

KONŠTRUKČNÝ NÁVRH PRESTAVBY JEDNONÁPRAVOVÉHO PRACOVNÉHO STROJA NA DVOJNÁPRAVOVÝ

DESIGN OF THE REBUILDING THE ONE-AXLE WORKING MACHINE TO TWO-AXLE WORKING MACHINE

Miroslav Blatnický¹, Ján Dižo¹

Anotácia: Článok sa zaoberá konštrukčným návrhom prestavby jednonápravového mobilného pracovného stroja na dvojnápravový. Získané vizualizované návrhy budú poskytovať náhľad na približný stav po reálnom zostrojení prototypu. Cieľom tejto úpravy je vylepšenie jazdných a prevádzkových parametrov tohto stroja tým spôsobom, aby došlo k zvýšeniu jeho využiteľnosti. Základné kritériá, ku ktorým bude návrh inklinovať, sú najmä zachovanie malých rozmerov z dôvodu prepravy za osobným vozidlom, ľahká ovládateľnosť, obsluha či prejazdnosť terénom. Zámerom je, aby rozmery novej konštrukcie poskytovali dostatočné miesto pre ergonomické usporiadanie pracoviska obsluhy a taktiež, aby bola hmotnosť malotraktora do 500 kg z dôvodu nosnosti štandardného prívesu za osobné motorové vozidlo.

Kľúčové slová: pracovný stroj, prídavná náprava, konštrukčný návrh.

Summary: This article deals with the design of the rebuilding the working machine with one axle to the working machine with two axles. Obtained visualised designs will provide the overview on the machine state after real prototype construction. The improvement of the driving and operational properties of the machine is the goal of this rebuilding and also its applicability will be increased. The design will incline to these basic criteria: retention of compact dimensions in order to transport it on a trailer for a car, easy machine handling and attendance and also passability. The aim is that dimensions of the the new machine design will provide the sufficient space for the ergonomic layout of the operator's position along with the retention of the gross machine weight up to 500 kg by reason of the load capacity of the standard trailer for a car.

Key words: working machine, additional axle, engineering design.

ÚVOD

Malotraktory sú v súčasnosti neodmysliteľným pomocníkom samostatne hospodáriacich poľnohospodárov, farmárov, záhradníkov, lesníkov, firiem poskytujúcich technické služby, obecných úradov, rôznych spoločností zabezpečujúcich verejnoprospešné práce a to za

¹ Ing. Miroslav Blatnický, Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra dopravnej a manipulačnej techniky, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovenská republika, Tel.: +421415132668, E-mail: miroslav.blatnicky@fstroj.uniza.sk.

Ing. Ján Dižo, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra dopravnej a manipulačnej techniky, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovenská republika, Tel.: +421415132668, E-mail: jan.dizo@fstroj.uniza.sk.

rôznym účelom ako napríklad kosenie, terénne práce, odstraňovanie snehu, prevážanie materiálu, vŕtanie zemným vrtákom, prečerpávanie kvapalín, oranie, postrekovanie, valcovanie, či hnojenie a mnoho ďalších užitočných úkonov potrebných na každodennú prácu (Obr. 1).



Zdroj: autori

Obr. 1 - Univerzálny pracovný stroj Agzat

Prevádzkové náklady na malotraktor sú neporovnateľne nižšie ako na stroje väčšej kategórie. Vzhľadom na malé rozmery tohto stroja je možné ho uskladňovať takmer na ľubovoľnom mieste. Ďalšou nezastupiteľnou výhodou malotraktora oproti veľkému traktoru je jeho ekonomická prevádzka najmä v prípade, že sa obhospodaruje menšia plocha. Potom návratnosť pri kúpe malotraktora je oveľa rýchlejšia ako pri veľkom stroji. Jednou z ďalších výhod malotraktorov je skutočnosť, že nie sú vybavované evidenčným číslom – ŠPZ a z toho rezultujúce nulové platby za poisťky.

