

Образац 4 – Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације

Веће за студије при Универзитету
Интелигентни системи
назив студијског програма

Подаци о прихватању Ментора и Комисије за оцену научне заснованости теме докторске (Веће студија, датум)

Одлуком 06-3901/III-3.1/2-24 бр. од 16.12.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом **Побољшање тачности краткорочног предвиђања електричног оптерећења коришћењем предиктивног моделирања заснованог на вештачкој интелигенцији и испуњености услова кандидата Владимира Урошевића и предложених ментора проф. др Зорана Шеварца и др Андреја Савића .**

На основу материјала предложеног уз Пријаву кандидата, Комисија подноси следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ ДОКТОРСKE
ДИСЕРТАЦИЈЕ И ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА КАНДИДАТА МЕНТОРА

1. Биографија кандидата

Владимир Урошевић је рођен 28.10.1976. године у Пожаревцу, Србија. Уписао је Технички факултет „Михајло Пупин“ Универзитета у Новом Саду, студијски програм – Дипломирани инжењер информатике 2005 године. Дипломирао је 2009. године и стекао звање Дипломирани инжењер информатике. Мастер студије је уписао 2017. године на Факултету организационих наука Универзитета у Београду – студијски програм Софтверско инжењерство. Мастер студије је завршио 2019. године, чиме је стекао звање Мастер инжењер организационих наука. Од 2019. године је докторанд мултидисциплинарних докторских студија Универзитета у Београду – студијски програм Интелигентни системи. Студентску праксу за докторске студије одрадио је на Институту „Михајло Пупин“ у Београду у периоду од 01.03.2021. до 16.05.2021. године. Рецензент је у следећим научним часописима:

- Energy systems, Springer Nature, ISSN: [1868-3967](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1111-1)

- International journal of computational intelligence systems, Springer Nature, ISSN: [1875-6883](#)
- International journal of fuzzy systems, Springer Nature, ISSN: [1562-2479](#)
- Soft computing, Springer Nature, ISSN: [1432-7643](#)

Од 2004. ради у US Steel д.о.о на пословима програмера, а касније и пројектанта информационих система. У US Steel д.о.о. Владимир је завршио бројне специјалистичке курсеве из области софтверског инжењерства и управљања пројектима. У „ЕПС Снабдевање“ д.о.о. прелази 2013. године на место водећег стручног сарадника за информационе системе. У ЈП ЕПС био је руководилац великих пројеката „Рекламације“ и „Увид у рачун“. 2019. године прелази у Deloitte д.о.о. на позицију вишег консултанта, где је, између осталог, развио и имплементирао Систем за краткорочну прогнозу електричне енергије. Од 2020. године ради у Generali Development д.о.о. на позицијама Senior Java Backend Developer и AI Engineer.

2. Библиографија кандидата (категорисано према категоризацији надлежног Министарства)

2.1. Објављени радови или прихваћени за штампу

Истакнути међународни часопис (M22)

1. Urošević, Vladimir. "Determining the model for short-term load forecasting using fuzzy logic and ANFIS." *Soft Computing* (2024): 1-14.
2. Urošević, Vladimir, and Andrej M. Savić. "Temporal clustering for accurate short-term load forecasting using Bayesian multiple linear regression." *Applied Intelligence* 55.1 (2025): 19.

Конференције и скупови

1. V. Urošević and S. Dimitrijević, "Optimum input sequence size for a sliding window-based LSTM neural network used in short-term electrical load forecasting," *2021 29th Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELFOR52709.2021.9653206.
2. Urošević V, Marković Ž, 2021, "Kratkoročna prognoza potrošnje električne energije putem modifikovanog KNN algoritma i ARIMA statističkog modela", Zbornik radova XII Savetovanja CIRED.

