

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Примљено	29.09.2022		
Фр. ред.	Број	Ср. ред.	Врста
	612-362/2022		

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ

Одлуком Изборног већа Машинског факултета у Нишу, број 612-315-7/2022 од 31.08.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за писање извештаја за избор једног сарадника у звање асистент са докторатом за ужу научну област Транспортна техника и логистика.

На основу увида у конкурсни материјал који нам је достављен, Изборном већу Машинског факултета у Нишу, подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Конкурс за избор једног сарадника у звање асистент са докторатом за ужу научну област Транспортна техника и логистика на Машинском факултету Универзитета у Нишу расписан је у публикацији Послови Националне службе за запошљавање Републике Србије дана 20.07.2022.

На објављени конкурс пријавио се један кандидат др Јован Павловић, асистент - пријава заведена деловодним бројем 612-297/22 Машинског факултета у Нишу дана 08.08.2022.

Комисија је утврдила да је кандидат доставио потребну документацију према условима конкурса.

1. ОСНОВНИ БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

1.1. Лични подаци

Јован Павловић рођен је 09.07.1987. године у Београду. Живи у Нишу и запослен је у звању асистента на Катедри за транспортну технику и логистику Машинског факултета у Нишу.

1.2. Подаци о досадашњем образовању

Основне академске студије, кандидат др Јован Павловић, завршио је на Машинском факултету, Универзитета у Нишу 2010. године на студијском програму Машинско инжењерство - образовни профил Саобраћајно машинство, транспортна техника и логистика са просечном оценом 9,00. Завршио је мастер академске студије 2012. године са просечном оценом 9,50 и називом мастер рада: „Истраживање и развој хидрауличних трансмисија мобилних машина“ на студијском програму Машинско инжењерство - образовни профил Саобраћајно машинство, транспортна техника и логистика.

Након завршених мастер студија уписао је докторске академске студије на Машинском факултету у Нишу, смер Транспортна техника. Докторску дисертацију под називом: „Оптимална синтеза погонских механизма манипулатора утоваривача“ одбранио је 30.09.2021. године и стекао научно звање доктора наука у области машинско инжењерство.

1.3. Професионална каријера и допринос академској заједници

У периоду од 2013. до 2017. године кандидат је био стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја. У периоду од 2017. до 2019. године радио је као истраживач приправник/сарадник на Машинском факултету у Нишу у оквиру пројекта „Теоријско-експериментална истраживања

динамике транспортних машинских система“ - програм технолошког развоја, бр. 35049, а од 2019. ангажован је на пројекту Машинског факултета у Нишу под називом: „Истраживање и развој машинских система нове генерације у функцији технолошког развоја Србије“. Децембра 2019. године изабран је у звање асистент за ужу научну област Транспортна техника и логистика.

У протеклом периоду учествовао је на бројним националним и међународним конференцијама у земљи и иностранству са радовима из области транспортне технике и логистике. Учествовао је, 2017. године, на семинару у оквиру ERASMUS+ пројекта - Enhancement of HE Research Potential Contributing to Further Growth of the WB Region (Re@WBC).

Био је члан Организационих одбора Пете, Шесте, Седме и Осме међународне конференције Транспорт и логистика TIL 2014, TIL 2017, TIL 2019, TIL 2021.

Учествовао је у три стручна пројекта реализована за потребе привреде:

- Анализа стабилности багера SANY SY 310С Рудника Ковин, наручилац: ПД Рудник Ковин, Цара Лазара 85, 26200 Ковин, 2014. године;
- Испитивање рамне дизалице у фази пројектовања, за потребе фирме: *Gama Consulting*, Василија Ђуровића Жарког 56, Прокупље, 2016. године;
- Рипер за трактор гусеничар Liebherr PR716XL, за потребе фирме: *Brana komerc doo*, Миленгине Буне б.б., Крушевац, 2018. године.

Члан комисије за испитивање возила Центра за моторе и моторна возила Машинског факултета Универзитета у Нишу.

1.4. Смисао за наставни рад

Од школске 2012/2013. године кандидат је ангажован за извођење вежби из више предмета на Катедри за транспортну технику и логистику у оквиру основних и мастер академских студија машинског инжењерства и инжењерског менаџмента: САД технологије, Одржавање машинских система и транспортних средстава, Друмска возила, Пројектовање мобилних машина, Ергономија и индустријски дизајн, Структурна анализа конструкција, Одржавање саобраћајно-транспортних средстава, Теорија кретања возила, Хидраулички и пнеуматички системи возила, САД студио машина и возила, Системи складиштења и дистрибуције, Системи друмских возила.

1.5. Познавање страних језици

Кандидат је у пријави навео да познаје енглески језик.

1.6. Награде и стипендије

У периоду од 2013. до 2017. године кандидат је био Стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

1.7. Студијски боравци - усавршавања

Кандидат је 2018. године реализовао студијски боравак на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду у оквиру програма *Интерна мобилност у Републици Србији*.

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊЕГ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОГ И СТРУЧНОГ РАДА КАНДИДАТА

Кандидат је уз пријаву приложио преглед остварених научно-истраживачких резултата, а Комисија је извршила категоризацију радова према важећем Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача - Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

2.1. Радови у међународним часописима М20:

- 2.1.1. Petrović, G., Pavlović, J., Madić, M., Marinković, D.: *Optimal Synthesis of Loader Drive Mechanisms: A Group Robust Decision-Making Rule Generation Approach*, *Machines*, 10, 329 2022. doi: 10.3390/machines10050329 (M21)

- 2.1.2. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V.: *Optimization of Manipulator Drive Mechanisms in Hydraulic Excavators on the Basis of the Tribological Criterion*, Scientia Iranica, (accepted for publication), 2019. doi: 10.24200/sci.2019.50617.1790. (M23)
- 2.1.3. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V.: *Optimization of a Loader Mechanism on the Basis of the Directed Digging Force*, Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering, First online, pp.1-10, 2018. doi:10.1007/s40997-018-0236-z. (M23)
- 2.1.4. Petrović, S., Lozanović-Šajjić, J., Knežević, T., **Pavlović, J.**, Ivanov, G.: *Triz method application for improving the special vehicles maintenance*, Journal Thermal Science, vol. 18(1), pp. S13-S20, 2014. doi: 10.2298/TSCI130204169P. (M23)
- 2.1.5. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Analysis of the influence of the digging position on the loading of the axial bearing of slewing platform drive mechanisms in hydraulic excavators*, Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering, First online, 2019, doi: 10.22190/FUME 190225020J. (M24)
- 2.1.6. Janošević, D., **Pavlović, J.**, Jovanović, V., Petrović, G.: *A Numerical and Experimental Analysis of the Dynamic Stability of Hydraulic Excavators*, Facta Universitatis, Series Mechanical Engineering, Vol. 16(2), pp.157-170, 2018. doi: 10.22190/FUME180404015J. (M24)
- 2.1.7. **Pavlović, J.**, Jovanović M., Milojević, A.: *Optimal Synthesis of the Manipulator Using Two Competitive Methods*, Facta universitatis Series: Mechanical Engineering Vol. 12(1), pp. 61-72, 2014. (M24)

2.2. Радови у зборницима међународних научних скупова М30:

- 2.2.1. **Pavlović, J.**, Đokić, R., Petrović, N., Despenić, N.: *Optimization of a Loader Drive Mechanisms on the Basis of the Cycle Time Criterion*, The Eighth International Conference Transport and Logistics, Til 2021, pp. 115 - 120, 2021. (M33)
- 2.2.2. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Nikolić, B., Jovanović, V., Petrović, N.: *Load Analysis of Steering Mechanism of Wheel Loader*, X International Conference Heavy Machinery-HM 2021, 2021. (M33)
- 2.2.3. Jovanović, V., Janošević, D., Petrović, N., **Pavlović, J.**: *Analysis of the influence of axial bearing friction on the choice of slewing platform drive of hydraulic excavators*, 5th International scientific conference COMETA 2020., Faculty of Mechanical Engineering, East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering, East Sarajevo, pp. 324 - 329, 26. - 28. November, 2020. (M33)
- 2.2.4. Petrović, N., Jovanović, V., **Pavlović, J.**, Mihajlović, J.: *Determining the Impacts of Passenger Transport Modes on Air Pollution in the European Union*, The Fifth International Conference "Mechanical Engineering in XXI Century" - MASING 2020, Faculty of Mechanical Engineering in Niš, Niš, 9. - 10. Dec, pp. 307 - 310, 2020. (M33)
- 2.2.5. Petrović, N., Jovanović, V., Živojinović, T., **Pavlović, J.**: *Using Multiple Criteria Decision-Making Technique to Evaluate Serbian Railway System Operation Performance*, XIX International Scientific-expert Conference on Railways RAILCON '20, Faculty of Mechanical Engineering Niš, 15. - 16. Oct, pp. 125 - 128, 2020. (M33)
- 2.2.6. Jovanović, V., Janošević, D., Milić, P., **Pavlović, J.**: *Analysis of Loading Tooth Manipulator for Breaking of Crawler Tractor*, Seventh International Conference Transport and Logistics - TIL 2019, Niš, Serbia, Faculty of Mechanical Engineering Niš, 6. Dec, 2019 pp. 153 - 156, Niš (M33)
- 2.2.7. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Petrović, N.: *Multi-Criteria Optimal Synthesis of the Loader Manipulator Drive Mechanisms Using the Genetic Algorithm*, In Proceedings of the Seventh International Conference Transport and Logistics - TIL 2019, pp. 167 - 172, 2019. (M33)
- 2.2.8. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Hydrostatic systems for recuperation energy of mobile machines*, In Proceedings of the XIV International Conference Systems, Automatic Control and Measurements - SAUM 2018, Niš, Serbia, Proceedings paper no. I3 Sesion I., 2018. (M33)
- 2.2.9. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Anđelković, B., Jovanović, V.: *Models for determination of the loaders digging resistance forces*, In Proceedings of the 4th International Conference Mechanical Engineering in XXI Century MASING 2018, Niš, Serbia, pp. 373-377, 2018. (M33)
- 2.2.10. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V.: *Analysis of the Load of the Railway Lifting Platform*, In Proceedings of XII Scientific-Expert Conference on Railways – Railcon '18, Niš, Serbia, pp. 221-224, 2018. (M33)
- 2.2.11. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Experimental analysis of energy parameters drive mechanisms, hydraulic excavator*, In Proceedings of the Sixth International Conference Transport and Logistics - TIL 2017, Niš, Serbia, pp. 77-81, 2017. (M33)

- 2.2.12. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Petrović G., Spasović N.: *Development of the power steering system in mobile machines*, In Proceedings of the Sixth International Conference Transport and Logistics - TIL 2017, Niš, Serbia, pp. 145-151, 2017. (M33)
- 2.2.13. Micić, S., **Pavlović, J.**: *Mobile Machines Mechatronic Systems and Software*, In Proceedings of the Sixth International Conference Transport and Logistics - TIL 2017, TIL 2017, Niš, Serbia, pp. 237-241, 2017. (M33)
- 2.2.14. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**, Petrović G.: *Digging resistance model shovel manipulator of hydraulic excavator*, In Proceedings of IX Triennial International Conference Heavy Machinery - HM 2017, Zlatibor, Serbia, pp. 101-104, 2017. (M33)
- 2.2.15. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Petrović N.: *Analysis of the influence of parameters of hydrostatic system on the manipulator drive of the mobile machine*, In Proceedings of IX Triennial International Conference Heavy Machinery - HM 2017, Zlatibor, Serbia, pp: 105-108, 2017. (M33)
- 2.2.16. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Determining the Reaction of Reliance Hydraulic Excavators at Work and the Movement on Railway*, In Proceedings of XVII International Scientific-Expert Conference On Railways - Railcon '16, Niš, Serbia, pp. 117-120, 2016. (M33)
- 2.2.17. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P.: *Hydrostatic Systems for Vibration Damping in the Movement of Mobile Machinery*, In Proceedings of XXV International Conference "Noise and Vibration", Tara, Serbia, pp. 165-168, 2016. (M33)
- 2.2.18. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Petrović, N.: *Optimal Synthesis of the Loader's Manipulator Powertrains with Z Kinematics*, In Proceedings of 3rd International Conference Mechanical Engineering in XXI Century, Niš, Serbia, pp. 415-420, 2015. (M33)
- 2.2.19. Jovanović, V., Janošević, **Pavlović, J.**, Milić, P.: *Dynamic simulation of hydraulic excavators with shovel manipulator*, In Proceedings of 3rd International Conference Mechanical Engineering in XXI Century, Niš, Serbia, pp. 422-426, 2015. (M33)
- 2.2.20. Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P., **Pavlović, J.**: *Analysis of Surface Pressure at the Substrate Reliance Crawler Mechanisms of Motion of Hydraulic Excavators*, In Proceedings of 3rd International Conference Mechanical Engineering in XXI Century, Niš, Serbia, pp. 411-414, 2015. (M33)
- 2.2.21. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V.: *Tribological Criteria of Efficiency Evaluation in Work of Loader Manipulator*, In Proceedings of 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja, Serbia, pp.879-884, 2015. (M33)
- 2.2.22. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Analysis of Dynamic Stability of Excavator Depending on the Temperature of the Hydraulic Oil in Excavator Drive System*, In Proceedings of 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja, Serbia, pp.814-821, 2015. (M33)
- 2.2.23. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P.: *Dynamic analysis of the Z-bar loader working mechanism*, In Proceedings of the Fifth International Conference Transport and Logistics - TIL 2014, Niš, Serbia, pp. 119-123, 2014. (M33)
- 2.2.24. Janošević, D., **Pavlović, J.**, Savić, I., Marković, S.: *Optimization of the Powertrain Manipulator Mechanisms with Hydrostatic Drive*, In Proceedings of the Fifth International Conference Transport and Logistics - TIL 2014, Niš, Serbia pp. 47-50, 2014. (M33)
- 2.2.25. Jovanović, V., Janošević, D., Djokić, R., **Pavlović, J.**: *Software Development for Optimal Synthesis of Slewing Platform Drive Mechanism of Mobile Machine*, In Proceedings of the Fifth International Conference Transport and Logistics - TIL 2014, Niš, Serbia, 2014. (M33)
- 2.2.26. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Petrović, S.: *The Development of Hydrostatic Drive Transmissions of Wheel Loaders*, In Proceedings of the Eighth Triennial International Conference Heavy Machinery - HM 14, Zlatibor, Serbia, pp. 43-48, 2014. (M33)
- 2.2.27. Janošević, D., **Pavlović, J.**, Jovanović, V., Milić, P.: *Optimal Synthesis of the Driving Mechanism of Basket Articulated Trucks*, In Proceedings of the Eighth Triennial International Conference Heavy Machinery - HM 14, Zlatibor, Serbia, pp. 113-118, 2014. (M33)
- 2.2.28. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *The Kinematic and Dynamic Analysis of the Hydraulic Excavators*, In Proceedings of the Eighth Triennial International Conference Heavy Machinery - HM 14, Zlatibor, Serbia, pp. 187-192, 2014. (M33)
- 2.2.29. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P.: *Kinematic Analysis of the Z-Bar Loader Working Mechanism*, In Proceedings of the Eighth International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering - KOD 2014, Balatonfüred, Hungary, pp. 47-50, 2014. (M33)
- 2.2.30. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**, Petrović, N.: *Definition of Directed Digging Force for Assessment of the Hydraulic Excavator Work*, In Proceedings of the Eighth International Symposium

Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering - KOD 2014, Balatonfüred, Hungary, pp. 51-54, 2014. (M33)

- 2.2.31. Janošević, D., Savić, I., Jovanović, V., **Pavlović, J.**: *Regulation for Hydrostatic Transmission of Machines and Vehicles*, In Proceedings of the XII International Conference Systems, Automatic Control and Measurements - SAUM 2014, Niš, Serbia, pp.332-336, 2014. (M33)
- 2.2.32. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V., Savić, I.: *Motion Regulation of the Wheel Loaders*, In Proceedings of the XII International Conference Systems, Automatic Control and Measurements - SAUM 2014, Niš, Serbia, pp. 336-340, 2014. (M33)
- 2.2.33. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**, Petrović, N.: *Control of Slewing Platform Drive of Mobile Machines*, In Proceedings of the XII International Conference Systems, Automatic Control and Measurements - SAUM 2014, Niš, Serbia, pp. 340-343, 2014. (M33)
- 2.2.34. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Decisions about the choice of suppliers with AHP method*, In Proceedings of the IV International Conference Industrial Engineering And Environmental Protection 2014 (IIZS 2014), Zrenjanin, Serbia, pp.352-355, 2014. (M33)
- 2.2.35. Savić, I., Janošević, D., Jovanović, V., **Pavlović, J.**: *Implementation methods fdm for decision-making in design*, In Proceedings of the IV International Conference Industrial Engineering And Environmental Protection 2014 (IIZS 2014), Zrenjanin, Serbia, pp.342-347, 2014. (M33)
- 2.2.36. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Analysis and synthesis drive movement of hydraulic excavators*, In Proceedings of the Second International scientific conference COMETA 2014, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp.521-528, 2014. (M33)
- 2.2.37. Janošević, D., Jovanović, V., **Pavlović, J.**, Milić, P.: *Analysis of a movement resistance of crawler mobile machines*, In Proceedings of the Second International scientific conference COMETA 2014, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp. 415-420, 2014. (M33)
- 2.2.38. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**, Petrović, N.: *Vibration analysis of hydraulic excavators*, In Proceedings of 24th International Conference Noise and Vibration, Niš, Serbia, pp.217-220, 2014. (M33)
- 2.2.39. Janošević, D., Jovanović, V., **Pavlović, J.**: *Analysis of the performance parameters of mobile machines*, In Proceedings of 6st International scientific Conference Science and higher education in function of sustainable development – SED 2014, Uzice, Serbia, pp. 1-6, 2014. (M33)
- 2.2.40. Janošević, D., **Pavlović, J.**, Jovanović, V.: *Application of the mobile machines in railway transport*, In Proceedings of International Scientific-Expert Conference On Railways, Niš, Serbia, pp.241-244, 2014.
- 2.2.41. Janošević, D., Jovanović, V., **Pavlović, J.**: *Analysis and synthesis of travel transmission of crawled mobile machines*, 14th International Conference Research and Development in Mechanical Industry – RaDMI 2014, Topola, Serbia, pp. 848-854, 2014. (M33)

2.3. Радови у часописима националног значаја М50:

- 2.3.1. Jovanović, V., Janošević, D., Ćirić, I., **Pavlović, J.**: *Hydrostatic Systems for Energy Recuperation in Earthmoving Machines*, Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, vol. 18, no. 3, pp. 153 - 161, 2019. doi: 10.22190/FUACR1903153J (M51)
- 2.3.2. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Analysis of the Influence of Slewing Platform Drive Mechanism of Hydraulic Excavators on the Load of the Axial Bearing Mechanism*, IMK-14 – Research & Development in Heavy Machinery 24(4), pp. 109-112, 2018. (M52)
- 2.3.3. **Pavlović, J.**, Janošević, D., Jovanović, V.: *Optimization of drive mechanism of mobile machines manipulator using tribological criteria*, Acta Technica Corviniensis, Bulletin of Engineering, tome Vol. 10, No. 2, pp. 2067 – 3809, 2017. (M51)
- 2.3.4. Janošević, D., Jovanović, V., **Pavlović, J.**, Milić P.: *Load analysis of the track type movement mechanisms of hydraulic excavators*, IMK-14 Research and Development in Heavy Machinery, Vol. 23(2), pp. 0354-6829, 2017. (M52)
- 2.3.5. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Experimental Analysis of the Parameters of the Slewing Platform Drive Mechanism of Hydraulic Excavators*, IMK-14 Research and Development in Heavy Machinery, Vol. 22(2), pp. 31-36, 2016. (M52)
- 2.3.6. Jovanović V., Janošević D., **Pavlović J.**: *Experimental analysis of manipulator joints loading in hydraulic excavators*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Vol. 8, No.1, pp. 233-240, 2015. (M51)
- 2.3.7. Janošević, D., **Pavlović, J.**, Jovanović, V., Milić, P.: *Kinematic and Dynamic Simulation of the Wheel Loaders with the Z-bar Working Mechanism*, IMK-14 – Research and Development in Heavy Machinery 20(2) pp. 39-46. 2014. (M52)

- 2.3.8. Jovanović, V., Janošević, D., **Pavlović, J.**: *Experimental determination of resistance digging of hydraulic excavator*, IMK-14 – Research & Development in Heavy Machinery, Vol.19, No.3, pp. 83-88, 2013. (M53)

2.4. Одбрањена докторска дисертација M70

- 2.4.1 **Павловић, Ј.**: *Вишекритеријумска оптимална синтеза погонских механизма манипулатора утоваривача*, Универзитет у Нишу, Машински факултет, 2021.

2.5. Техничка и развојна решења M80

- 2.5.1 Јаношевић Д., Јовановић В., **Павловић Ј.**, Милић П., Марковић С., Петровић Н.: *Софтверски пакет за анализу стабилности и носивости хидрауличких багера*”, техничко решење, Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја Теоријско-експериментална истраживања транспортних машинских система, ТР 35049, година реализације: 2015., Машински факултет Универзитета у Нишу. (M85)
- 2.5.2 Д. Јаношевић, **Павловић Ј.**, Јовановић В., Милић П., Петровић Н., Марковић С.: *Софтверски пакет за оптималну синтезу погонских механизма манипулатора утоваривача*, техничко решење, Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја Теоријско-експериментална истраживања транспортних машинских система, ТР 35049, година реализације: 2014., Машински факултет Универзитета у Нишу. (M85)
- 2.5.3 Јаношевић Д., Јовановић В., Јанковић, П., Милић П., **Павловић Ј.**: *Метода за експериментално одређивање отпора копања хидрауличких багера*, техничко решење, Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја Теоријско-експериментална истраживања транспортних машинских система, ТР 035049, година реализације: 2013., Машински факултет Универзитета у Нишу. (M85)
- 2.5.4 Јаношевић Д., Јовановић В., Милић П., Петровић Н., **Павловић Ј.**: “Софтверски пакет за оптималну синтезу погонских механизма манипулатора хидрауличких багера”, техничко решење, Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја Теоријско-експериментална истраживања транспортних машинских система, ТР 35049, година реализације: 2012., Машински факултет Универзитета у Нишу. (M85)

3. АНАЛИЗА РАДОВА

У раду **2.1.1** представљен је хибридни вишекритеријумски приступ одлучивању који се може користити за оцену алтернатива оптималне синтезе погонских механизма утоваривача. Ова студија представља примену интегрисаног приступа доношења одлука, односно генерисања робусног правила одлучивања за групно одлучивање (RDMR-G) комбиновањем различитих метода вишекритеријумског одлучивања (MCDM) и Taguchi методе. У циљу оптималне синтезе погонског механизма утоваривача, пет експерата са искуством и знањем у овој области, разматрало је двадесет шест различитих конструкцијских решења кинематичког ланца – алтернатива и извршило њихову процену у односу на шест критеријума. Добијени резултати су ранжирани на основу оцена сваког експерта и на основу предложеног хибридног приступа. Као пример показана је практична примена RDMR-G приступа.

У раду **2.1.2** дата је функционална, структурна и триболошка анализа лараметра кинематичких парова (зглобова) кинематичког ланца погонских механизма манипулатора хидрауличког багера. На основу спроведене анализе дефинисан је триболошки критеријум, као један од низа критеријума, за оптималну синтезу погонских механизма манипулатора хидрауличког багера. Показатељ критеријума је одређен као механичка ефикасност погонских механизма, да би се показао триболошки губитак снаге погонског механизма багера услед трења између елемената спојева погонског механизма манипулатора. Као пример, дати су експериментални резултати триболошког истраживања и показатељи триболошког критеријума током испитивања и синтезе погонских механизма манипулатора хидрауличког багера масе 17 000 kg.

У раду **2.1.3** дефинисана је усмерена сила копања као критеријум за оптималну синтезу погонских механизма манипулатора. Усмерена сила копања се дефинише на основу следећих сила: граничне силе копања које дозвољава стабилност утоваривача, граничне силе копања које омогућују

погонски механизми манипулатора утоваривача и фактора који се односе на положај копања у радном простору утоваривача, правца и смера деловања могућег отпора копања. Општи математички модел и апликативни софтвер дефинишу се у сврху одређивања усмерене силе копања. На основу математичког модела утоваривач развијен је софтвер који омогућује одређивање и детаљну анализу сила копања у целом радном подручју утоваривача. Коришћењем развијеног софтвера обављена је анализа граничних сила копања и одређена дефинисана усмерена сила копања за две варијанте утоваривача исте масе (око 15000 kg са запремином кашике од $2,3\text{ m}^3$) са истим параметрима кинематичког ланца али различитим параметрима погонских механизма манипулатора.

У раду **2.1.4** приказана је примена ТРИЗ методе за унапређење одржавања возила на којем је инсталирана специјална опрема. У раду је разматран конкретан проблем који се односи на одржавање перископских уређаја односно тзв. загревних стакала. У раду је најпре идентификован проблем који је доминантан и чијем решавањем се остварује најбоље техничке карактеристике. На крају рада дате су карактеристике техничког решења добијене симулацијом и експериментом.

У раду **2.1.5** дефинисан је општи математички модел хидрауличких багера за одређивање граничних и могућих отпора копања и еквивалентних оптерећења аксијалног лежаја погонског механизма обртне платформе у целом радном подручју багера. Коришћењем развијеног математичког модела и програма, на примеру хидрауличког багера масе 100000 kg са утоварним манипулатором запремине кашике $2,3\text{ m}^3$ извршена је детаљна анализа утицаја положаја и отпора копања на оптерећење аксијалног лежаја погонског механизма обртне платформе багера.

У раду **2.1.6** дати су резултати анализе утицаја температуре хидрауличког уља хидростатичког погонског система багера на динамичку стабилност багера. При анализи је коришћен софтвер развијен на основу дефинисаног општег динамичког математичког модела багера заснованог на *Newton-Euler*-овим једначинама. Дефинисаним моделом чланови кинематичког ланца багера моделирају се крутим телима а актуатори (хидроцилиндри и хидромотори) погонских механизма багера еластично-пригушним елементима. Еластично-пригушне карактеристике актуатора дефинисане су зависно од величине актуатора, стишљивости и температуре хидрауличког уља хидростатичког погонског система багера. Као пример дати су резултати анализе динамичке стабилности багера гусеничара масе 16000 kg за различите вредности температуре хидрауличког уља хидростатичког погонског система багера.

У раду **2.1.7** дата је програмска реализација за тражење оптималне геометрије раванског *Z*-механизма. Рад показује математичку процедуру дефинисања функције циља, функција ограничења, области претраживања којима се решава задатак оптимизације. Полазећи од решења у пракси, дат је нумерички пример одређивања оптималног дизајна са четири параметра оптимизације. Сви параметри оптимизације су геометријски на механизму за одређивање нагиба кашике. Задатак је решаван различитим нумеричким методама - методом формалног претраживања хиперпростора (метода пасивног екенирања) и апроксимативном методом квадратног секвенцијалног програмирања - *SQP* (применом *fminmax* функције из Матлабовог оптимизационог *toolbox*-а). Верификација решења је вршена анимацијом у програму за геометријско моделирање. Резултати су графички илустровани.

У раду **2.2.1** је представљен је математички модел који дефинише временски критеријум као један од могућих критеријума за оптимизацију погонских механизма манипулатора утоваривача. Приказана је анализа утицаја параметара погонског система и параметара механизма манипулатора на трајање операција манипулационог задатка утоваривача. Као пример, дати су резултати анализе три различита механизма манипулатора утоваривача, који имају масу 15000 kg .

У раду **2.2.2** је, у првом делу, представљен математички модел за одређивање компонената оптерећења обртног зглоба закретног механизма за управљање кретањем утоваривача точкаша. У другом делу рада, дати су резултати истраживања оптерећења обртног зглоба закретног механизма добијени динамичком нумеричком симулацијом рада утоваривача масе 15000 kg при обављању манипулационих задатака кретањем по различитим ослоним површинама.

У раду **2.2.3** дефинисан је општи математички модел хидрауличких багера за одређивање потребног погонског момента обртне платформе без и са утицајем трења у аксијалном лежају механизма платформе. Коришћењем развијеног математичког модела и програма, на примеру хидрауличног багера масе 100000 kg са утоварним манипулатором запремине кашике $6,5\text{ m}^3$, извршена је анализа утицаја отпора трења у аксијалном лежају на величину погонског момента механизма обртне платформе.

У раду **2.2.4** представљена је методологија која омогућава квантификацију и анализу утицаја сваког вида превоза путника на квалитет ваздуха коришћењем *feed-forward* неуронских мрежа. Развијени модел користи параметре за земље чланице ЕУ у период од 2000. до 2014. Поред научног и

практичног доприноса, развој модела пружа и добру основу за формирање универзалне платформе како би се креирале и развиле стратегије, односно мере за побољшање квалитета ваздуха на глобалном нивоу.

У раду **2.2.5** приказана је вишекритеријумска метода одлучивања (MCDM) за процену терета и радни учинак путничког железничког система. У првом делу приказан је систем оцењивања на основу индикатора заснован на званичним подацима са 5 индикатора и укупно 18 подиндикатора теретног и путничког транспорта. У другом делу формулисан је приступ за добијање оцене учинка: Entropy Weight Method (EWM) који се користити за израчунавање тежине сваког подиндикатора и TOPSIS метода за одређивање свеобухватне вредности евалуације и рангирање учинка за сваку годину. Као пример, дата је студија случаја Железнице Србије са почетним подацима за 6 година за тестирање приступа биће дате и сугестије у вези са транспортом терета и путника.

У првом делу рада **2.2.6** представљен је општи математички модел трактора гусеничара са манипулатором за разривање - рипером. Други део рада представљају резултати анализе урађене за потребе фирме Vrana Comerce - Крушевац. Анализа обухвата кинематичку и динамичку анализу погонских механизма рипера, као и процену могућности уградње рипера производње ИМК 14 Октобар - Крушевац на трактору гусеничару Liebherr PR 716 XL тежине 14600 kg.

У раду **2.2.7** приказан је поступак оптималне синтезе погонских механизма манипулатора утоваривача са Z кинематиком користећи генетски алгоритам. Функције циља оптимизације су: минимална промена угла кашике током операције преноса материјала и максималне преносне функције погонских механизма манипулатора. Параметри учинка утоваривача представљају ограничења оптимизације, а област оптимизације је зона могућих позиција зглобова кинематичког ланца Z кинематике манипулатора. Као пример, дати су резултати оптималне синтезе погонских механизма манипулатора утоваривача масе 15000 kg.

У раду **2.2.8** први део садржи резултате истраживања промене енергетских параметара мобилних машина током трајања манипулационих задатака. Издвојени су резултати истраживања који показују да при одређеним операцијама манипулационих задатака, у зауставним фазама, потребна енергија машина има негативне вредности. Код савремених мобилних машина развијени су хидростатички погонски системи који потенцијалну негативну енергију рекулерирају акумулирају и поново по потреби враћају погонском систему машине за коришћење при другим операцијама манипулационог задатка. У другом делу рада детаљно је извршена анализа концепција хидростатичких погонских система мобилних машина који омогућују рекулерирају енергије.

У раду **2.2.9** анализирани су различити математички модели за аналитичко и нумеричко одређивање силе отпора копања утоваривача. Додатно, су приказати софтверски алати за одређивање силе отпора копања који се користе у нумеричкој симулацији рада утоваривача. Резултати анализе дати су на примеру утоваривача масе 15 000 kg са запремином кашике $2,7 \text{ m}^3$, користећи аналитичке и нумеричке дискретне елементе (DEM).

У раду **2.2.10** је представљена функционална, структурна и параметарска анализа железничке подизне платформе. У другом делу рада дефинисан је математички модел за анализу оптерећења железничке подизне платформе са концептом маказа. Као пример, дата је анализа оптерећења подизне платформе која има капацитет од 10 000 kg, коришћењем развијеног софтвера.

У раду **2.2.11** развијен је општи математички модел и програм за анализу енергетских параметара погонских механизма хидрауличних багера са дубинским манипулатором, на основу мерених величина стања рада багера у реалним - експлоатационим условима. Као пример, за мерене величине стања рада хидрауличког багера гусеничара, масе 16000 kg са манипулатором дубинске кашике $0,6 \text{ m}^3$, у експлоатационим условима, извршена је анализа, коришћењем развијеног софтвера, следећих енергетских параметара: угаоних брзина чланова кинематичког ланца багера, погонских момената и снаге погонских механизма манипулатора и обртне платформе багера. Добијени резултати анализе показују карактер промене и однос енергетских параметара. појединих погонских механизма багера у односу на укупни енергетски биланс багера при обављању радног циклуса.

У раду **2.2.12** дат је математички модел и програм за синтезу и симулацију погонског механизма за управљање кретањем дампера. Програм омогућује симулацију закретања предњег дела ослоно-кретног механизма у односу на задњи део кретног механизма у опсегу од минималног до максималног угла закретања. Као пример, дати су резултати анализе геометријских, кинематичких и хидростатичких параметара система управљања кретањем зглобног дампера масе 24000 kg.

У раду **2.2.13** дата је анализа специјализованих рачунарских компоненти које су од суштинског значаја за аутоматизацију рада мобилних машина. Сва контрола и управљање мобилним машинама засновано је на посебним сензорима и актуаторима, као и на специфичним

програмабилним јединицама које се битно разликују од конвенционалних контролера и PLC система. У раду је дат кратак преглед најважнијих мехатроничких система и њихова одговарајућа програмска подршка која се користи за мобилне машине са посебним освртом на анализу рада њихових одговарајућих компоненти.

У раду **2.2.14** дефинисан је математички модел отпора копања хидрауличких багера са утоварним манипулатором. Математичким моделом отпора копања обухваћени су: параметри кретања кашике при операцији копања, геометрија одреска материјала, геометрија кашике и карактеристике захваћеног материјала. Развијени математички модел отпора копања може се користити при нумеричкој динамичкој симулацији рада багера. Као пример, одређене су компоненте отпора копања за утоварне кашике запремина $4,4$ и $6,5 m^3$ за модел хидрауличног багера гусеничара масе око $100000 kg$.

У раду **2.2.15** је за полужне погонске механизме манипулатора мобилних машина са хидроцилиндрима као актуаторима, извршена је анализа утицаја параметара погонских механизма и параметара хидростатичког система, који напаја актуаторе, на време трајања манипулационог задатка машина. Дефинисане су опште трансформационе и преносне функције погонских механизма. Развијен је математички модел за одређивање времена трајања операција манипулационог задатка зависно од: опсега кретања члана манипулатора који обавља операцију, параметара погонског механизма члана и притиска и протока хидростатичког система напајања актуатора. Као пример, дати су резултати спроведене анализе утицаја параметара погонских механизма манипулатора и хидростатичког система на учинак утоваривача.

У раду **2.2.16** дефинисан је општи математички модел за одређивање реакција ослањања хидрауличких багера при раду и кретању железничким пругама. Указује се да мобилне машине обављају бројне функције при развоју и одржавању железничке инфраструктуре. Међу њима се посебно издвајају хидраулички багери. На крају рада, као пример, коришћењем развијеног софтвера, одређене су дозвољене носивости грабилице, у целом радном подручју хидрауличног багера, масе $16000 kg$, при кретању железничком пругом.

У раду **2.2.17** разматране су концепције варијантних хидростатичких система за пригушивање вибрација при кретању мобилних машина. Системи су развијени на основу математичког модела мобилних машина у облику динамичког апсорбера који се састоји из ослоно-кретног члана са пнеуматичима еластично ослоњеног на подлогу кретања и манипулаторе еластично повезаних за кретни механизам хидроцилиндрима који се понашају као "хидрауличке опруге". Пригушивање вибрација при кретању машина засновано је на могућности промене запремине хидрауличног уља у водовима хидроцилиндара при подизању и спуштању манипулатора. Промена запремине уља се постиже уградњом посебних модуларних компонената (вентила и акумулатора) у хидростатички погонски систем машина при чему се мењају динамичке карактеристике машине и на тај начин стабилизују вибрације кретања.

У раду **2.2.18** приказан је општи поступак синтезе погонских механизма манипулатора Z кинематике утоваривача. Дат је алгоритам програма за генерисање могућих варијанти решења погонских механизма на основу дефинисаних области и постављених ограничења оптимизације. За избор оптималних решења погонских механизма манипулатора, из скупа генерисаних могућих решења, дефинисан је скуп кинематичких и динамичких критеријума оптимизације. Као пример, дати су резултати оптималног избора погонских механизма манипулатора Z кинематике утоваривача точкаша, масе $15000 kg$ и запремине кашике $2,7 m^3$.

Рад **2.2.19** садржи општи динамички математички модел кинематичког ланца и моделе функција хидрауличног багера са утоварним манипулатором. На основу дефинисаних модела развијен је програм за динамичку нумеричку симулацију рада багера помоћу рачунара. Симулацијом су одређени кинематички и динамички параметри (линеарне и угаоне брзине и убрзања, инерцијалне силе и моменти) кинематичког ланца и погонских механизма багера. Као пример, дати су резултати нумеричке динамичке симулације хидрауличног багера гусеничара масе $100000 kg$ са манипулатором утоварне кашике запремине $4,4 m^3$.

Рад **2.2.20** садржи математички модел за одређивање површинског притиска на подлогу ослањања гусеничних кретних механизма хидрауличких багера на основу мерених величина стања рада багера у експлоатационим условима. Као мерене величине стања рада багера узимају се: одизање ослоно-кретног механизма, угао окретања и притисци у водовима хидромотора погона окретања платформе и ходови и притисци у водовима хидроцилиндара стреле, руке и кашике погонских механизма дубинског манипулатора багера. Као пример, дати су резултати анализе

површинског притиска на подлогу ослањања хидрауличног багера гусеничара масе 16000 kg опремљеног са манипулатором дубинске кашике запремине $0,6\text{ m}^3$.

У раду **2.2.21** је дат математички модел за одређивање губитака енергије у зглобовима кинематичког ланца и погонским механизмима манипулатора Z -кинематике утоваривача. Поред тога приказан је програм развијен на основу математичког модела који омогућује динамичку симулацију рада манипулатора. Програм омогућује да се симулацијом одређује губитак енергије и снаге настале услед трења у зглобовима кинематичког ланца и погонских механизма манипулатора утоваривача током манипулационог задатка. Као пример дато је поређење величине губитка енергије за две варијанте манипулатора са различитим погонским механизмима за утоваривач масе 15000 kg .

У раду **2.2.22** приказан је динамички-математички модел багера за анализу његове динамичке стабилности. Дефинисаним моделом чланови кинематичког ланца багера моделирани су кругим телима а актуатори (хидроцилиндри и хидромотори) погонских механизма багера еластично-пригушним елементима. Еластично-пригушне карактеристике актуатора дефинисане су зависно од величине актуатора, стишљивости и температуре хидрауличног уља хидростатичког погонског система багера. Динамички-математички модел багера заснован је на *Newton-Euler*-овим једначинама. Као пример, дати су резултати анализе динамичке стабилности багера за различите вредности температуре хидрауличног уља хидростатичког погонског система багера.

У раду **2.2.23** приказан је математички модел и програм за динамичку анализу утоваривача точкаша са манипулатором Z кинематике. Динамичком анализом одређују се силе инерције и моменти инерције за средиште масе чланова кинематичког ланца машине помоћу *Newton-Euler* - ових динамичких једначина. Као пример дати су резултати динамичке анализе утоваривача масе 15000 kg и запремине кашике $2,7\text{ m}^3$.

У раду **2.2.24** дефинисан је критеријум за оптималну синтезу полужних погонских механизма манипулатора који се примењују у транспортној техници. Погонски механизми за актуаторе имају двосмерне хидроцилиндре које спаја хидропумпа са регулацијом протока по критеријуму константне хидрауличке снаге. Сигнал регулације хидропумпе је промена притиска у актуаторима погонских механизма који настаје променом оптерећења механизма. Функција циља оптималне синтезе погонских механизма је минимално време трајања циклуса рада манипулатора.

У раду **2.2.25** извршена је анализа компонената погонских механизма обртних платформи и дат је алгоритам програма за њихову оптималну синтезу. Анализа концепција погона окретања платформи мобилник машина указује на бројност варијантних решења компонената погона које производе специјализовани светски произвођачи. За оптималну синтезу механизма, развијен је софтвер који омогућује избор оптималне варијанте из скупа могућих решења користећи критеријуме: минималне масе погона и минималног убразања. обртне платформе. Резултати показују да при синтези погонског механизма обртних платформи мобилних машина треба тежити избору погона са хидромоторима мањих специфичних протока а већим преносним односима редуктора.

У раду **2.2.26** дефинисан је поступак анализе и синтезе хидростатичких трансмисија кретања утоваривача точкаша. Дефинисан је општи поступак прорачуна на основу којег је развијен програм за модуларно пројектовање хидростатичке трансмисије. При прорачуну се задају услови кретања, маса и максимална брзина кретања машине. На основу задатих параметара програмом се према дефинисаним критеријумима одређују следеће основне компоненте трансмисије: дизел мотор, хидропумпе, хидромотори, мењач и погонски мостови трансмисије.

У раду **2.2.27** дат је општи математички модел дампера на основу којег је развијен програм за оптималну синтезу и кинематичку и динамичку симулацију погонског механизма за подизање корпе дампера. Синтезом су одређене потребне величине хидроцилиндара погонског механизма и оптималне координате зглобова којима се хидроцилиндар везује за осноно-кретни механизам и корпу дампера. Симулацијом су одређени следећи параметри: положај, угаона брзина и убрзање подизања корпе, запремина и положај средишта масе материјала при пражњењу корпе, силе у зглобовима погонског механизма, погонски момент и снага подизања корпе. Као пример дати су резултати синтезе и анализе погонског механизма корпе дампера носивости $24\ 000\text{ kg}$.

У раду **2.2.28** приказан је општи математички модел за кинематичку и динамичку анализу хидрауличног багера са манипулатором дубинске кашике. Математички модел багера је заснован на *Newton-Euler*-овим динамичким једначинама. Поред тога дат је алгоритам развијеног софтвера на основу дефинисаног математичког модела који омогућује кинематичку и динамичку анализу багера на основу експериментално измерених величина багера при раду у експлоатационим условима. Измерене величине стања односе се на положај кинематичког ланца и параметре погонског система багера. Упоредна анализа резултата показује да је између статичких и динамичких величина стања

багера мала разлика при операцији копања, због релативно спорог кретања чланова кинематичког ланца багера.

У раду **2.2.29** приказан је математички модел и програм за кинематичку анализу уговаривача точкаша са манипулатором Z кинематике. Кинематичком анализом се одређују линеарне и угаоне брзине и убрзања средишта маса чланова кинематичког ланца машине. Као пример дати су резултати кинематичке анализе уговаривача масе 15000 kg и запремине кашике $2,7 m^3$. При развоју уговаривача точкаша неопходна је кинематичка анализа чланова кинематичког ланца и погонских механизма машине како би се оценила испуњеност постављених захтева посебно оних који се односе на Z кинематику манипулатора. Поред оцене испуњености захтева Z кинематике манипулатора, резултати кинематичке анализе представљају основу за динамичку анализу чланова кинематичког ланца.

У раду **2.2.30** Дефинисан је математички модел за одређивање ходографа сила копања хидрауличких багера са утоварним манипулатором. Ходограф сила копања, као показатељ ефикасности копања багера, одређен је на основу граничних сила копања које дозвољава стабилност багера и граничних сила копања које омогућују погонски механизми багера. Ходографи сила копања дефинисани у овом раду представљају прилог развоју показатеља ефикасности копања багера у целом радном подручју.

У раду **2.2.31** дати су резултати анализе регулације хидростатичких трансмисија кретања мобилних машина и возила. Посматране су трансмисије са затвореним хидростатичким колима, са променљивим специфичним протоком хидропумпи и хидромотора. Анализом су дефинисане зависности вучних карактеристика трансмисија (сила вуче и брзина кретања) од промене параметара специфичних протока хидропумпи и хидромотора. Као пример, анализирани су машине и возила са мехатроничким системима регулације хидростатичких трансмисија кретања.

У раду **2.2.32** разматрана је концепција хидростатичког система за регулацију кретања утоваривача точкаша при транспорту захваћеног материјала током одвијања циклуса рада машине. Систем је развијен на основу динамичког модела утоваривача који се састоји из ослоно-кретног члана еластично ослоњеног на путању кретања и манипулатора еластично повезаног за кретни механизам хидроцилиндрима стреле. Регулација кретања заснована је на могућности промена запремине хидрауличног уља у водовима и хидроцилиндрима за подизање и спуштање стреле манипулатора утоваривача. При чему се хидроцилиндри стреле понашају као "хидрауличке опруге", чије се динамичке карактеристике мењају променом запремине хидрауличног уља и на тај начин стабилизује кретање машине.

У раду **2.2.33** анализирани су концепције хидростатичких погона окретања обртних платформи мобилних машина и система регулација њиховог управљања. Као концепције погона разматрани су погони са отвореним и затвореним хидростатичким колом, са хидропумама и хидромоторима константног и променљивог специфичног протока. у делу управљања погоном обртних платформи, анализирани су хидростатички системи са регулационим вентилима који омогућавају мирно (постепено) покретање платформе, без удара, на тај начин што се могу остварити повољне карактеристике промене притиска и протока хидромотора погона платформе зависно од командног притиска система управљања машине.

У раду **2.2.34** приказан је процес селекције добављача односно извршена је процена различитих алтернативних добављача на основу више атрибута. Процес селекције је посматран као вишекритеријумски проблем одлучивања условљен различитим материјалним и нематеријалним факторима. Коришћен је аналитички хијерархијски процес (Analytical Hierarchy Process) за одабир оптималних добављача који у највећој мери задовољавају постављене критеријуме. Приказан је пример избора добављача на реалном примеру.

У раду **2.2.35** представљен је поступак одлучивања заснован на моделу развоја функције (Function Deployment Model - FDM) који се користи за доношење одлука при развоју нових производа. Модел је заснован на техници развоја функције квалитета (Quality Function Deployment - QFD), која спаја корисничке потребе са техничким карактеристикама производа. За одређивање приоритета корисничких захтева коришћен је метод аналитичко хијерархијског процеса (Analytical Hierarchy Process - АНР). Коришћења модела развоја функција (FDM) дато је на примеру дефинисања оптималних параметара и карактеристика ослоно-кретног механизма трактора гусеничара масе 65 000 kg на основу одређених корисничких захтева.

Рад **2.2.36** садржи у првом делу анализу изведених решења погона хидрауличких багера. Упоредно су анализирани три најзаступљенија варијантна решења погона: а) хидростатички погон са спороходим клипно радијалним хидромоторима; б) раздвојена варијанта са клипно аксијалним моторима и класичним редуктором и в) интегрална варијанта са клипно аксијалним хидромотором и

планетарним редуктором. Развијен је математички модел и програм за оптималну синтезу погона кретања хидрауличких багера. На крају рада дати су резултати експерименталних испитивања погона кретања хидрауличког багера гусеничара масе 25000 kg и запремине дубинске кашике $1 m^3$.

У раду **2.2.37** развијени су математички модели за анализу кинематике и отпора кретања гусеничних мобилних машина при њиховом криволинијском кретању (закретању) без проклизавања и са проклизавањем гусеница. Кинематичка анализа мобилних машина на гусеницама показује да радијус закретања машине битно зависи од трансмисије (погона) кретања ослоно-кретног механизма машине. Ослоно-кретни механизми са трансмисијама које омогућују супротносмерне брзине гусеница имају боље маневарске способности јер могу теоријски остварити радијус окретања машине једнак нули. Анализа отпора кретања гусеничних машина при закретању, са проклизавањем гусеница, показује да момент отпора закретања зависи од односа геометријских параметара ослоно-кретног механизма: дужине налегања гусеница, распона (колотрага) гусеница и ширине папуча гусеница.

У раду **2.2.38** приказан је динамички математички модел хидрауличког багера на основу којег је извршена анализа вибрација машине. Рад садржи приказ резултата истраживања вибрације хидрауличког багера одређених на основу мерених величина стања багера у експлоатационим условима. Резултати истраживања показују утицај еластично-пригушног понашања хидрауличких актуатора (хидроцилиндара и хидромотора) погонских механизма багера на вибрације које се јављају при раду машине.

У раду **2.2.39** дефинисан је општи модел мобилних машина са одређеним улазним и излазним параметрима, при чему се као излазни параметри одређују параметри учинка машине. Анализа параметара учинка дата је на основу норми и стандарда који их дефинишу. Анализом су обухваћени параметри учинка основних мобилних машина: хидрауличких багера, трактора гусеничара и утоваривача точкаша. Под учинком машине подразумева се производња процеса (технологије) рада у јединици времена. Основни фактори који утичу на величину учинка су конструкционе особине машине, врсте радова, услови рада и начин коришћења радног времена.

У раду **2.2.40** дата је функционална и параметарска анализа мобилних машина које су своју примену нашле у железничком саобраћају и транспорту и у изградњи и одржавању железничке инфраструктуре. Затим, је дата концепцијска и структурна анализа модула чијом се уградњом, на класичне кретне механизме, машинама омогућује кретање железничким пругама. На крају рада дат је математички модел на основу којег је развијен софтвер за одређивање дозвољене носивости мобилних машина при обављању утоварних и истоварних манипулативних функција железничког транспорта.

У раду **2.2.41** дата је анализа и синтеза трансмисија кретања гусеничних мобилних машина. На основу спроведене анализе дефинисано је опште концепцијско решење трансмисије са два отворена хидростатичка кола. Поступаком синтезе развијен је математички модел са дефинисаним критеријумима и параметрима на основу којих се бирају величине компонената трансмисије. На крају дати су резултати испитивања трансмисије кретања багера гусеничара масе око 25000 kg.

У раду **2.3.1** у првом делу дати су резултати истраживања промене енергетских параметара мобилних машина при задацима манипулације. Резултати истраживања показују да при одређеним операцијама задатака манипулације, у фази заустављања, потребна енергија машина има негативне вредности. Савремене мобилне машине имају хидростатичке погонске системе који акумулирају потенцијалну негативну енергију рекулпацијом и по потреби је враћају у погонски систем машине за употребу у другим операцијама задатка манипулације. У другом делу рада детаљно је обављена анализа концепата хидростатичких погонских система мобилних машина који омогућавају рекулпацију енергије.

Рад **2.3.2** садржи резултате спроведених истраживања која се односе на анализу утицаја броја погона механизма обртне платформе хидрауличких багера на оптерећење аксијалног лежаја механизма платформе. Посматра се општи модел механизма обртне платформе, са трансформационим - хидростатичким делом који чине хидропумпа и хидромотор и преносно - механичким делом који граде планетарни редуктор и аксијални лежај великог пречника. Дефинисан је општи математички модел багера и развијен софтвер за одређивање еквивалентних оптерећења аксијалног лежаја на основу којих се врши избор величине лежаја из скупа расположивих, које производе специјализовани произвођачи. На крају рада, као пример, за хидраулички багер масе 102000 kg са утоварним манулуатором запремине кашике $6,5 m^3$, дати су упоредни резултати анализе оптерећења аксијалног лежаја механизма обртне платформе са једним и два погона.

У раду **2.3.3** су дефинисани триболошки критеријуми оптимизације погонских механизма манипулатора мобилних машина. Показатељ критеријума је механичка ефикасност погонских механизма манипулатора, што одражава губитак снаге машина услед трења у зглобовима кинематичких парова манипулатора.

Рад **2.3.4** садржи резултате експерименталних истраживања оптерећења гусеничних кретних механизма хидрауличних багера. Развијен је динамички математички модел за одређивање оптерећења подлоге ослањања гусеничних кретних механизма хидрауличких багера на основу мерених величина стања рада багера у експлоатационим условима. Као мерене величине стања рада багера узимају се: одизање ослоно-кретног механизма, угао окретања и притисци у водовима хидромотора погона окретања платформе и ходови и притисци у водовима хидроцилиндара стреле, руке и кашике погонских механизма дубинског манипулатора багера. Дефинисан је математички модел одређивања сила у гусеници и сила у захвату ланчаника и ланца гусенице. Као пример, дати су резултати анализе оптерећења подлоге ослањања хидрауличког багера гусеничара масе 16000 kg опремљеног са манипулатором дубинске кашике запремине $0,6 \text{ m}^3$ и оптерећења ланца гусенице хидрауличког багера масе 24000 kg опремљеног са манипулатором дубинске кашике запремине 1 m^3 .

У раду **2.3.5** представљен је метод за експериментално одређивање параметара погонског механизма обртне платформе хидрауличних багера са дубинским манипулатором. Дефинисан је математички модел којим се одређују кинематички и динамички параметри погонског механизма обртне платформе хидрауличких багера, на основу мерених величина стања рада багера у експлоатационим условима. Добијени експериментални резултати показују да су при операцији копања највећа оптерећења аксијалног лежаја погона окретања платформе а да се изразите динамичке промене параметара хидростатичког система погонског механизма обртне платформе јављају при операцији преноса материјала.

У раду **2.3.6** је дат поступак за експериментално одређивање оптерећења елемената кинематичких парова (зглобова) кинематичког ланца и погонских механизма дубинског манипулатора хидрауличких багера гусеничара. Дефинисан је математички модел који омогућује да се, на основу мерених величина стања багера при раду у експлоатационим условима, одреде вектори сила и момената оптерећења зглобова. Обављена истраживања, чији је део приказан у овом раду, представљају прилог анализи дефинисања кирактера промене оптерећења кинематичких парова кинематичког ланца дубинског манипулатора хидрауличких багера. Важност познавања вектора оптерећења зглобова чини основ неопходних структурних анализа у циљу оптимизације, поузданости и века трајања структурне грађе чланова кинематичког ланца манипулатора и погонских механизма багера.

У раду **2.3.7** је развијен општи математички модел и софтвер за детаљну кинематичку и динамичку анализу утоваривача током симулираног манипулативног задатка који се састоји из операција захватање, пренос и истовар материјала. Математички модел је заснован на Newton-Euler-овим динамичким једначинама. Развијени модел и софтвер омогућују да се на основу задатих параметара манипулативног задатка одреде: линеарне и угаоне брзине и убрзања, инерцијалне силе и инерцијални моменти за средиште масе сваког члана кинематичког ланца и моменти оптерећења погонских механизма машине. Кинематички и динамички параметри добијени симулацијим представљају основу за дефинисање структуре чланова кинематичког ланца и оптималну синтезу погонских механизма утоваривача.

У раду **2.3.8** дат је поступак за експериментално одређивање отпора копања хидрауличких багера са дубинским манипулатором. Дефинисан је математички модел који омогућује да се, на основу мерених величина стања багера при раду у експлоатационим условима, посредно, одреди вектор отпора копања на резној ивици кашике. При чему се мерене величине стања багера односе на положај кинематичког ланца и притиске хидростатичког система у водовима актуатора погонских механизма багера. Као пример, дати су резултати истраживања добијени при експерименталном одређивању отпора копања хидрауличког багера масе 17000 kg .

У дисертацији **2.4.1** је развијена општа методологија вишекритеријумске оптималне синтезе погонских механизма манипулатора Z кинематике утоваривача заснована на науци о конструисању и поступку модуларног пројектовања. Резултати истраживања добијени при развоју методологије се односе на: анализу параметара функција механизма, генерисање варијантних решења механизма, дефинисање критеријума оптимизације механизма и избор решења механизма методама вишекритеријумског одлучивања. Анализа параметара функција, који се задају при синтези механизма манипулатора, обављена је поступцима динамичке нумеричке симулације и експерименталних испитивања. За избор решења механизма, из скупа могућих генерисаних варијантних решења, развијени су следећи критеријуми оптимизације: а) кинематички критеријум којим се дефинише минимална промена грудног

угла пуне кашике при подизању из транспортног у истоварни положај, б) критеријум усмерене силе кидања с циљем да усмерена сила захватања материјала, одређена за цело радно подручје манипулатора, има максималну вредност, в) триболошки критеријум с циљем да су минимални губици снаге настали услед трења у зглобовима механизма манипулатора, г) временски критеријум с циљем да је минимално време трајања операција захватања, преноса и истовара манипулационог задатка, д) масени критеријум с циљем да је минимална маса чланова кинематичког ланца и погонских механизма манипулатора, е) динамички критеријум с циљем да су минимална померања ослоно-кретног механизма утоваривача изазвана покретањем погонских механизма манипулатора. За избор најбољег варијантног решења погонских механизма коришћене су методе вишекритеријумског одлучивања на основу вредности дефинисаних функција циља и оцене важности критеријума.

4. ВРЕДНОВАЊЕ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИХ РЕЗУЛТАТА КАНДИДАТА

Табела је урађена на основу важећег Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача.

Назив групе резултата	Ознака групе	Врста резултата	Ознака	Вредност	Број	Укупно
Радови објављени у научним часописима међународног значаја	M20	Рад у врхунском међународном часопису	M21	8	1	8
		Рад у међународном часопису	M23	3	3	9
		Рад у националном часопису међународног значаја	M24	3	3	9
Зборници међународних научних скупова	M30	Саопштење са међународног скупа штампано у целини	M33	1	41	41
Часописи националног значаја	M50	Рад у врхунском часопису националног значаја	M51	2	3	6
		Рад у истакнутом националном часопису	M52	1,5	4	6
		Рад у националном часопису	M53	1	1	1
Одбрањена докторска дисертација	M70	Одбрањена докторска дисертација		6	1	6
Техничка решења	M80	Ново техничко решење (није комерцијализовано)	M85	2	4	8
УКУПНО						94

5. МИШЉЕЊЕ О ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА ЗА ИЗБОР

На основу претходне анализе активности кандидата, чланови Комисије закључују да је кандидат асистент др Јован Павловић:

- завршио основне и мастер академске студије на студијском програму Машинско инжењерство - образовни профил Саобраћајно машинство, транспортна техника и логистика, Машинског факултета у Нишу са просечном оценом током основних студија 9,00 и просечном оценом током мастер студија 9,50,
- одбранио докторску дисертацију на Машинском факултету у Нишу под називом: Вишекритеријумска оптимална синтеза погонских механизма манипулатора утоваривача и стекао научно звање доктор наука – машинско инжењерство,
- ангажован у извођењу наставе као асистент на већем броју предмета основних и мастер академских студија (машинско инжењерство и инжењерски менаџмент) на Машинском факултету у Нишу - Катедри за транспортну технику и логистику, где је у протеклом периоду стекао одговарајуће педагошко искуство и стручне квалитете,
- као аутор или коаутор објавио више од 50 научних и стручних радова из области Транспортне технике и логистике, од чега четири научна рада у часописима међународног значаја са SCiE индексом (у два као првопотписани аутор),

- учествовао и презентовао радове на већем броју међународних конференција,
- био члан организационих одбора међународних конференција,
- као докторанд, истраживач-приправник/сарадник, као и након избора у звање асистента, активно учествовао у једном пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије – програм технолошког развоја бр. 35049, једном пројекту Машинског факултета у Нишу и три пројекта за потребе привреде,
- у досадашњем раду и ангажовању на Машинском факултету у Нишу показао смисао за научно-истраживачки и педагошки рад.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа досадашњег наставног, научног и стручног рада кандидата, Комисија закључује да кандидат др Јован Павловић, асистент Машинског факултета у Нишу испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању Републике Србије, Статутом Машинског факултета у Нишу и Правилником о поступку стицања звања и заснивања радног односа сарадника и сарадника ван радног односа и условима за стицање звања сарадника Машинског факултета у Нишу. Стога, чланови Комисије предлажу Изборном већу Машинског факултета у Нишу да асистента др Јована Павловића, изабере у звање асистент са докторатом за ужу научну област Транспортна техника и логистика на Машинском факултету у Нишу.

Ниш, Нови Сад
Септембар, 2022. године

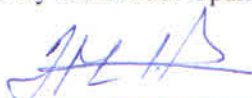
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Горан Петровић, ванредни професор
Машинског факултета, Универзитета у Нишу, председник комисије
(ужа научна област Транспортна техника и логистика),



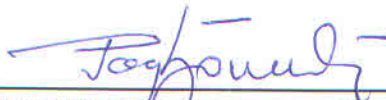
др Предраг Милић, доцент
Машинског факултета, Универзитета у Нишу
(ужа научна област Транспортна техника и логистика),



др Данијел Марковић, доцент
Машинског факултета, Универзитета у Нишу
(ужа научна област Транспортна техника и логистика),



др Весна Јовановић, доцент
Машинског факултета, Универзитета у Нишу
(ужа научна област Транспортна техника и логистика),



др Радомир Бокић, ванредни професор
Факултета техничких наука, Универзитета у Новом Саду
(ужа научна област Пројектовање и испитивање машина и
конструкција, транспортна техника и логистика)