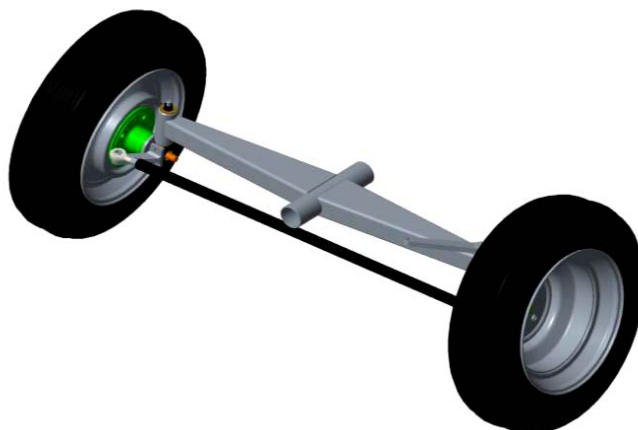
Na ovládanie týchto strojov je potrebná minimálna sila a všetky pracovné operácie sú jednoducho ovládateľné z miesta vodiča. Zakúpením rôznych periférií sa malotraktor dokáže zmeniť na rotavátor, kosačku, obracač sena, drvič záhradného odpadu či vysoko výkonné čerpadlo. Avšak aj tento stroj má svoje nevýhody. Dvojkolesová koncepcia má zhoršenú stabilitu najmä pri práci v priečnom smere vo svahu z dôvodu vyššie položeného ťažiska stroja.

1. KONŠTRUKČNÝ NÁVRH NÁPRAVY

V súčasnosti sa na trhu s malotraktormi objavujú najmä traktory dvojkolesovej konštrukcie, ktoré sú obľubované najmä kvôli svojim malým rozmerom, ekonomickej prevádzke a pomerne nízkej obstarávacej cene. Preto jedným z hlavných cieľov úpravy je zachovať tieto tri faktory, ktoré sú nesmierne dôležité pre úspech produktu na trhu. Ďalším dôležitým faktorom je dizajn, ktorý je neodmysliteľne potrebné doladiť s konštrukciou, aby sa maximálne dokázal využiť potenciál takéhoto stroja a zvýšením jeho atraktivity. Ako základné kritériá pre zmeny boli volené parametre ako jednoduchosť konštrukcie, bezpečnosť pri práci, zachovanie variability s dostupnými perifériami, malé rozmery – schopnosť

prepravy za osobným motorovým vozidlom, ľahká ovládateľnosť, ekonomická prevádzka – výkonná motorová jednotka s nízkou spotrebou a komfort obsluhy.

Ovládanie a riadenie malotraktora by malo byť čo najjednoduchšie a najmenej komplikované, pretože malotraktor je prvorado určený do záhrady k rodinnému domu, pre malých poľnohospodárov, či komunálne služby. Tým pádom musí zvládať pracovať a manévrovať na čo najmenšej ploche, ale taktiež by mal spĺňať aj kritériá, ktorými sú bezpečnosť, spoľahlivosť, jednoduchá údržba, bezporuchovosť. Za týmto účelom sa pri návrhu vychádzalo z konceptu, že vozidlo sa musí dokázať otočiť na čo najmenšej ploche a to za ideálnych podmienok okolo vlastnej osi.



Zdroj: autori

Obr. 2 - Pohľad na konštrukčný návrh detailu nápravy

Os nápravy je vyrobená z viacerých častí ako zvarenec ohýbaného plechu o hrúbke steny 3 mm a sústruženého náboja z kruhovej rúry o vonkajšom priemere 52 mm (obr. 2, 3). Náprava je výkyvne upevnená nasunutím na centrálnu nosnú rúru konštrukcie. Týmto typom upevnenia sa dosiahla svetlá výška až 300 mm a odklon kolies 6°. To umožní malotraktoru sa obratne pohybovať aj v náročnejšom teréne.