3. Urošević V, Marković Ž, 2023, „Kratkoročna prognoza potrošnje električne energije putem višestruke linearne regresije (mlr) i neuralne mreže sa višeslojnim perceptronom (MLP)“, 36. Savetovanje CIGRE Srbija

3. Предмет и циљеви докторске дисертације

3.1. Предмет докторске дисертације

Предмет предложене дисертације је краткорочна прогноза потрошње електричне енергије. Прогноза потрошње електричне енергије представља први и најважнији корак у процесу управљања потрошњом, доношењу инвестиционих одлука у трговини електричном енергијом и планирању развоја електроенергетског система. У зависности од временског хоризонта на ком се врши прогноза, извршена је класификација на:

- краткорочну прогнозу,
- средњорочну прогнозу и
- дугорочну прогнозу.

Временски хоризонт код краткорочне прогнозе електричне енергије, креће се од неколико минута до неколико дана (углавном до седам). Средњорочна прогноза се врши за период од неколико недеља до неколико месеци, док се дугорочна прогноза врши за период од неколико месеци до неколико година или неколико деценија [38].

Краткорочна прогноза потрошње електричне енергије користи се код: оперативног планирања, балансирања мреже, оптимизације производње и потрошње у реалном времену. За краткорочну предикцију потрошње електричне енергије коришћени су различити модели. Коришћени модели се могу поделити на: статистичке моделе, моделе који су засновани на вештачкој интелигенцији и хибридне моделе. Неки од најпознатијих статистичких модела су: ауторегресивни модели (АР), ауторегресивни интегрисани покретни просек (АРИМА), експоненцијално изглађивање, линеарна регресија, генерализовани линеарни модели (ГЛМ), Модели Гаусових процеса. Моделе који су засновани на вештачкој интелигенцији, а користе се код краткорочне предикције електричне енергије, могу се груписати на: моделе на бази фази логике, моделе машинског учења, моделе који користе неуронске мреже, моделе дубоког учења, Бајесовске мреже и учење са подстицајем. Сви наведени приступи имају своје предности и ограничења и не може се издвојити супериоран модел у односу на друге. Зато се практикује употреба хибридних модела. Хибридни модели су они модели који комбинују два или више наведених приступа. Хибридни модели могу бити ограничени својом сложености, подешавањем параметара и скалабилности, као и њиховим потенцијалним преоптерећењем и редундантношћу података [14].

Најзначајнији подаци на основу којих се врши краткорочна прогноза су историјски подаци о потрошњи. Историјски подаци о потрошњи поседују три типа сезоналности и то: дневну, седмичну и годишњу. Између историјске потрошње и прогнозиране потрошње постоји одређена корелација. Постојање веће корелације између предикторских варијабли и зависне променљиве је пожељна, јер побољшава тачност предикције.

Поред ових података, могу се користити и други подаци који представљају утицај економских, социјалних и метеоролошких фактора [38].

Техника груписања улазних података за предвиђање електричне потрошње групише сличне обрасце оптерећења заједно, омогућавајући прецизнија предвиђања. Тиме се поред препознавања образаца може постићи и смањење варијабилности унутар сваке групе што олакшава изградњу прецизнијих модела. Груписањем података, алгоритми учења могу да се фокусирају на појединачне трендове и дају прецизније прогнозе [1].

У циљу повећања тачности прогнозе потрошње електричне енергије, могу се размотрити утицаји повећања корелације између предиктора и прогнозиране потрошње. Такође, могу се истражити утицаји различитих фиксних груписања података на тачност прогнозе. И на крају испитати утицај флексибилног кластеровања на тачност прогнозе и предложити нови модел заснован на овим принципима. Од овог предложеног модела може се очекивати већа тачност предикције у поређењу са осталим моделима заснованим на фиксним начинима кластеровања.

3.2. Циљеви докторске дисертације

Циљ докторске дисертације је унапређење тачности и поузданости краткорочне предикције електричног оптерећења кроз примену фиксне и флексибилне кластеризације улазних података и анализу корелације улазних података. Овај циљ укључује испитивање утицаја корелације између предвиђеног и претходних дана, временског груписања по данима и сатима, као и динамичног прилагођавања кластеризације на основу уочених образаца у подацима. Прилагођавања кластеризације се врши у циљу повећања стабилност и тачности предиктивних модела, са посебним фокусом на технике машинског учења и методе засноване на Фази логици и АНФИС моделима. Да би се ово постигло потребно је урадити следеће:

- Испитати утицај корелације између предвиђеног дана и претходних дана за одабране моделе код краткорочне предикције оптерећења.
- Испитати утицај временског груписања улазних података на тачност предикције за одабране моделе код краткорочне предикције оптерећења.
- Формирати модел за предикцију потрошње електричне енергије који ће бити заснован на методи флексибилног кластеровања у циљу повећавања тачности модела краткорочне предикције оптерећења.

