

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

507/4  
(Број захтева)  
23.04.2026.  
(Датум)

Веће научних области техничких наука  
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

## ЗАХТЕВ

### за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**Methodology for Optimization of Water Supply System Configuration Based on Risk and Reliability Assessment (Методологија за оптимизацију конфигурације система водоснабдевања заснована на процени ризика и поузданости)**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: Машинство (ужа научна област: Индустријско инжењерство)

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

- Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao
- Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):  
Универзитет у Београду - Машински факултет, Краљице Марије 16, 11120 Београд 35
- Година завршетка претходног нивоа студија: 2020.
- Година уписа на докторске студије: 2021.
- Назив студијског програма докторских студија: Машинско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Угљеша Бугарић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Bugarić, U.**, Jovanović, R., Tanasijević, M., Djenadić, S.: Prediction of technical systems availability using the simulation models based on the AI techniques and statistical methods. A case study: Bucket wheel excavator, Results in Engineering, Vol. 27, 2025, 106692, ISSN 2590-1230, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106692>. (IF=7.9; 2024; M21a+)
2. Misita, M., Brkić, A., Mihajlović, I., Đurić, G., Stanojević, N., **Bugarić, U.**, Spasojević Brkić, V.: Decision Support System For Mining Machinery Risk Mitigation Driven by Ergonomics and Contextual Theory, Appl. Sci., 2024, 14(15), 6413; ISSN 2076-3417, <https://doi.org/10.3390/app14156413>. (IF=2.5; 2024; M21)
3. Gomilanovic, M., **Bugaric, U.**, Bankovic, M., Stanic, N., Stepanovic, S.: Determining the Availability of Continuous Systems in Open Pits Using ANFIS and a Simulation Model, Energies, 2024, 17(5), 1138; ISSN 1996-1073, <https://doi.org/10.3390/en17051138>. (IF=3.2; 2024; M22)
4. Petrović, A., Nikolić, M., **Bugarić, U.**, Delibašić, B., Lio, P.: Controlling highway toll stations using deep learning, queuing theory, and differential evolution, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 119, Elsevier, 2023, p.15. ISSN 0952-1976, (<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105683>). (IF=7.5; 2023; M21a+)
5. Djenadic, S., Tanasijevic, M., Jovancic, P., Ignjatovic, D., Petrovic, D., **Bugarić, U.**: Risk Evaluation: Brief Review and Innovation Model Based on Fuzzy Logic and MCDM (Review), MATHEMATICS, vol. 10, no. 5, 2022, 811, ISSN 2227-7390, <https://doi.org/10.3390/math10050811>. (IF=2.4; 2022; M21a+)
6. **Bugarić, U.**, Tanasijevic, M., Djenadic, S., Ignjatovic, D., Jankovic, I.: Development of the Cost-Based Model for Monitoring the Lifetime of the Earth Moving Machines, Machines, 10, 995, 2022, p.12, ISSN 2075-1702, <https://doi.org/10.3390/machines10110995>. (IF=2.6; 2022; M22)
7. Jovanovic, R., Zaric, V., Bucevac, Z., **Bugarić, U.**: Discrete-Time System Conditional Optimization Based on Takagi–Sugeno Fuzzy Model Using the Full Transfer Function, Applied Sciences, 2022, 12, 7705, ISSN 2076-3417, <https://doi.org/10.3390/app12157705>. (IF=2.7; 2022; M21)
8. Djenadic, S., Ignjatovic, D., Tanasijevic, M., **Bugarić, U.**, Jankovic, I., Subaranovic, T.: Development of the Availability Concept by Using Fuzzy Theory with AHP Correction, a Case Study: Bulldozers in the Open-Pit Lignite Mine, Energies, 12(21):4044, 2019, p.18, ISSN 1996-1073, doi:10.3390/en12214044. (IF=2.702; 2019; M22)
9. Tanasijevic, M., Jovancic, P., Ivezić, D., **Bugarić, U.**, Djuric, R.: A fuzzy-based decision support model for effectiveness evaluation – a case study of examination of bulldozers, International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice, Vol. 26, No.6, 2019, pp. 878-897, ISSN 1943-670X, <https://doi.org/10.1080/08839514.2018.1448146> (IF=0.460; 2019; M23)
10. Gerasimovic, M., **Bugarić, U.**: Enrollment management model: Artificial neural networks versus logistic regression, Applied artificial intelligence, Vol. 43, 2018. pp. 153-164, ISSN 0883-9514, <https://doi.org/10.1080/08839514.2018.1448146> (IF=0.988; 2018; M23)