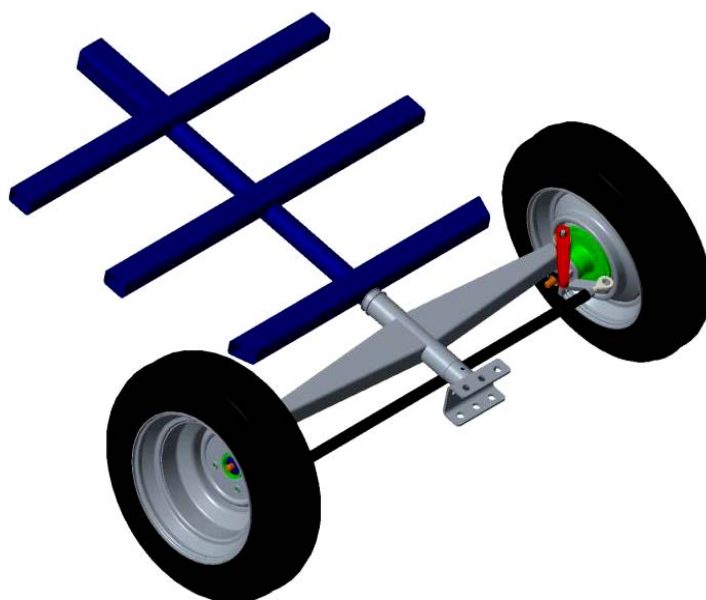
Zdroj: autori

Obr. 3 - Montážne usporiadanie nápravy

2. KONŠTRUKČNÝ NÁVRH PODVOZKA

Základnou úvahou prestavby je využitie existujúceho pohonného ústrojenstva (obr. 1) pozostávajúceho z motorovej jednotky a prevodovky. Konštrukcia je teda riešená ako prípojné zariadenie, ktoré nevyžaduje žiadne ďalšie špecifické a technicky náročné úpravy existujúceho stavu. Navrhnutá náprava (obr. 2) je upevnená na konštrukcii, ktorá vychádza z pridania centrálnej nosnej rúry, prechádzajúcej naprieč celým stredom (obr. 4).

Vďaka tejto myšlienke sa podarilo docieľenie malých rozmerov a zachovanie variability pre využitie malotraktora s ostatnými perifériami, ktoré by inak nebolo možné využívať. Táto koncepcia takisto napomohla k vyriešeniu otázky čo najlepšej stability malotraktora, nakoľko malotraktor je určený k prevádzke najmä na nespevnených a nerovných povrchoch. Je preto potrebné, aby počas celej jazdy sa vozovky dotýkal čo najväčší počet kolies. Upevnením nápravy na rúru nasunutím vznikla výkyvná náprava, ktorá dokáže kopírovať nerovnosti terénu a tak dokáže zabezpečiť stabilitu pri riadení traktora. Jedným z rozhodujúcich parametrov pre voľbu rozmerov bola skutočnosť, aby sa malotraktor dokázal prepravovať na štandardnom prípojnom vozidle za osobným motorovým vozidlom, preto by sa jeho rozmery mali pohybovať v rozmedzí maximálnych rozmerov štandardne vyrábaných prípojných vozidiel (približne 2050 mm x 1500 mm) a nemal by presahovať hmotnosť 750 kg. Samotný rám je tvorený centrálnou nosnou rúrou kruhového prierezu o vonkajšom rozmere 48 mm a podpornými priečnymi výstuhami z ocelových bezšvových rúrok (Jäklov profil) o rozmeroch 60 x 40 mm a hrúbkou steny 2 mm. Budúcnosť riešenia tejto problematiky tkvie v numerickom výpočte nosnosti rámu podvozku a jeho prierezovej optimalizácii.



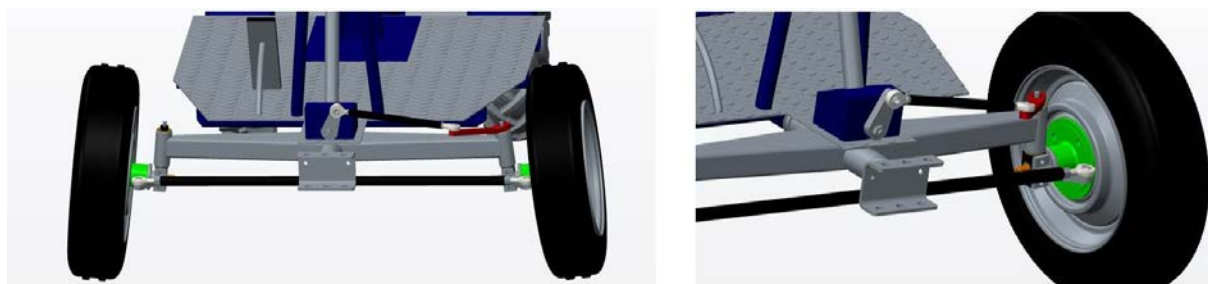
Zdroj: autori

Obr. 4 - Konštrukcia rámu podvozku

3. KONŠTRUKČNÝ NÁVRH RIADENIA

Riadenie traktora je jeden z najdôležitejších faktorov bezpečnosti pri prevádzke traktora. Pretože pôvodná verzia je riadená ručne pomocou pákových riadidiel, bolo nutné zabezpečiť iný typ riadenia, ktorý by zjednodušil obsluhu ovládanie najmä v kritických situáciách. Nakoľko sa v navrhovanej prestavbe uvažuje o zachovaní pôvodnej časti malotraktora, kde nebolo možné upravovať už existujúcu prevodovku, bolo potrebné vyriešiť riadenie na pripájanej časti a teda na prednej náprave.