3.3. Хипотезе

Хипотезе које представљају основу за истраживања су:

- Употреба улазних података са већом корелацијом између предвиђеног дана и претходних дана статистички значајно повећава тачност краткорочне прогнозе оптерећења код употребе Фази логики и АНФИС модела, у поређењу са традиционалним приступом који улазне податке групишу према данима у недељи.
- Употреба улазних података са већом корелацијом између предвиђеног дана и претходних дана статистички значајно повећава тачност краткорочне прогнозе оптерећења код

употребе напредних модела машинског учења као што су: вишеслојни перцептрон (MLP), случајна шума (*Random Forest*), гребена регресија (*Ridge regression*), регресија потпорних вектора (SVR), регресија са екстремним градираним бустингом (XGB), у поређењу са традиционалним приступом који улазне податке групишу према данима у недељи.

- Кластеризација улазних података по данима у седмици и сатима код Бајесове вишеструке линеарне регресије статистички значајно повећава тачност прогнозе код краткорочног предвиђања електричног оптерећења у поређењу са кластеризацијама на основу: дана у недељи, сата и коришћењем улазних података без кластеровања.

- Флексибилна селекција модела заснована на кластерима, уз коришћење *K-Means* алгоритма, статистички значајно повећава тачност модела гребене регресије у поређењу са кластеризацијама на основу: дана у недељи, сата и коришћењем улазних података без кластеровања.

4. План рада

Методологија истраживања ће се састојати из следећих корака:

- преглед релевантне литературе,
- прикупљање и обрада података,
- анализа и избор предиктора,
- одабир репрезентативних модела над којима ће се вршити експерименти,
- развој и тренирање модела,
- валидација и евалуација модела,
- испитивање утицаја корелације између предвиђеног дана и претходних дана за одабране регресионе моделе,
- испитивање утицаја временског груписања улазних података на тачност предикције за одабране регресионе моделе и
- Анализа резултата са визуелизацијом и интерпретацијом.

5. Библиографски подаци релевантни за докторску дисертацију

- [1] M. A. Acquah, Y. Jin, B. C. Oh, Y. G. Son, and S. Y. Kim, "Spatiotemporal Sequence-to-Sequence Clustering for Electric Load Forecasting," *IEEE Access*, vol. 11, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3235724.
- [2] F. Soldan, A. Maldarella, G. Paludetto, E. Bionda, F. Belloni, and S. Grillo, "Characterization of electric consumers through an automated clustering pipeline," 2022, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854568.