Обавештавамо вас да је Наставно – научно веће на седници одржаној 23.04.2026. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

Прилог:

1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

**Напомена:**

**Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и једном писаном примерку за архиву Универзитета**

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -  
Број: 507/4  
Датум: 23.04.2026. године  
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017, 73/2018, 27/2018 – др. закон 67/2019, 6/2020 – др. закони, 11/2021 – аутентично тумачење, 67/2021, 67/2021 – др. закон 76/2023 и 19/2025“), члана 64. Статута Универзитета у Београду – Машинског факултета - пречишћен текст, арх. бр. 667/4 од 31.03.2026. године и члана 38. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду - Машинском факултету – пречишћени текст, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 23.04.2026. године донело је:

## О Д Л У К У

### о прихватању Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације

Прихвата се Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao**, магст. инж. маш. под насловом „Methodology for Optimization of Water Supply System Configuration Based on Risk and Reliability Assessment (Методологија за оптимизацију конфигурације система водоснабдевања заснована на процени ризика и поузданости)“.

Извештај је поднела Комисија у саставу: др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф., др Иван Михајловић, ред. проф., др Мирјана Мисита, ред. проф., др Угљеша Бугарић, ред. проф. и др Милош Танасијевић, ред. проф., РГФ Београд.

За ментора докторске дисертације именује се **др Угљеша Бугарић, ред. проф.**

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

---

проф. др Владимир Поповић

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Оцена подобности теме и кандидата **Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao**, магст. инж. маш. за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 507/2 од 26.03.2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao, магст. инж. маш. за израду докторске дисертације под називом:

### **Methodology for Optimization of Water Supply System Configuration Based on Risk and Reliability Assessment**

Методологија за оптимизацију конфигурације система водоснабдевања заснована на процени ризика и поузданости

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Подаци о кандидату

#### 1.1. Биографски подаци

Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao рођен је 1972. године у Триполију, Либија. 1995. године је дипломирао на Универзитету у Триполију, Либија где је стекао диплому машинског инжењера. Мастер академске студије завршио је на Машинском факултету Универзитета у Београду 2020. године. Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2021/22. године, са научно-истраживачком оријентацијом на област индустријског инжењерства.

Кандидат поседује веома богато радно искуство, преко 27 година рада везаних за управљање пројектима у области машинства. У току свог радног ангажовања кандидат је био запослен у следећим компанијама: дванаест година радног искуства у области машинства на различитим нивоима и у управљању градилиштима у компанији **Brown & Root North Africa Consulting Engineers** на пројекту Great Man-Made River Project (GMRP), највећем инжењерском пројекту водоснабдевања на свету који се реализује у Либији (вредност преко 5,5 милијарди USD), девет година радног искуства у управљању инфраструктурним пројектима у компанији **Bonyan Consulting Engineers**, две године искуства као помоћник руководиоца мисије и у контроли управљања ризицима у организацији **MSF (Doctors Without Borders)** – хуманитарној организацији, шест година искуства у управљању пројектима у оквиру **Public Private Partnership** компаније (PPP).

Од децембра 2020. године до данас је запослен на позицији менаџера пројеката, у компанији Public Private Partnership, Либија.

Поред матерњег језика, говори, чита и пише на енглеском језику.

Активно користи бројне инжењерске софтверске алате, укључујући: Matlab, MS Office.

## 1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

### 1.2.1 Положени испити на Докторским студијама

Кандидат Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao уписао је Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2021/22. године (бр. индекса Д04/2021). Положио је све испите предвиђене Планом усавршавања студената Докторских студија, укључујући и Пројекат идеје докторске дисертације, чиме је остварио укупно 120 ЕСП бодова и испунио основни услов за пријаву докторске дисертације. Списак положених предмета, остварених ЕСП бодова и оцена дат је табеларно.

Редни број	Назив предмета	Година студија, семестар и број ЕСПБ				Оцена
		1. година		2. година		
		I	II	III	IV	
1.	Теорија одлучивања	5				10 (десет)
2.	Планирање, извођење и управљање пројектима	5				10 (десет)
3.	ОМНИР и комуникација	5				9 (девет)
4.	Менаџмент иновација	5				10 (десет)
5.	Информациони менаџмент		5			10 (десет)
6.	Менаџмент система одржавања и квалитета		5			10 (десет)
7.	Моделирање, оптимизација и прогнозирање у индустријском инжењерству		5			10 (десет)
8.	Менаџмент ризиком			5		10 (десет)
9.	Интерфејс човек - машина			5		10 (десет)
10.	Истраживање и публикавање 1	10				10 (десет)
11.	Истраживање и публикавање 2		15			10 (десет)
12.	Истраживање и публикавање 3			20		10 (десет)
13.	Пројекат идеје докторске дисертације				30	10 (десет)