Riadenie je jednoduché (obr. 5) cez ozubený prevod (pomocou kužeľových kolies), ktorý svojou konštrukciou zabezpečuje jednoduchosť pri údržbe, vysokú výdrž a odolnosť, ale najmä nízku ovládaciu silu.



Zdroj: autori

Obr. 5 - Konštrukčný návrh riadenia (vľavo) a detail riadenia (vpravo)

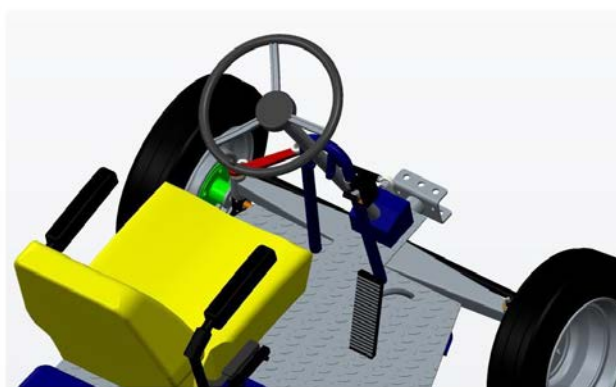
Uhol natačania kolies o veľkosti 34° zabezpečí veľmi dobrú obratnosť tohto stroja aj na malých priestoroch pri polomere otáčania 3,45 m.

4. VIZUALIZÁCIA NÁVRHU PRESTAVBY

Konštrukcia vizualizácie sa zakladala na poznatkoch, ktoré boli získané počas vytvárania analýzy v dlhšom časovom rámci a ich následnej sumarizácie. Po ucelení a zatriedení týchto informácií bola navrhnutá jednoduchá rámová konštrukcia vychádzajúca s istou zhodou tvarov s veľkými traktormi. Nakoľko vozidlo je určené najmä pre komunálne služby a drobných poľnohospodárov, jeho základným účelom je jednoduchosť a účelnosť, preto je jeho konštrukcia delená na základné časti a to zadná časť – motor s prevodovkou a predná časť s pracoviskom vodiča (obr. 6) a portálom pre pripojenie prípojných zariadení. V prednej časti sa môžu nachádzať závažia a pracovné osvetlenie. Konštrukcia vizualizácie návrhu prestavby malotraktora bola vyhotovená pomocou 3D konštrukčného programu PTC Creo Parametric 2.0 a pomocou 3D skenovacích technológií. Kvôli získaniu a zachovaniu rozmerov a tvarov bola pôvodná časť prevodovky naskenovaná 3D skenovacími zariadeniami Z Scanner 700 a Faro Edge ScanArm HD®. Skenované dáta boli následne upravené pomocou špecializovaného software-u Geomagic Design X® a až v nadväznosti na to sa pokračovalo parametrickým modelovaním jednotlivých celkov a komponentov.

Súčasný dvojkolesový riešenie malotraktora je vyhovujúce najmä pre svoje rozmerové parametre, ktoré ho umožňujú uskladniť na takmer všetkých miestach a taktiež mu umožňujú sa dostať aj do miest so sťaženou prístupnosťou ako sú skleníky, kanály, či úzke kaskády.