- [3] Q. Wang, Z. Chen, and C. Wu, "Clustering Enabled Few-Shot Load Forecasting," 2021, doi: 10.1109/iSPEC53008.2021.9736051.
- [4] N. Alemazkoor, M. Tootkaboni, R. Nateghi, and A. Louhghalam, "Smart-Meter Big Data for Load Forecasting: An Alternative Approach to Clustering," *IEEE Access*, vol. 10, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3142680.
- [5] D. Kontogiannis, D. Bargiotas, A. Daskalopulu, A. I. Arvanitidis, and L. H. Tsoukalas, "Structural Ensemble Regression for Cluster-Based Aggregate Electricity Demand Forecasting," *Electricity*, vol. 3, no. 4, 2022, doi: 10.3390/electricity3040025.
- [6] M. Xiang, Z. Ling, X. Zhang, L. Ma, and J. He, "An Accurate Power Load Forecasting Technique Based on the Fusion of Clustering Algorithms," 2022, doi: 10.1109/ICPEA56363.2022.10052629.
- [7] A. I. Arvanitidis, D. Bargiotas, A. Daskalopulu, D. Kontogiannis, I. P. Panapakidis, and L. H. Tsoukalas, "Clustering Informed MLP Models for Fast and Accurate Short-Term Load Forecasting," *Energies*, vol. 15, no. 4, 2022, doi: 10.3390/en15041295.
- [8] J. S. Nightingale, Y. Wang, F. Zobiri, and M. A. Mustafa, "Effect of Clustering in Federated Learning on Non-IID Electricity Consumption Prediction," in *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe*, 2022, vol. 2022-October, doi: 10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960569.
- [9] M. A. Shaukat, H. R. Shaukat, Z. Qadir, H. S. Munawar, A. Z. Kouzani, and M. A. P. Mahmud, "Cluster analysis and model comparison using smart meter data," *Sensors*, vol. 21, no. 9, 2021, doi: 10.3390/s21093157.
- [10] Y. Wang, L. Von Krannichfeldt, and G. Hug, "Probabilistic Aggregated Load Forecasting with Fine-grained Smart Meter Data," 2021, doi: 10.1109/PowerTech46648.2021.9494815.
- [11] W. Zhang, G. Mu, G. Yan, and J. An, "A power load forecast approach based on spatial-temporal clustering of load data," in *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 2018, vol. 30, no. 23, doi: 10.1002/cpe.4386.
- [12] A. Kell, A. S. McGough, and M. Forshaw, "Segmenting residential smart meter data for short-Term load forecasting," 2018, doi: 10.1145/3208903.3208923.
- [13] B. Qian, Y. Zhu, Y. Xiao, Y. Zhang, X. Xu, and M. Zhou, "Variable Input Structure User Load Forecasting Method Based on User Load State Identification," 2020, doi: 10.1109/iSPEC50848.2020.9351192.
- [14] S. Akhtar *et al.*, "Short-Term Load Forecasting Models: A Review of Challenges, Progress, and the Road Ahead," *Energies*, vol. 16, no. 10. 2023, doi: 10.3390/en16104060.

- [15] R. Lin, B. Wu, and Y. Su, "An adaptive weighted pearson similarity measurement method for load curve clustering," *Energies*, vol. 11, no. 9, 2018, doi: 10.3390/en11092466.
- [16] P. Laurinec and M. Lucka, "New clustering-based forecasting method for disaggregated end-consumer electricity load using smart grid data," in *2017 IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics, INFORMATICS 2017 - Proceedings*, 2017, vol. 2018-January, doi: 10.1109/INFORMATICS.2017.8327248.
- [17] J. Lee, J. Kim, and W. Ko, "Day-ahead electric load forecasting for the residential building with a small-size dataset based on a self-organizing map and a stacking ensemble learning method," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 6, 2019, doi: 10.3390/app9061231.
- [18] H. Zheng, L. Xie, and L. Z. Zhang, "Spatial load forecasting by data fusion technology," in *Advanced Materials Research*, 2011, vol. 219–220, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.219-220.1625.
- [19] J. Chen, D. Zhang, and Y. Nanekaran, "Research of power load prediction based on boost clustering," *Soft Computing*, vol. 25, no. 8, 2021, doi: 10.1007/s00500-021-05632-5.
- [20] T. Wang, L. Qiu, G. Jiang, Y. Ping, S. Huang, and X. Zhu, "Construction of a smart grid load forecasting platform based on clustering algorithm," *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, vol. 9, no. 1, 2024, doi: 10.2478/amns.2023.1.00367.
- [21] R. Lin, Z. He, H. Zou, and B. Wu, "Load Data Analysis Based on Timestamp-Based Self-Adaptive Evolutionary Clustering," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 19, no. 12, 2023, doi: 10.1109/TII.2023.3247010.
- [22] Z. Li and X. Yu, "Power Load Curve Clustering based on ISODATA," 2022, doi: 10.1109/SmartCloud55982.2022.00022.
- [23] L. Hu, J. Wang, Z. Guo, and T. Zheng, "Load Forecasting Based on LVMD-DBFCM Load Curve Clustering and the CNN-IVIA-BLSTM Model," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 12, 2023, doi: 10.3390/app13127332.
- [24] A. Nespoli, E. Ogliari, and S. Leva, "User Behavior Clustering Based Method for EV Charging Forecast," *IEEE Access*, vol. 11, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3235952.
- [25] P. Sarajcev, D. Jakus, and J. Vasilj, "Ensemble learning with time-series clustering for aggregated short-term load forecasting," 2020, doi: 10.1109/MELECON48756.2020.9140676.
- [26] H. Kim, S. Park, and S. Kim, "Time-series clustering and forecasting household electricity demand using smart meter data," *Energy Reports*, vol. 9, 2023, doi: 10.1016/j.egy.2023.03.042.