## 1.2.2 Учешће у извођењу наставе

Почевши од шк. 2021/22 године, кандидат је укључен у наставни процес Катедре за индустријско инжењерство Машинског факултета Универзитета у Београду. Као студент Докторских студија ангажован је на припреми и одржавању лабораторијских вежби из предмета Управљање системом одржавања на Основним академским студијама, као и из предмета: Индустријска логистика и Техно-економска анализа и управљање пројектима на Мастер академским студијама.

## 1.2.3 Списак објављених радова

Категорија М21 – Радови у интернационалним часописима са импакт фактором (часопис класификован у 15% - 35% часописа у области)

- [1] Al-Sifao, A. A., Petrović, V. N., Jovanović, Ž. R., Bugarić, S. U.: Application of Queuing Theory in the Reliability and Risk Assessment of the Water Supply System: Case Study of the Jabal Hasouna Well-Field, Appl. Sci., Vol. 16, Iss. 3, 2026. 1608 (<https://doi.org/10.3390/app16031608>)

Категорија М33 - Радови саопштени на међународним конференцијама штампани у целини

- [2] Al-Sifao, A. A., Bugarić, S. U., Alsharif, M. A., Mohamed, O. H.: Public-private partnership (PPP) projects in Libya-An overview, In: Proc. of 8th International conference on Industrial engineering–SIE 2022, 29-30 September, University of Belgrade-Faculty of Mechanical Engineering, 2022, pp. 279-283. (ISBN 978-86-6060-131-7)
- [3] Abdughder, M. A., Al-Sifao, A. A., Hetham, O. M.: Risk management framework for occupational health and safety improvement in the context of industrial technology innovation, In: Proc. of 8th International conference on Industrial engineering–SIE 2022, 29-30 September, University of Belgrade-Faculty of Mechanical Engineering, 2022, pp. 307-310. (ISBN 978-86-6060-131-7)

## 1.3 Оцена подобности кандидата за рад на докторској дисертацији

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада кандидата Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao, Комисија констатује да је исти:

- положио све испите и испунио све обавезе предвиђене наставним планом и програмом Докторских студија, чиме је стекао 120 ЕСПБ и тиме остварио услов да му се одобри израда докторске дисертације,
- публиковао и изложио више радова у међународним научним часописима и на међународним научним скуповима.

Биографски и библиографски подаци, положени испити на Докторским студијама, те научне и стручне активности кандидата, према мишљењу Комисије, квалификују Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao за самосталан и успешан научноистраживачки рад на предложеној теми докторске дисертације.

## 2. Предмет и циљ истраживања

Несташица воде представља један од кључних проблема у аридним и полуариодним

регионима. У аридним и полуаридним регионима управљање водним ресурсима је од критичног значаја, јер се снабдевање водом углавном ослања на подземне воде, трансфер воде на велике удаљености и високо поуздане системе за експлоатацију и дистрибуцију воде. У Либији, где су обновљиви површински водни ресурси веома ограничени и где постоји велика зависност од дубоких фосилних водоносних слојева, извршена су значајна улагања у системе великог обима за транспорт подземних вода. Пројекат Велике вештачке реке (Great Man-Made River Project – GMRP) издваја се као један од највећих светских подухвата у области грађевинарства и транспорта воде, осмишљен за пренос подземних вода из јужних пустињских водозахватних поља ка приобалним насељима и пољопривредним центрима. [1-6, 25-27]

У оквиру овог система, водозахватна поља Фазе II, посебно бунари у области Џабал Хасуна, представљају кључни систем за производњу воде. Стотине дубоких бунара, опремљених потопним пумпама, стандардизованом пратећом механичком, електричном и електронском опремом, раде континуирано како би задовољили високу и релативно константну потражњу. [9,10]

Откази пумпи и њихових компоненти могу довести до значајних поремећаја у снабдевању водом, утичући на домаћинства, пољопривреду, индустрију и укупну социо-економску стабилност. Ефикасност активности одржавања, како корективног тако и превентивног, као и расположивост и број сервисних тимова и резервних пумпи, директно утичу на поузданост, расположивост као и ризик функционисања система водоснабдевања. [7, 11-19]

На основу претходно наведеног, предмет ове дисертације обухвата:

- аналитичко одређивање поузданости система водоснабдевања на водозахватном пољу Џабал Хасуна применом теорије редова чекања,
  - предлагање оквира за процену ризика система водоснабдевања заснованог на поузданости
  - развој методологије за подршку одлучивању ради идентификовања најбоље конфигурације система, са посебним фокусом на утврђивање минималног броја резервних пумпи и теренских сервисних тимова потребних за одржавање система за водоснабдевање уз прихватљив ниво ризика.
  - као и одређивање оптималног броја пумпи које треба да буду ангажоване, у зависности од њиховог капацитета, са становишта минималне потрошње електричне енергије,
- на основу анализе историјских података (базе података) о организационој структури и функционисању система за водоснабдевање на водозахватном пољу Џабал Хасуна, који обухватају податке о процедурама одржавања као и времену трајања и интензитету корективних и превентивних активности.

Преглед и анализа литературе за потребе дисертације се односи на области као што су:

- поузданост система водоснабдевања где се анализирају кључни показатељи функционисања система водоснабдевања као и разне студије случаја које се баве проценом поузданости водоводних мрежа и пумпних система, [13, 14, 17-19]
- стратегије одржавања где се анализирају како корективне тако и превентивне стратегије одржавања, анализирајући њихов утицај на време застоја и трошкове животног циклуса, као и њихове импликације на расположивост система са посебним освртом на одржавање базирано на поузданости (reliability-centered maintenance) и одржавање засновано на ризику (risk-based maintenance) у комуналним и водопривредним системима, [7, 11, 12, 15,16]
- процена ризика где се размотрају појмови ризика, вероватноће, последице и показатељи ризика кроз преглед примене матрица ризика које интегришу вероватноће и последице,

посебно у односу на последице по потрошаче у системима водоснабдевања. [20-23, 33, 34, 37, 41]

- операциона истраживања посебно у делу који се односи на моделе теорије редова чекања са коначним извором, који су релевантни за одржавање техничких система и моделе везане за оптимизацију рада система за водоснабдевање. [8, 24, 29, 31, 32, 36, 38-40]

Анализа доступне литературе указује на недостатак истраживања везаних за оптимизацију система за водоснабдевање, али и на значајан простор за даља истраживања, који представља основну мотивацију за спровођење ове докторске дисертације.

Циљ докторске дисертације је развој и валидација методологије за оптимизацију конфигурације система за снабдевање водом засноване на процени ризика и поузданости, са циљем унапређења перформанси система и смањења оперативног ризика, уз обезбеђивање подршке доношењу инжењерских одлука.

Методологија има за циљ да подржи избор конфигурација система које обезбеђују висок ниво континуитета и безбедности услуге, узимајући у обзир кварове компоненти, оперативне неизвесности и сложеност система.

#### Литература:

1. Shiklomanov, I.; Rodda, J. *World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2003.
2. Summary Progress Update 2021: SDG 6 — Water and Sanitation for All Available online: <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-all> (accessed on 18 December 2025).
3. Brika, B. Water Resources and Desalination in Libya: A Review. *Proceedings* **2018**, 2, 586, doi:10.3390/proceedings2110586.
4. Brika, B. The Water Crisis in Libya: Causes, Consequences and Potential Solutions. *Desalination and Water Treatment* **2019**, 167, 351–358, doi:10.5004/dwt.2019.24592.
5. Abdudayem, A.; Scott, A.H.S. Water Infrastructure in Libya and the Water Situation in Agriculture in the Jefara Region of Libya. *AJESD* **2014**, 3, 33, doi:10.1504/AJESD.2014.061634.
6. Danmichaelo. Great Man-Made River Schematic; Background map from Flag-map of Libya.svg. Available online: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Great\\_Man-Made\\_River\\_schematic\\_EN.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Great_Man-Made_River_schematic_EN.svg) (accessed on 18 December 2025).
7. Goulter, I. Analytical and Simulation Models for Reliability Analysis in Water Distribution Systems. In *Improving Efficiency and Reliability in Water Distribution Systems*; Cabrera, E., Vela, A.F., Eds.; Water Science and Technology Library; Springer Netherlands: Dordrecht, 1995; Vol. 14, pp. 235–266 ISBN 978-90-481-4567-6.
8. Cullinane, M.J.; Lansey, K.E.; Mays, L.W. Optimization-Availability-Based Design of Water-Distribution Networks. *Journal of Hydraulic Engineering* **1992**, 118, 420–441, doi:10.1061/(ASCE)0733-9429(1992)118:3(420).
9. Great Man-Made River Project (GMMRP). Facility Maintenance Manual, Single Well/Wellhead (Whole); Project Document No. 20250-S-450-00-MA-EN-3080-01; GMMRP: Libya, November 2005.
10. Great Man-Made River Project (GMMRP). System Maintenance Manual 2.0 MCMD (whole); Project Document No. 20250-S-450-MA-EN-3029. GMMRP: Libya, October 2004.
11. Ben-Daya, M.; Duffuaa, S.; Raouf, A.; Knezevic, J.; Ait-Kadi, D. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*; 2009; ISBN 978-1-84882-471-3.
12. Rahman, F.; Sugiono, S.; Sonief, A.; Novareza, O. Optimization Maintenance Performance Level through Collaboration of Overall Equipment Effectiveness and Machine Reliability. *Journal of Applied Engineering Science* **2022**, 20, 1–20, doi:10.5937/jaes0-35189.
13. Bugarić, U.; Jovanović, R.; Tanasijević, M.; Djenadić, S. Prediction of Technical Systems Availability Using the Simulation Models Based on the AI Techniques and Statistical Methods. A Case Study: Bucket Wheel Excavator. *Results in Engineering* **2025**, 27, 106692, doi:10.1016/j.rineng.2025.106692.