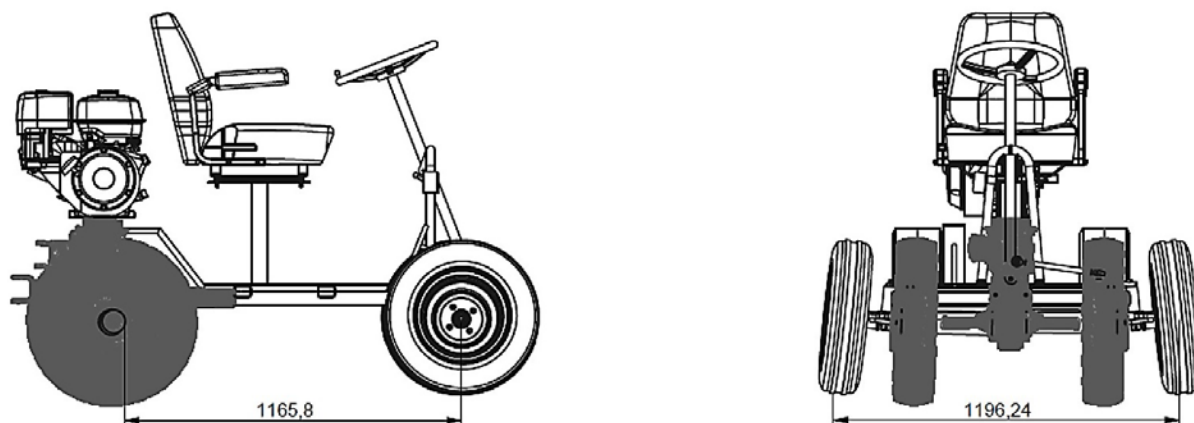
Oproti tomu medzi hlavné nevýhody patrí, že dvojkolesové malotraktory majú výrazné problémy so stabilitou najmä kvôli vysoko umiestnenému ťažisku a to najmä na šikmých plochách či kopcoch (čo vedie častokrát k prevráteniu) a taktiež je potrebné vyvinúť značnú fyzickú silu na ovládanie riadenia hlavne pri oraní a nutná chôdza za traktorom. Nevýhodou je taktiež pomerne veľký rádius otáčania s prípojným vozidlom a výrazné problémy s adhéziou pri plnom zaťažení. Preto sa navrhovaná prestavba snaží zohľadniť všetky tieto spomenuté problémy a riešiť ich použitím dostupných návrhov riešení, aby sa podarilo vyhnúť všetkým nevýhodám dvojkolesového variantu.



Zdroj: autori

Obr. 6 - Pohľad na celkovú konštrukciu prestavby stroja (vľavo) a pohľad na pracovisko obsluhy stroja (vpravo)

Navrhnutá štvorkolesová konštrukcia poskytuje oproti dostupnému riešeniu vyššiu stabilitu, keďže ťažisko je položené nižšie a zaťaženie je plynule rozložené na všetky štyri kolesá. Týmto sa rieši aj stabilita vozidla pri preprave na prípojnem vozidle a sedenie pri práci. Rozmery novej konštrukcie (obr. 8) poskytujú dostatočné miesto pre ergonomické usporiadanie pracoviska obsluhy a takisto sú postačujúce, aby bola možná preprava malotraktora na prívese (obr. 9 vľavo). Materiály a ich rozmery pre výrobu tejto konštrukcie sú zvolené tak, aby hmotnosť malotraktora nepresahovala 500 kg kvôli nosnosti štandardného prívesu za osobné motorové vozidlo a takisto aby bola zabezpečená jednoduchosť pri manipulácii počas kontroly a údržby vozidla s využitím dostupných prvkov používaných pri vykonávaní takýchto úkonov.

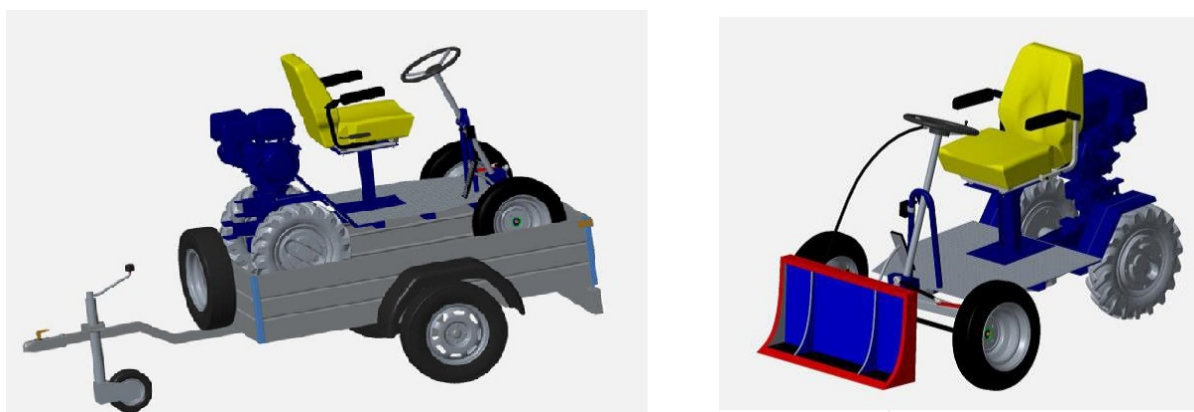


Zdroj: autori

Obr. 7 - Rázvor náprav stroja (vľavo) a rozchod prídavnej prednej nápravy (vpravo)

Vzhľadom k tomu, že malotraktor nemá žiadne odpruženie, komfort obsluhy je zabezpečený smerovo a výškovo nastaviteľným sedadlom upevneným na plynovej vzpere (pieste), ktorá dostatočne absorbuje vibrácie spôsobené prejazdom po nerovnostiach. Keďže pri prestavbe je kladený vysoký dôraz na zachovanie variability malotraktora, je možné ho štandardne používať so všetkými zariadeniami dodávanými ako voliteľné príslušenstvo – napr. drvič záhradného odpadu, rotavátor, snežná fréza či zametacia kefa.