- [27] J. W. Xiao, H. Fang, and Y. W. Wang, "Short-Term Residential Load Forecasting via Pooling-Ensemble Model with Smoothing Clustering," *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 2024, doi: 10.1109/TAI.2024.3375833.
- [28] W. Zeng *et al.*, "Ultra Short-Term Power Load Forecasting Based on Similar Day Clustering and Ensemble Empirical Mode Decomposition," *Energies*, vol. 16, no. 4, 2023, doi: 10.3390/en16041989.
- [29] F. Rodrigues and A. Trindade, "Load forecasting through functional clustering and ensemble learning," *Knowledge and Information Systems*, vol. 57, no. 1, 2018, doi: 10.1007/s10115-018-1169-y.
- [30] N. Huang, W. Wang, S. Wang, J. Wang, G. Cai, and L. Zhang, "Incorporating Load Fluctuation in Feature Importance Profile Clustering for Day-Ahead Aggregated Residential Load Forecasting," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2971033.
- [31] X. Wang, W. J. Lee, H. Huang, R. L. Szabados, D. Y. Wang, and P. Van Olinda, "Factors that Impact the Accuracy of Clustering-Based Load Forecasting," *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 52, no. 5, 2016, doi: 10.1109/TIA.2016.2558563.
- [32] B. Yildiz, J. I. Bilbao, J. Dore, and A. Sproul, "Household electricity load forecasting using historical smart meter data with clustering and classification techniques," 2018, doi: 10.1109/ISGT-Asia.2018.8467837.
- [33] H. Mori and A. Yuihara, "Deterministic annealing clustering for ANN-based short-term load forecasting," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 16, no. 3, 2001, doi: 10.1109/59.932293.
- [34] G. Rouwhorst, E. M. S. Duque, P. H. Nguyen, and H. Sloomweg, "Improving Clustering-Based Forecasting of Aggregated Distribution Transformer Loadings with Gradient Boosting and Feature Selection," *IEEE Access*, vol. 10, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3137870.
- [35] P. Laurinec and M. Lucká, "Clustering-based forecasting method for individual consumers electricity load using time series representations," *Open Computer Science*, vol. 8, no. 1, 2018, doi: 10.1515/comp-2018-0006.
- [36] H. H. Çevik and M. Çunkaş, "Short-term load forecasting using fuzzy logic and ANFIS," *Neural Computing and Applications*, vol. 26, no. 6, 2015, doi: 10.1007/s00521-014-1809-4.
- [37] R. J. HYNDMAN and ATHANASOPOULOS, "Forecasting: principles and practice - Rob J Hyndman, George Athanasopoulos," *OTexts*, 2018. https://books.google.co.kr/books?hl=ko&lr=&id=_bBhDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Forecasting:

+principles+and+practice&ots=TiiWxgURNJ&sig=BMVIA7QYlitQoLR9EY9KMkxGpk
Q#v=onpage&q=Forecasting%3A principles and practice&f=false (accessed Nov. 20,
2023).

[38] Maged, M., Eljazzar., Elsayed, E., Hemayed. "Impact of Economic, Social and Meteorological Factors on Load Forecasting in Different Timeframes-A Survey.", 2020, doi: 10.1109/ICRAIE51050.2020.9358323

6. Методе које се користе у истраживању

Историјски подаци о потрошњи биће преузети преко платформе ENTSO-e ³(*European Network of Transmission System Operators*), а подаци о времену биће преузети са платформе *Visual Crossing Corporation*⁴.