14. Berardi, L.; Laucelli, D.; Ciliberti, F.; Bruaset, S.; Raspati, G.; Selseth, I.; Ugarelli, R.; Giustolisi, O. Reliability Analysis of Complex Water Distribution Systems: The Role of the Network Connectivity and Tanks. *Journal of Hydroinformatics* **2021**, *24*, 128–142, doi:10.2166/hydro.2021.140.
15. Mays, L.W. Methodologies for Reliability Analysis of Water Distribution Systems.; Chaudhry, M.H., Mays, L.W., Eds.; Springer Netherlands: Dordrecht, 1994; pp. 485–517.
16. Sirsant, S.; Hamouda, M.A.; Shaaban, M.F. Advances in Assessing the Reliability of Water Distribution Networks: A Bibliometric Analysis and Scoping Review. *Water* **2023**, *15*, 986, doi:10.3390/w15050986.
17. Ostfeld, A. Reliability Analysis of Water Distribution Systems. *Journal of Hydroinformatics* **2004**, *6*, 281–294, doi:10.2166/hydro.2004.0021.
18. Naguib, A.H.; Razik, M.H.A.; Fergala, M.A.; Elagroudy, S.A. Reliability of Water Distribution Networks. *International Journal of Engineering Research & Technology* **2019**, *8*, doi:10.17577/IJERTV8IS080137.
19. Alshaari, A.; Nor, M. Reliability Analysis on Water Pumps in Water Supply System in Johor. *Journal of Physics: Conference Series* **2021**, *1874*, 012021, doi:10.1088/1742-6596/1874/1/012021.
20. Khalaj, M.; Makui, A.; Tavakkoli-Moghaddam, R. Risk-Based Reliability Assessment under Epistemic Uncertainty. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **2012**, *25*, 571–581, doi:10.1016/j.jlp.2011.12.014.
21. Christodoulou, S.; Agathokleous, A.; Charalambous, B.; Adamou, A. Proactive Risk-Based Integrity Assessment of Water Distribution Networks. *Water Resources Management* **2010**, *24*, 3715–3730, doi:10.1007/s11269-010-9629-5.
22. Raspati, G.S.; Bruaset, S.; Bosco, C.; Mushom, L.; Johannessen, B.; Ugarelli, R. A Risk-Based Approach in Rehabilitation of Water Distribution Networks. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2022**, *19*, 1594, doi:10.3390/ijerph19031594.
23. Lane, K.; Hrudehy, S.E. A Critical Review of Risk Matrices Used in Water Safety Planning: Improving Risk Matrix Construction. *J Water Health* **2023**, *21*, 1795–1811, doi:10.2166/wh.2023.129.
24. Taha, H.A. *Operations Research: An Introduction*; Macmillan, 1992; ISBN 978-0-02-418975-2.
25. Elhassadi, A. Libyan National Plan to Resolve Water Shortage Problem Part Ia: Great Man-Made River (GMMR) Project — Capital Costs as Sunk Value. *Desalination* **2007**, *203*, 47–55, doi:10.1016/j.desal.2006.05.003.
26. Gijssbers, P.J.A.; Loucks, D.P. Libya's Choices: Desalination or the Great Man-Made River Project. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere* **1999**, *24*, 385–389, doi:10.1016/S1464-1909(99)00017-9.
27. Akhmatshina, E.K.; Kurbansaidovna, A.E.; Luchenkov, I.R.; Romanovich, L.I. The Great Man-Made River Project after Muammar Gaddafi's Overthrow. *Asia & Africa today* **2023**, 49–57, doi:10.31857/S032150750024808-0.
28. The Great Man-Made River: Quenching Libya's Millennia-Long Thirst. *Osservatorio Strategico Mediterraneo Allargato* 2025.
29. Massey Jr., F.J. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. *Journal of the American Statistical Association* **1951**, *46*, 68–78, doi:10.1080/01621459.1951.10500769.
30. Krit, M.; Rebaï, A. Modeling of The Effect of Corrective and Preventive Maintenance with Bath tub Failure Intensity. *International Journal of Technology Management* **2013**, *4*, 157, doi:10.14716/ijtech.v4i2.111.
31. Kleinrock, L. (1975) Queueing Systems, Volume 1 Theory. John Wiley & Sons, New York.
32. Hillier, F.S. and Lieberman, G.J. (2015) Introduction to Operations Research. 10th Edition, McGraw-Hill, New York.
33. Aven, T. On How to Define, Understand and Describe Risk. *Reliability Engineering & System Safety* **2010**, *95*, 623–631, doi:10.1016/j.res.2010.01.011.
34. Boryczko, K.; Piegdoń, I.; Szpak, D.; Żywiec, J. Risk Assessment of Lack of Water Supply Using the Hydraulic Model of the Water Supply. *Resources* **2021**, *10*, 43, doi:10.3390/resources10050043.
35. Alharsha, I.; Memon, F.A.; Farmani, R.; Hussien, W.A. An Investigation of Domestic Water Consumption in Sirte, Libya. *Urban Water Journal* **2022**, *19*, 922–944, doi:10.1080/1573062x.2022.2105239.
36. Tijms, H.C. Stochastic Models : An Algorithmic Approach; Chichester ; New York : Wiley, 1994; ISBN 978-0-471-94380-8.