Nakoľko táto prestavba v sebe obsahuje aj pripájací ťažný prvok v prednej časti malotraktora, je možné ho používať aj so zariadeniami, ktoré je pre správne použitie nutné upevniť o prednú časť vozidla ako napríklad predná bubnová kosačka, radlica na odhrňanie sypkých materiálov (obr. 9 vpravo) či navijak na odstraňovanie bremien pre občasné zlepšenie prejazdnosti.



Zdroj: autori

Obr. 8 - Preprava pracovného stroja na prívese (vľavo) a zobrazenie stroja s čelnou radlicou (vpravo)

ZÁVER

Článok sa zaoberal konštrukčným návrhom prestavby dvojkolesového malotraktora na štvorkolesový malotraktor v súčinnosti dodržania istých požiadaviek. Tieto požiadavky tkveli v zachovaní výhod malotraktorov v komparácii s väčšími strojmi a zároveň by sa zlepšili jazdné vlastnosti navrhovaného výrobku v porovnaní s dvojkolesovým vyhotovením. Navyše s prichádzajúcim trendom zvyšovania pohodlia pri vykonávaní bežných prác v okolí domu či komunálnych služieb sa čoraz viac dbá na pohodlie a komfort obsluhy, čo pri manuálnom ovládaní s vynaložením nemalej sily obsluhy alebo pešia chôdza za strojom sa s týmto trendom nestotožňuje. Ďalej môžeme komfort navrhovanej prestavby úmerne zvyšovať napríklad podobe mäkšieho podvozku, bohatejšej výbavy alebo automatizovanej výmeny pripojiteľných zariadení. Vzhľadom k týmto skutočnostiam je pravdepodobné, že by sa mal vývoj malotraktorov uberať cestou štvorkolesových variantov v kombinácii s použitím prvkov z terénnych motokár či bugín, ktoré poskytujú mnohé riešenia pre využitie aj v bežnej praxi.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- (1) BARAN, P., KUKUČA, P., BREZÁNI, M., BARTA, D.: Functionality of the Stirling engine with nonconventional mechanism FIK. In: *Machines, technologies, materials: international virtual journal*. Vol. 9 , no. 8, 2015, online, s. 22-25, ISSN 1313-0226.
- (2) GALLIKOVÁ, J., VOLNA, P.: Aplikácia metódy FMEA v podmienkach údržby jazdných súprav. In: *Spravodaj ATD SR (Asociácia technických diagnostikov Slovenskej republiky)*, roč. 13, č. 2, 2016, s. 46-53, ISSN 1337-8252.
- (3) HAUSER, V., NOZHENKO, O. S., KRAVCHENKO K. O., LOULOVÁ, M., GERLICI, J., LACK, T.: Návrh mechanizmu nastavovania náprav podvozka do radiálnej polohy. In: *Dynamika tuhých a deformovateľných telies 2016*, zborník prednášok, Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně, 5.-7. októbra, 2016, CD-ROM, 8 s., ISBN 978-80-7561-016-4.
- (4) KORECZ, K., GERLICI, J., LACK, T., LACKOVÁ, M.: Computer aided research in transport technology. In: *TRANSCOM 2005: 6th European Conference of Young Research and Science Workers in Transport and Telecommunications*, Žilina, 27-29 June 2005, Žilina: University of Žilina, 2005. P. 77-80, ISBN 80-8070-419-8.
- (5) SUCHÁNEK, A., HARUŠINEC, J., GERLICI, J., LACK, T.: Experimentálne a analytické zisťovanie napätí a teplôt v brzdenom železničnom kolese pri brzdení klátikovou brzdou. In: *Strojírenská technologie: časopis pro vědu, výzkum a výrobu*. Roč. 18, č. 2, 2013, s. 111-116, ISSN 1211-4162.
- (6) ŠŤASTNIAK, P., HARUŠINEC, J., GERLICI, J., LACK, T.: Štruktúrálna analýza konštrukcie rámu nákladného podvozka. In: *Strojírenská technologie: časopis pro vědu, výzkum a výrobu*. Roč. 18, č. 2, 2013, s. 105-111, ISSN 1211-4162.