Сви експерименти биће вршени у Python програмском језику уз употребу адекватних библиотека као што су: pandas, NumPy, scikit-learn, keras, tensorflow, SciPy.

За одређивање корелације између предиктора и зависне варијабле користиће се библиотека NumPy. Фиксна временска груписања биће реализована путем библиотеке pandas. За већину задатака из области машинског учења користиће се библиотека scikit-learn. Неуронске мреже као и *Deep Learning* модели биће имплементирани уз употребу библиотека keras и tensorflow. За специфичне математичке и инжењерске функције користиће се библиотека SciPy.

За евалуацију модела користиће се унакрсна валидација временских серија ради бољих процена перформанси модела као и побољшања генерализације. За утврђивање тачности модела користиће се следеће метрике:

- MAPE (средња апсолутна процентуална грешка),
- MAE (средња апсолутна грешка) и
- RMSE (корена средња квадратна грешка).

7. Мултидисциплинарност теме

Израда ове дисертације захтева мултидисциплинарни приступ, што подразумева примену знања и техника из више различитих области.

За разумевање рада и управљања електроенергетским системима, укључујући динамику потрошње и производње електричне енергије, као и за анализу образаца потрошње електричне енергије и оптерећења, укључујући факторе који утичу на

³ <https://transparency.entsoe.eu/>

⁴ <https://www.visualcrossing.com/>

промене у потрошњи током дана и недеље, потребно је применити знања из **електроенергетике**. Примена статистичких метода и алгоритама за анализу и развој предиктивних модела захтева знања из **статистике** и **математике**. Примена метода машинског учења и неуронских мрежа за развој модела за регресију, кластеризацију и класификацију захтева знања из области **машинског учења**. Примена метода фази логике и АНФИС система за предикцију потрошње електричне енергије захтева шира знања из области **вештачке интелигенције**. Обрада података, управљање великим скуповима података, имплементација и оптимизација алгоритама спада у домен **рачунарске технике и информатике** и **софтверског инжењерства**.

Као што је показано, мултидисциплинарност је предуслов како би се развио робустан модел за краткорочну предикцију потрошње електричне енергије са побољшаном тачношћу.

8. Очекивани научни допринос докторске дисертације

Резултати ове дисертације би требало да унапреде поље краткорочног предвиђања електричног оптерећења у следећем:

- Развој и примена нових модела заснованих на вештачкој интелигенцији за краткорочно предвиђање електричног оптерећења, који узимају у обзир корелације између предвиђеног дана и претходних дана.
- Побољшана тачност предвиђања модела за краткорочно предвиђање електричног оптерећења.
- Емпиријска демонстрација важности кластеризације по данима у седмици и сатима за побољшање тачности предвиђања помоћу вишеструке линеарне регресије. Овај допринос може пружити дубље разумевање како груписање података може утицати на перформансе модела.
- Демонстрација предности флексибилне кластеризације помоћу метода машинског учења у односу на фиксно кластерованье. Овај допринос може довести до динамичнијих и прилагодљивијих система за предвиђање оптерећења.
- Примена развијених метода у области електроенергетских система у циљу ефикаснијег управљања ресурсима.
- Развој нових теоријских оквира и модела који објашњавају и предвиђају обрасце потрошње електричне енергије на краткорочном нивоу, узимајући у обзир сложене корелације и динамичке промене у подацима.

9. Констатовање да ли постоји сагласност одговарајућих етичких комитета о етичким аспектима предложене теме (клиничка испитивања или експерименти на животињама)

/

10. Подаци о менторима

Име и презиме: **Зоран Шеварац**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова објављених у научним часописима са *Science Citation Index* (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Bastidas, O.H., **Sevarac, Z.** Time dependent dihedral angle oscillations of the spike protein of SARS-CoV-2 reveal favored frequencies of dihedral angle rotations. *Sci Rep* **14**, 3323 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53954-9>
2. **Sevarac, Z.**, Jovanovic, J., Devedzic, V., Tomic, B. (2022) EXPLODE – a new model of exploratory learning environment for neural networks to improve learning outcomes, *Interactive Learning Environments*, published online 15.03.22. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2022.2042030> , Routledge, DOI: 10.1080/10494820.2022.2042030 IF2021: 4.965
3. Tomic, B., Kijevcanin, A., **Sevarac, Z.**, Jovanovic, J. (2022). An AI-based approach for grading students' collaboration. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, DOI: 10.1109/TLT.2022.3225432 IF2021: 4.433
4. Davidovic, L., Cumic, J., Dugalic, S., Vicentic, S., **Sevarac, Z.**, Petroianu, G., Pantic, I. (2021) Gray-Level Co-occurrence Matrix Analysis for the Detection of Discrete, Ethanol-Induced, Structural Changes in Cell Nuclei: An Artificial Intelligence Approach. *Microscopy and Microanalysis*, vol. 28, br. 1, str 265-271, Cambridge University Pres, DOI:10.1017/S1431927621013878 IF2021: 4.099
5. Gligorijević T., **Ševarac Z.**, Milovanović B., Đajić V., Zdravković M., Hinić S., Arsić M, Aleksić M., (2017). Follow-Up and Risk Assessment in Patients with Myocardial Infarction Using Artificial Neural Networks, *Complexity*, Vol. 2017., DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/8953083> (impact factor: 4.621)
6. Tomić B., Jovanović J., Milikić N., Devedzic V., Dimitrijević S., Đurić D., **Ševarac Z.** (2017). Grading students' programming and soft skills with open badges – a case study, *British Journal of Educational Technology*, DOI: 10.1111/bjet.12564 (impact factor: 2.410)
7. **Z. Ševarac**, V. Devedžić, J. Jovanović, (2012). Adaptive Neuro-Fuzzy Pedagogical Recommender, *Expert Systems With Applications*, ISSN 0957-4174, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.174> (IF: 2.455)
8. Devedzic, V., Tomic, B., Jovanovic, J., Kelly, M., Milikic, N., Dimitrijevic, S., Djuric, D., **Sevarac, Z.** (2018) Metrics for Students' Soft Skills, *Applied Measurement In Education*, vol. 31 br. 4, str. 283-296, Routledge, DOI: 10.1080/08957347.2018.1495212 , IF2018: 1.043V. Pocajt, **Z. Ševarac**, A. Kovačević, *Smart Metals: a new method for metal identification based on fuzzy logic*, (2009). *Journal of Chemometrics*, John Wiley & Sons, Ltd., (IF: 1.367)

Име и презиме: **Андреј Савић**

Звање: **Виши научни сарадник**

Списак радова објављених у научним часописима са SCI листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Urošević, Vladimir, and Andrej M. Savić. "Temporal clustering for accurate short-term load forecasting using Bayesian multiple linear regression." *Applied Intelligence* 55, no. 1 (2025): 19.
2. Knežević, N., Savić, A., Gordić, Z., Ajoudani, A. and Jovanović, K., 2024. Towards Industry 5.0- A Neuroergonomic Workstation for Human-Centered Cobot-Supported Manual Assembly Process. *IEEE Robotics and Automation Magazine*.
3. Mitrović, K., Petrušić, I., Radojičić, A., Daković, M. and Savić, A., 2023. Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data. *Frontiers in neurology*, 14, p.1106612.
4. Vajs, I., Ković, V., Papić, T., Savić, A.M. and Janković, M.M., 2022. Spatiotemporal eye-tracking feature set for improved recognition of dyslexic reading patterns in children. *Sensors*, 22(13), p.4900.
5. Mitrović, K., Petrušić, I., Radojičić, A., Daković, M. and Savić, A., 2023. Migraine with aura detection and subtype classification using machine learning algorithms and morphometric magnetic resonance imaging data. *Frontiers in neurology*, 14, p.1106612.
6. Jakovljević, T., Janković, M.M., Savić, A.M., Soldatović, I., Todorović, P., Jere Jakulin, T., Papa, G. and Ković, V., 2021. The sensor hub for detecting the developmental characteristics in reading in children on a white vs. colored background/colored overlays. *Sensors*, 21(2), p.406.
7. Malešević, J., Dediđer Dujović, S., Savić, A.M., Konstantinović, L., Vidaković, A., Bijelić, G., Malešević, N. and Keller, T., 2017. A decision support system for electrode shaping in multi-pad FES foot drop correction. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14, pp.1-14.
8. Savić, A.M., Aliakbaryhosseinabadi, S., Blicher, J.U., Farina, D., Mrachacz-Kersting, N. and Došen, S., 2021. Online control of an assistive active glove by slow cortical signals in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Neural Engineering*, 18(4), p.046085.
9. Aliakbaryhosseinabadi, S., Dosen, S., Savic, A.M., Blicher, J., Farina, D. and Mrachacz-Kersting, N., 2021. Participant-specific classifier tuning increases the performance of hand movement detection from EEG in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Neural Engineering*, 18(5), p.056023.
10. Petrusic, I., Jovanovic, V., Kovic, V. and Savic, A.M., 2022. P3 latency as a biomarker for the complexity of migraine with aura: Event-related potential study. *Cephalalgia*, 42(10), pp.1022-1030.
11. Savić, A.M., Novičić, M., Đorđević, O., Konstantinović, L. and Miler-Jerković, V., 2023. Novel electrotactile brain-computer interface with somatosensory event-related potential based control. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, p.1096814.

11. Комисијски предлог и закључак

На основу прегледа и анализе достављеног материјала, укључујући биографију кандидата, научну продукцију, предложену тему докторске дисертације, хипотезе и методологију истраживања, комисија је донела следеће закључке:

1. Научна заснованост теме

Тема докторске дисертације "Побољшање тачности краткорочног предвиђања електричног оптерећења коришћењем предиктивног моделирања заснованог на вештачкој интелигенцији" је актуелна, научно релевантна и од великог значаја за развој методологија краткорочне прогнозе електричног оптерећења. Истраживање интегрише мултидисциплинарни приступ, комбинујући знања из области електроенергетике, машинског учења, статистике, рачунарске технике и софтверског инжењерства, што обезбеђује робустан оквир за израду висококвалитетних резултата.

2. Остварљивост циљева

Циљеви дисертације су јасно дефинисани и остварљиви. Предложена истраживања укључују испитивање утицаја корелације улазних података, груписања и кластеризације на тачност предиктивних модела, што представља кључне аспекте унапређења метода краткорочног предвиђања. Примењене методе, укључујући технике машинског учења и хибридне моделе, пружају иновативан приступ у решавању проблема.

3. Научни допринос

Очекује се да предложена дисертација пружи значајне научне доприносе у унапређењу краткорочног предвиђања електричног оптерећења. Посебно су значајни аспекти који се односе на:

- примену нових метода заснованих на вештачкој интелигенцији,
- побољшање тачности модела кроз флексибилну кластеризацију и
- унапређење разумевања корелације улазних и излазних података у процесу прогнозе.

4. Квалификације кандидата

Владимир Урошевић је изузетно компетентан кандидат са доказаним искуством у области вештачке интелигенције, машинског учења и софтверског инжењерства. Његова научна продукција, укључујући објављене радове у реномираним часописима, као и професионално искуство, указује на његову способност да успешно реализује предложену дисертацију.

Комисијски предлог:

На основу свих анализираних аспеката, комисија једногласно предлаже да се одобри тема докторске дисертације Владимира Урошевића, под менторством проф. др Зорана Шеварца и вишег научног сарадника др Андреја Савића. Комисија сматра да предложена дисертација испуњава све научне и етичке услове, и да ће резултати истраживања значајно допринети научној заједници и практичној примени у електроенергетском сектору.

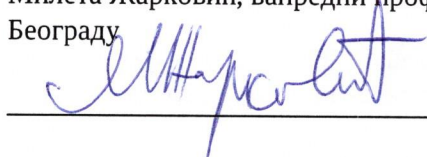
12. Потпис чланова комисије са именом, презименом, звањем, Институцијом

У Београду, 14.1.2025.

- 1) Драган Ђурић, редовни професор, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду



- 2) Милета Жарковић, ванредни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду



- 3) Бојан Томић, редовни професор, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду

