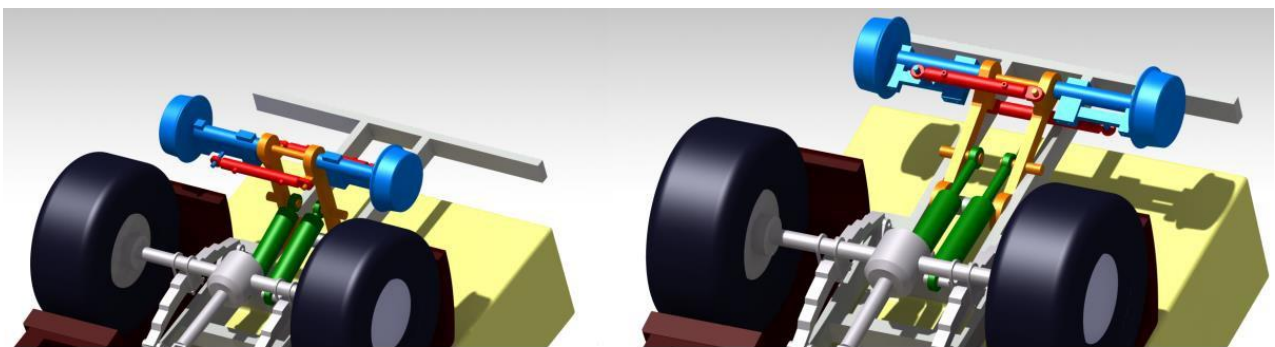
aby bolo možné vozidlo naviesť do pozdĺžnej polohy so železničnou traťou. To je ďalšia výhoda



Vysunutý koľajový adaptér

Zasunutý koľajový adaptér

Obr. 13. Koľajový adaptér v prednej časti vozidla *Multicar M31*



Vysunutý koľajový adaptér

Zasunutý koľajový adaptér

Obr. 14. Koľajový adaptér v zadnej časti vozidla *Multicar M31*

vo vysunutej a zasunutej polohe a tiež zobrazujú adaptér (železničný podvozok) pre zadnú časť vozidla (obr. 14) *Multicar M31* vo vysunutej a zasunutej polohe.

Keď sú adaptéry vo vysunutej polohe, vozidlo sa môže pohybovať po železničnej trati a keď sú adaptéry v zasunutej polohe, vozidlo sa môže bezpečne pohybovať po ceste (obr. 15).



Obr. 15. Vozidlo *Multicar M31* s koľajovými adaptérmi pri jazde po ceste

Vozidlo je možné nakoľajovať na miestach, kde je cesta približne v rovnakej úrovni ako železničná trať, teda prakticky na každom železničnom priecestí. Tieto miesta však musia byť dostatočne veľké na to,

navrhnutého vozidla, pretože vďaka malým rozmerom sa v zásade medze nekladú a dá sa vykonávať kdekoľvek.

Budúce výskumné aktivity v tejto oblasti budú zamerané na rozvoj myšlienky navrhnúť aj adaptér, ktorý by bol založený na inom princípe prenosu síl, a to na adaptéri typu *guma-koľajnica*. Následne budú tieto konštrukcie porovnané a zhodnotené ich výhody a nevýhody a z nich vyplývajúce výhody pre použitie na vybranom ľahkom nákladnom vozidle.

Ďalšie aktivity budú zamerané na analýzu konštrukcie adaptéra z hľadiska pevnosti pomocou metódy konečných prvkov [13, 14]. Nakoľko je karoséria adaptéra zaťažovaná hmotnosťou vozidla, ako aj nákladom prepravovaného tovaru alebo nákladom použitej nadstavby, mala by spĺňať všetky požiadavky z hľadiska dlhodobej prevádzky [15].

Vozidlo bude jazdiť po železničnej trati určitou rýchlosťou. Z toho vyplýva odlišná dynamická odozva v porovnaní s jeho prevádzkou na cestách. Preto by sa okrem uvedených pevnostných analýz mali vykonávať aj dynamické simulácie pomocou multibody modelu. Implementácia karosérie z konečných prvkov do multibody modelu vozidla

potom pomôže v maximálnej možnej miere simulovať reálne prevádzkové podmienky.

## ZÁVER

Cieľom predloženej práce bolo predstaviť popis dvojcestných vozidiel. Sú opísané základné vlastnosti a charakteristiky týchto špeciálnych dopravných prostriedkov, ktoré sa uplatňujú najmä v traťovom hospodárstve. Dvojcestné vozidlá sa používajú na údržbu železničných tratí, na práce pri výstavbe železničných tratí, na špeciálne účely pri opravách a na mnohé iné činnosti. Konštrukcia dvojcestných vozidiel vychádza zo štandardných cestných vozidiel, najčastejšie z nákladných vozidiel, pretože môžu byť vybavené rôznymi nadstavbami. Nákladné autá navyše obsahujú výkonný zdroj energie, ktorý je možné využiť aj na ovládanie prídavných zariadení cestných a koľajových vozidiel.

Ďalšia časť článku predstavuje návrh adaptéra, ktorý je určený na montáž na ľahké dvojcestné vozidlo. Adaptér je typu *guma-koľajnica* a jeho hlavnou výhodou je možnosť nastavenia rozchodu kolies. Takto nastaviteľný rozchod kolies cestného a koľajového vozidla je výhodný pre také lokality, v ktorých existujú železničné trate s rôznym rozchodom koľají. Je to tak aj v Slovenskej republike. Navyše kompaktné rozmery navrhnutého cestno-koľajového vozidla umožňujú jeho prevádzku prakticky kdekkoľvek.

## PodĎakovanie

„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] QIN, B. - ZENG, R. - LI, X. - YANG, J. (2021): *Design and performance analysis of the hydropneumatic suspension system for a novel road-rail vehicle*. In: Applied Sciences, Vol. 11, No. 5, pp. 1-16.
- [3] TALEBITOOTI, R. - BAYAT, R. (2018): *Active-suspension design for a special road-rail vehicle based on vehicle-track coupled model using generic*

*algorithm*. In: International Journal of Acoustics and Vibrations, Vol. 23, No. 1, pp. 9-15.

[4] DROŹDZIEL, P. - KOMSTA, H. - KRZYWONOS, L. (2012): *An analysis of costs of vehicle repairs in a transportation company. Part II*. In: Transport Problems, Vol. 7, No. 4, pp. 5-11.

[5] MORAVEC, J. (2017): *Increase of the operating life of active parts of cold-moulding tools*. In: Technicki Vjesnik, Vol. 24, pp. 143-146.

[6] 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.

[7] KURČÍK, P. - GERLICI, J. - LACK, T. - SUCHÁNEK, A. - HARUŠINEC, J. (2019): *Innovative solution for test equipment for the experimental investigation of friction properties of brake components of brake systems*. In: Transportation Research Procedia, Vol. 40, pp. 759-766.

[8] BADO, P. - JELÍNEK, V. (2012): *Speciální drážní vozidla*. Praha: Alfa, ISBN 978-80-260-5856-4, 368 p.

[9] SAZ s.r.o. [online cit.: 2021-05-05]. Available from: <http://www.saz.cz/en/category/road-rail-vehicles/>.

[10] MACOUREK, V. - SEDLÁK, J. - HARTMANN, M. (2006): *Mobilní souprava pro odporové svařování kolejnic*. In: Proceedings of Track Maintenance Machines in Theory and Practice Seminar, Žilina, pp. 55-59.

[11] *Electrification of track in Slovakia* [online cit. 2021-05-03]. Available from: <https://www.rail.sk/skhist/elektr.htm>.

[12] *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>.

[13] ŠTASTNIAK, P. - SMETANKA, L. - MORAVČÍK, M. (2018): *Structural analysis of a main construction assemblies of the new wagon prototype type zans*. In: Manufacturing Technology, Vol. 18, No. 3, pp. 510-517.

[14] JAKUBOVIČOVÁ, L. - SAPIETOVÁ, A. - MORAVEC, J. (2018): *Static analysis of transmission tower beam structure*. In: MATEC Web of Conferences, Vol. 244.

[15] LEITNER, B. (2010): *A new approach to identification and modelling of machines dynamic systems behaviour*. In: Proceedings of the 14th International Conference Transport Means, Kaunas, Lithuania, pp. 17-20.