37. Haimes, Y.Y. Risk Modeling, Assessment, and Management; New York : Wiley, 1998; ISBN 978-0-471-24005-1.
38. Gross, D.; Shortle, J.F.; Thompson, J.M.; Harris, C.M. Fundamentals of Queueing Theory; John Wiley & Sons, 2011; ISBN 978-1-118-21164-9.
39. Batabyal, A.A. The Queueing Theoretic Approach to Groundwater Management. Ecological Modelling 1996, 85, 219–227, doi:10.1016/0304-3800(94)00178-2.
40. Palkova, Z.; Hennyeyová, K. Determination of Optimal Capacity of Irrigation System Using Queueing Theory. Acta Universitatis Bohemicae Meridionale 2012, 11, 67–72, doi:10.32725/acta.2008.011.
41. Piegoń, I.; Tchórzewska-Cieślak, B.; Eid, M. Managing the Risk of Failure of the Water Supply Network Using the Mass Service System. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2018, 20, 284–291, doi:10.17531/ein.2018.2.15.

### 3. Полазне хипотезе

Полазећи од дефинисаног предмета и циља, истраживање у оквиру предложене докторске дисертације засновано је на следећим полазним хипотезама:

#### Главна хипотеза:

- Могуће је оптимизовати конфигурацију система за снабдевање водом применом методологије засноване на интегрисаном одређивању ризика и поузданости, чиме се добија конфигурација система која обезбеђује боље перформансе и смањен оперативни ризик у поређењу са конвенционалним приступима пројектовању и управљању системом.

#### Помоћне (специфичне) хипотезе:

1. Квантитативни показатељи поузданости (нпр. расположивост компоненти, вероватноћа отказа, поузданост система) могу се ефикасно интегрисати са метрикама ризика ради вредновања и поређења алтернативних конфигурација система за снабдевање водом.
2. Предложена методологија оптимизације омогућава разликовање конфигурација система са сличним перформансама (капацитетима), али различитим нивоима поузданости и ризика.
3. Примена развијене методологије доводи до повећања робусности и отпорности система за снабдевање водом у условима отказа и променљиве потрошње.
4. Развијена методологија је применљива на реалне системе за снабдевање водом, може се верификовати коришћењем експлоатационих података и података о отказима, те представља поуздан алат за подршку доношењу инжењерских одлука при избору и управљању конфигурацијом система, заснован на процени ризика и поузданости.

Постављене хипотезе непосредно произлазе из дефинисаног циља и представљају његову операционализацију. Главна хипотеза испитује могућност остваривања циља кроз примену интегрисане методологије оптимизације засноване на процени ризика и поузданости. Помоћне хипотезе разрађују појединачне аспекте тог циља: прва се односи на интеграцију показатеља поузданости и ризика, као и идентификацију критичних компоненти система; друга испитује способност методологије да разликује алтернативне конфигурације система на основу нивоа поузданости и ризика; трећа проверава допринос методологије повећању отпорности система у условима отказа и променљиве потрошње; док четврта потврђује практичну применљивост методологије на реалне системе и њену улогу у подршци доношењу инжењерских одлука.

#### 4. Научне методе истраживања

У раду на докторској дисертацији са предложеном темом биће кориштене следеће научне методе истраживања:

##### Анализа и систематизација литературе

- преглед досадашњих истраживања из области као што су: поузданост система, стратегије одржавања, процена ризика и операциона истраживања.

##### Аналитичке методе

- Математичко моделирање система за снабдевање водом применом модела теорије редова чекања.
- Примена формула за процену поузданости система за снабдевање водом и компоненти – пумпи (нпр. расподела броја отказа, интензитет отказа, Mean Time Between Failures – MTBF).
- Квантитативна интеграција ризика и поузданости помоћу парцијалних показатеља кроз индексе и метрике.

##### Статистичке методе

- Статистичка обрада и анализа историјских експлоатационих података (времена рада пумпи до отказа, број и врста отказа, времена трајања појединих активности одржавања у зависности од типа).
- Примена Kolmogorov-Smirnov (K-S) и Хи-квадрат ( $\chi^2$ ) теста за добијање теоријских расподела тј. за проверу усаглашености посматране и теоријске расподеле са експерименталним подацима).
- Регресиона анализа за предвиђање потребног броја пумпи у раду за остваривање захтеваног капацитета система за водоснабдевање.

##### Методе процене ризика

- Probabilistic Risk Assessment (PRA) за квантитативну процену вероватноће и последица отказа.
- Анализа осетљивости система на промену конфигурације – броја пумпи у раду.

##### Методе оптимизације

- Линеарно програмирање за избор оптималне конфигурације система (потребног броја пумпи у раду) у зависности од потрошње електричне енергије.

##### Методе подршке доношењу одлука

- Интеграција процене ризика и поузданости као основа за инжењерске одлуке.

#### 5. Очекивани научни допринос

Имајући у виду дефинисан предмет и циљ истраживања, формулисане хипотезе и научне методе, очекивани допринос ове докторске дисертације је следећи:

##### Научни допринос

Научни допринос се огледа у развоју методологије за оптимизацију конфигурације система за снабдевање водом великог обима (сложене инфраструктуре из стварног света) базиране на примени модела теорије редова чекања (finite-source, multi-server queuing model with spares) и процени ризика функционисања.

Дисертација ће пружити квалитативни и квантитативни оквир који повезује ресурсе за одржавање, поузданост система и ризик, а који се може проширити и на друге системе водоснабдевања или критичне инфраструктуре. Ово омогућава превазилажење јаза између аналитичког моделирања и оперативних перформанси, показујући како се теорија редова

чекања може применити изван класичних теоријских проблема на практичне инжењерске системе.

### Стручни допринос

Стручни допринос се огледа у пружању применљивих смерница за оперatore система за снабдевање водом, укључујући оптимизацију конфигурације система – броја пумпи и тимова за поправке. Предложена методологија подржава расподелу ресурса и планирање ванредних ситуација кроз квантитативно оцењивање компромиса између резервних пумпи, величине тимова и производног ризика, и побољшава транспарентност доношења одлука, омогућавајући менаџерима да се ослањају на јасне метрике перформанси као што су поузданост система, ризик и искоришћење пумпи при планирању и доношењу инвестиционих одлука. Такође, оквир за процену ризика заснован на поузданости квантитативно одређује вероватноћу отказа система, подржавајући проактивне мере за смањење оперативних ризика.

Поред тога, предложена методологија може послужити као модел за сличне процене поузданости и ризика у другим системима водоснабдевања, нарочито у пустињским регионима који се ослањају на пумпање из дубоких бунарских поља.

Укратко, дисертација има научни допринос, јер унапређује методологију моделирања применом теорије редова чекања, и стручни, јер ове моделе претвара у конкретне смернице за пројектовање система, одржавање и управљање ризиком.

## **6. План истраживања и структура рада**

Истраживање у оквиру предложене докторске дисертације биће реализовано кроз више међусобно повезаних фаза, односно поглавља, које су конципиране тако да омогуће систематско сагледавање проблема одређивања поузданости и ризика функционисања система за водоснабдевање, као и верификацију постављених хипотеза. Истраживање у дисертацији ће бити реализовано кроз осам фаза - поглавља.

Поглавље 1 пружа основне информације о систему за водоснабдевање - бунарским пољима, укључујући његову просторну структуру, пројектовани капацитет производње, као и преглед релевантне литературе о одржавању, поузданости и процени ризика система за снабдевање водом.

Поглавље 2 описује методологију за процену ризика система за снабдевање водом засновану на поузданости система, укључујући начин за оптимизацију конфигурације система која обезбеђује низак ниво ризика. Кораци предложене методологије су:

Корак	Назив корака	Кратко објашњење
1	Преглед литературе	Систематска анализа досадашњих истраживања из области поузданости система, стратегија одржавања и процене ризика система за снабдевање водом.
2	Прикупљање података	Сакупљање експлоатационих података о раду пумпи, отказима, времену одржавања и другим релевантним параметрима система.
3	Анализа података	Статистичка обрада прикупљених података ради утврђивања основних показатеља као што су интензитет

Корак	Назив корака	Кратко објашњење
		отказа, време рада пумпи и интензитет одржавања, користећи статистичке методе као што су K-S и Хи-квадрат тест, линеарна регресија.
4	Одређивање вероватноће наступања ризичног догађаја	Процена поузданости функционисања система за водоснабдевање, користећи методе теорије редова чекања.
5	Одређивање озбиљности последица ризичног догађаја	Процена утицаја отказа система за снабдевање водом на број потрошача који су погођени кашњењем или недовољним снабдевањем водом.
6	Процена ризика	Интеграција вероватноће наступања и озбиљности последица ризичног догађаја ради добијања квантитативне процене ризика за различите конфигурације система.
7	Одређивање најбоље конфигурације система	Примена аналитичких и оптимизационих метода ради идентификације конфигурације система која обезбеђује најбољу комбинацију поузданости, капацитета, минималног ризика и потрошње електричне енергије.

Поглавље 3 описује структуру базе података коришћене за статистичку анализу података о одржавању система (подаци о корективном и превентивном одржавању).

Поглавље 4 представља статистичку анализу улазних података спроведену ради утврђивања потребног броја пумпи у раду, поузданости пумпи, интензитета отказа и укупног интензитета одржавања.

Поглавље 5 идентификује параметре, као и поузданост, рада система водоснабдевања коришћењем модела теорије редова чекања (finite-source, multi-server queuing theory model with spares).

Поглавље 6 представља модел процене ризика система водоснабдевања, дефинише парцијане показатеље ризика као и скале за одређивање утицаја (ранга) датог показатеља и врши процену ризика за различите конфигурације система.

У поглављу 7 се врши синтеза остварених резултата, резимирање главних налаза и одређује се конфигурација система која је потребна за остваривање производних циљева система за водоснабдевање уз прихватљив ниво поузданости, минимални ризик и потрошњу електричне енергије.

На крају, поглавље 8 садржи закључна разматрања, осврт на потврду или одбацивање постављених хипотеза, као и идентификацију праваца за будућа истраживања у области оптимизације функционисања анализираних система за водоснабдевање.

## 7. Закључак и предлог

Анализом пријаве теме докторске дисертације кандидата **Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao**, маг. инж. маш., Комисија за оцену подобности и научне заснованости теме докторске дисертације закључује да је предложена тема научно утемељена и актуелна, као и да

кандидат испуњава све предвиђене услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета. Сходно томе, Комисија предлаже Већу докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду да се кандидату **Al-Sifao A. Abdalla Al-Sifao**, маг. инж. маш., одобри израда докторске дисертације са темом:

### **Methodology for Optimization of Water Supply System Configuration Based on Risk and Reliability Assessment**

Методологија за оптимизацију конфигурације система водоснабдевања заснована на процени ризика и поузданости

Тема припада области техничких наука – машинство, ужој научној области индустријско инжењерство за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора предметне дисертације предлаже се **др Угљеша Бугарић**, редовни професор на Катедри за индустријско инжењерство Машинског факултета Универзитета у Београду, који у претходних десет година има десет објављених радова у научним часописима са SCIE Web of Science листе у домену машинског инжењерства – индустријског инжењерства, дакле има све неопходне компетенције у оквиру научне области којој припада тема докторске дисертације.

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

др Весна Спасојевић Бркић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Иван Михајловић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Мирјана Мисита, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Угљеша Бугарић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Милош Танасијевић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет