

doc. dr Maša Mišković

docentkinja, Univerzitet u Beogradu – Pravni fakultet

UPOTREBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U PROCESU DIGITALIZACIJE SNABDEVANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM*

Rezime: Jedna od glavnih oblasti primene veštačke inteligencije je energetika, što je predviđeno i Strategijom razvoja veštačke inteligencije u Srbiji za period od 2020–2025. godine. Sa tehničke tačke gledišta, tehnike veštačke inteligencije pokazuju sposobnost za modeliranje složenih problema i stimulisanje optimalnih rešenja. U ovom radu se analiziraju efekti upotrebe veštačke inteligencije u procesu snabdevanja električnom energijom, te se razmatra njena upotreba i uticaj u procesu proizvodnje, prenosa i distribucije i procesu potrošnje električne energije. Pored pozitivnih efekata koji se tiču, pre svega, proizvođača i optimizacije proizvodnje električne energije, ističe se da bi upotreba veštačke inteligencije u procesu potrošnje omogućila prevazilaženje ili barem ublažavanje problema (ne)proverljivosti količine isporučene/utrošene električne energije na strani potrošača, koji je posledica prirode električne energije kao specifične vrste robe. Pored pozitivnih strana primene veštačke inteligencije, razmatraju se i osnovni izazovi i problemi njene primene u procesu snabdevanja električnom energijom. Zaključuje se da je pored rešavanja izazova i rizika u primeni veštačke inteligencije u elektroenergetici potrebno imati u vidu i značaj ljudskog faktora i potrebu kontrole i održavanja hardvera (opreme, mašina, mreže) kako bi se postigla energetska sigurnost, energetska efikasnost i održivost.

Ključne reči: Veštačka inteligencija. – Digitalizacija. – Električna energija. – Snabdevanje električnom energijom. – Elektroenergetika.

1. AKTUELNOST TEME I DUH VREMENA

Cilj razvoja i upotrebe veštačke inteligencije treba da bude ekonomski rast, unapređenje javnih usluga, unapređenje naučnog kadra i razvoj veština za poslove budućnosti. Strategijom razvoja veštačke inteligencije u Srbiji predviđeno je da su glavna polja primene veštačke inteligencije (dalje u tekstu: VI) *energetika (podv. aut.)*, transport, telekomunikacije, medicina, poljoprivreda i javne usluge.¹ U literaturi se ističe da VI ima sve sposob-

* Ovaj članak je rezultat rada na projektu Univerziteta u Beogradu – Pravnog fakulteta „Problemi stvaranja, tumačenja i primene prava“ za 2024. godinu, u okviru istraživačke grupe „Veštačka inteligencija: izazovi u poslovnom pravu“.

1 Strategija razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period od 2020–2025. godine – Strategija razvoja VI, *Sl. glasnik RS*, br. 30/2018, 6.

nosti da radikalno ili čak revolucionarno promeni sektor energetike. „U bliskoj budućnosti veštačka inteligencija se može razviti od korisnog tehnološkog čuda do toga da postane najuticajniji donosilac odluka u energetskoj industriji“.²

Globalno partnerstvo za veštačku inteligenciju (*Global Partnership on Artificial Intelligence – GPAI*) predstavlja inicijativu više nosilaca interesa – tzv. *stakeholders*), koja ima za cilj da premosti jaz između teorije i prakse VI putem podrške savremenih istraživanja i primenjenog rada na prioritetima u vezi sa VI.³ Članove i učesnike GPAI (države i pojedince – stručnjake) okuplja, pre svega, zajednička posvećenost vrednostima izraženim u OECD Preporuci o veštačkoj inteligenciji.⁴ Srbija se ovoj međunarodnoj organizaciji pridružila 2022. godine, čime je postala jedna od 29 država članica, a od marta 2024. godine je predsedavajuća ovom organizacijom u naredne tri godine.⁵

U Srbiji već više od tri godine postoji istraživačko–razvojni institut za veštačku inteligenciju, koji je osnovan odlukom Vlade Srbije, čime je Srbija postala jedna od retkih zemalja koja ima nacionalni institut za veštačku inteligenciju.⁶ Pored toga, Vlada Srbije uspostavila je u decembru 2021. godine i Nacionalnu platformu za veštačku inteligenciju u cilju razvoja i primene tehnologije VI u obavljanju poslova organa javne uprave, istraživačkog rada u akademskoj zajednici i njenim institucijama i celokupne industrije i radi pomoći „startap“ kompanijama pri razvijanju proizvoda.⁷ Uspostavljanje i razvijanje platforme definisano je ciljevima i merama Strategije razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period od 2020–2025. godine,⁸ a Srbija je jedna od 26 zemalja koja ima Nacionalnu platformu za veštačku inteligenciju.⁹

Može se zaključiti da se u Srbiji uspostavljaju infrastrukturni resursi za razvoj VI. Stoga bi se mogla očekivati njena upotreba u svim oblastima navedenim u Strategiji razvoja VI, uključujući oblast energetike.

2 Mehmet Rida Tür, „Energy Supply Security and Artificial Intelligence Applications“, *Insight Turkey*, Vol. 24, № 3/2022, 213.

3 Dostupno na adresi: <https://gpai.ai/about/>, 8. maj 2024.

4 OECD, Recommendations of the Council on Artificial Intelligence, OECD/legal/0449, adopted on: 22 May 2019, dostupno na adresi: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449>.

5 Vid. Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, Republika Srbija u naredne tri godine predsedavajuća GPAI, 8. mart 2024, dostupno na adresi: <https://nitra.gov.rs/cir/ministarstvo/vesti/republika-srbija-u-naredne-tri-godine-predsedavajući-gpai>, 8. maj 2024.

6 Odluka o osnivanju Istraživačko – razvojnog instituta za veštačku inteligenciju Srbije, *Sl. glasnik RS*, br. 24/2021 i 38/2021 – ispravka.

7 Dostupno na adresi: <https://www.ai.gov.rs/tekst/sr/189/nacionalna-ai-platforma.php>, 8. maj 2024.

8 Strategija razvoja VI, 51.

9 Dostupno na adresi: <https://www.ai.gov.rs/vest/sr/262/pokrenuta-prva-nacionalna-platforma-za-vestacku-inteligenciju.php>, 8. maj 2024.

2. ZNAČAJ VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U ELEKTROENERGETICI

U oblasti elektroenergetike osnovne energetske delatnosti su: proizvodnja električne energije, prenos električne energije i upravljanje prenosnim sistemom, distribucija električne energije i upravljanje distributivnim sistemom, snabdevanje električnom energijom, upravljanje organizovanim tržištem električne energije i skladištenje električne energije.¹⁰ *Snabdevanje* električnom energijom je prodaja električne energije kupcima za njihove potrebe ili radi preprodaje, a snabdevanje na veliko je prodaja električne energije kupcima, uključujući preprodaju, osim prodaje krajnjim kupcima.¹¹ *Prenos* električne energije je prenošenje električne energije preko povezanih sistema visokih napona radi isporuke krajnjim kupcima ili distributivnim sistemima.¹² *Distribucija* električne energije je prenošenje električne energije preko distributivnog sistema radi isporuke električne energije krajnjim kupcima.¹³

Striktno posmatrano, prenos i distribucija električne energije po zakonu ne obuhvataju snabdevanje električnom energijom. Međutim, za potrebe ovog rada, proces snabdevanja električnom energijom posmatran je šire, kako bi se razmotrio uticaj veštačke inteligencije ne samo u krajnjoj fazi snabdevanja – prodaje električne energije kupcima, već i u procesu njene proizvodnje, prenosa i distribucije.

Videće se da veštačka inteligencija ima pozitivne efekte primene u svim procesima u vezi sa električnom energijom, te je radi objašnjenja njenog značaja u procesu snabdevanja potrebno razmotriti i njene pozitivne efekte u procesu proizvodnje, prenosa i distribucije. Kako je istaknuto, sa tehničke tačke gledišta, tehnike VI pokazuju sposobnost za modeliranje složenih problema i stimulisanje optimalnih rešenja.¹⁴

2.1. Proces proizvodnje električne energije

Osnovna karakteristika i prednost veštačke inteligencije je sposobnost obrade ogromne količine podataka u isto vreme kako bi se pronašli određeni obrasci. Tehnologija koja koristi veliki broj podataka, a koja poseban značaj može imati u elektroenergetici je prediktivna analitika. Ona predstavlja tehnologiju koja uči iz iskustva kako bi predvidela buduće ponašanje i na taj način doprinela pravim, pouzdanim odlukama. Prediktivna analitika uzima podatke iz prošlosti i pokušava da nađe uzroke i veze među njima. Ona pre-

10 Zakon o energetici – ZoE, *Sl. glasnik RS*, br. 145/2014, 95/2018 – dr. zakon, 40/2021, 35/2023 – dr. zakon i 62/2023, čl. 16 st. 1 tač. 1–8a).

11 ZoE, čl. 2 st. 1 tač. 68–69.

12 ZoE, čl. 2 st. 1 tač. 61.

13 ZoE, čl. 2 st. 1 tač. 16.

14 Kwok Tai Chui, Miltiadis D. Lytras, Anna Visvizi, „Energy Sustainability in Smart Cities: Artificial Intelligence, Smart Monitoring, and Optimization of Energy Consumption“, *Energies*, Nr. 11/2018, 15.

vazilazi okvire tradicionalne analize podataka, jer pomoću različitih metoda i algoritama oblikuje predikcije i daje stepen verovatnoće da će se određeni događaj dogoditi u budućnosti.¹⁵

Korišćenjem prediktivne analitike omogućava se predviđanje tražnje za električnom energijom, odnosno prognoza potrošnje u dužem vremenskom intervalu, te je na taj način moguće predvideti i potrebu za proizvodnjom. Time se postiže optimizacija proizvodnje i, samim tim, optimizacija korišćenja prirodnih resursa. Podaci koji bi se mogli koristiti u prediktivnoj analitici su podaci o prethodnoj potrošnji i proizvodnji, meteorološki podaci po mesecima u godini, podaci o nivou opterećenja u zavisnosti od (ne)radnih dana, doba godine i slično.

Jedan od energetske prioriteta Srbije u proizvodnji energije predstavlja upotreba obnovljivih izvora energije (dalje u tekstu: OIE), što je i zakonski potvrđeno. Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije predviđa da je korišćenje energije iz obnovljivih izvora u javnom interesu Republike Srbije i da je od posebnog značaja za Republiku Srbiju.¹⁶ Iako je jedan od ciljeva ovog zakona smanjenje upotrebe fosilnih goriva i povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije u cilju zaštite životne sredine, što se predviđa i Strategijom razvoja energetike,¹⁷ treba imati u vidu da proizvodnja energije iz obnovljivih izvora ipak zavisi od meteoroloških i hidroloških uslova i klimatskih promena, koje se već dešavaju i na Mediteranu. Upotreba veštačke inteligencije i prediktivne analitike u oblasti obnovljivih izvora energije mogla bi doprineti boljem sagledavanju i predviđanju obima proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

Veštačka inteligencija bi se mogla primeniti i u oblasti „pametne dijagnostike“ prilikom analize podataka o stanju opreme i mašina koje se koriste u procesu proizvodnje električne energije. Praćenjem i analizom velike količine parametara mogu se predvideti kvarovi, odnosno vreme njihovog nastupanja, te se na taj način može unapred predvideti potrebno održavanje, popravka, a kvarovi se mogu efikasnije otkloniti.

2.2. Proces prenosa i distribucije električne energije

U procesu prenosa i distribucije električne energije sve više se govori o pametnim/intelligentnim elektroenergetskim mrežama (*smart grids*). Još pre više od deset godina istraživači u prirodnim naukama su isticali da je današnja elektrodistributivna mreža veoma složena i neprilagođena potrebama 21. veka, a među nedostacima su izdvajani nedostatak automatizovane analize, loša vidljivost, mehanički prekidači koji uzrokuju sporo vreme odziva, ne-

15 Dragan Prlja, Gordana Gasmi, Vanja Korać, *Ljudska prava i veštačka inteligencija*, Beograd 2022, 34 fn. 61.

16 Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije, *Sl. glasnik RS*, br. 40/2021 i 35/2023, čl. 2 st. 1.

17 Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine, *Sl. glasnik RS*, br. 101/2015, §1.2.

dostatak svesti o situaciji itd.¹⁸ Termin „pametna mreža“ se koristi da označi sistem za isporuku električne energije koji spaja digitalne tehnologije i dugačke prenosne mreže radi optimizacije potrošnje električne energije, kao i radi pokretanja novih procesa proizvodnje i distribucije energije.¹⁹ U pitanju su elektroenergetske mreže koje koriste digitalne i ostale napredne tehnike za nadzor i upravljanje elektroenergetskim sistemom kako bi se smanjili troškovi prenosa električne energije, a povećala pouzdanost i sigurnost napajanja krajnjih potrošača.²⁰

Korišćenjem veštačke inteligencije u procesu prenosa i distribucije električne energije u obliku tzv. pametnih mreža može se postići pouzdanost (stabilnost), efikasnost i bezbednost električne mreže. Veštačka inteligencija doprinosi postizanju upravljivosti električnih mreža i predvidljivosti događaja koji se dešavaju van mesta proizvodnje električne energije, a mogu uticati na prenosnu i distributivnu mrežu. Primera radi, prekidi u snabdevanju (nestanak struje) prouzrokuju velike troškove snabdevačima električne energije i neprijatnost korisnicima, a mogu prouzrokovati i štetu. Pored toga, postoje i uobičajeni gubici energije koji su posledica prenosa i distribucije električne energije. Za krajnje potrošače i za snabdevače je značajno da smanje broj i trajanje perioda velike tražnje za električnom energijom. Troškovi održavanja mreže, gubitak energije i potreba za rezervnim generatorima bili bi značajno smanjeni, a ponudila bi se kvalitetnija i pouzdanija usluga krajnjim potrošačima.²¹

Veštačka inteligencija omogućava automatizovanu kontrolu (nadzor) nad tehničkim stanjem mreže. Najveći broj kvarova u elektroenergetskom sistemu (94%), koji uzrokuju prekid napajanja kranjih potrošača, dešava se u distributivnoj mreži.²² Jedan od mehanizama za smanjenje vremena trajanja prekida napajanja je ugradnja lokatora kvarova (*fault indicators*), koji operatoru daju informaciju da li je struja kvara protekla vodom na kome se nalazi lokator. Oni mogu biti dizajnirani tako da informaciju prikazuju lokalno ili da je šalju operatoru u sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).²³ Na

18 Vehbi C. Güngör, Dilan Sahin, Taskin Kocak, Salih Ergut, „Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards“, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 7, Nr. 4/2011, 529.

19 Rosario Miceli, „Energy Management and Smart Grids“, *Energies*, № 6/2013, 2263.

20 V. C. Güngör, D. Sahin, T. Kocak, S. Ergut, 529.

21 R. Miceli, 2264.

22 Predrag Mršić, Đorđe Lekić, Čedomir Zeljković, „Demonstracija upotrebe lokatora kvarova u distributivnoj mreži“, *Zbornik radova sa naučno – stručnog simpozijuma Energetska efikasnost (ENEF) 2015*, Banja Luka, 25–26. septembar 2015, 52.

23 P. Mršić, Đ. Lekić, Č. Zeljković, 52.

Napomena – Sistem nadzorne kontrole i prikupljanja podataka (*Supervisory Control and Data Acquisition – SCADA*) je sistem koji se koristi za kontrolu, praćenje i analizu industrijskih uređaja i procesa, a sastoji se od softverske i hardverske komponente i omogućava daljinsko i „na licu mesta“ prikupljanje podataka od industrijske opreme. Dostupno na adresi: <https://scada-international.com/what-is-scada/#:~:text=What%20does%20>

taj način smanjuje se vreme određivanja mesta kvara u cilju što bržeg otklanjanja kvara, te time i vreme prekida napajanja potrošača.²⁴

Lokator kvara primenjuje veštačke neuronske mreže (*artificial neural networks* – ANN) koje su sposobne da generalizuju situaciju iz skupa podataka i da tačno procene mesto kvara na osnovu odgovarajućeg merenja parametara kvaliteta električne energije.²⁵ Veštačke neuronske mreže nemaju nedostatke koje imaju uobičajeni modeli za proračun mesta kvara na vodu, jer je razvijen algoritam otporan na šum, robusnost i toleranciju greške, posebno pri različitim izoblačenjima napona i struja koja se dešavaju prilikom kvara.²⁶ Dugo trajanje procesa učenja i treniranja mreže zbog ogromne količine podataka koji joj se predaju ne predstavlja problem, imajući u vidu da se mreža trenira *off-line*, što znači da jednom naučena mreža koja se koristi u *on-line* proceni mesta kvara, daje gotovo trenutne rezultate sa visokom tačnošću (procena mesta kvara sa greškom do 10 metara).²⁷

Dakle, informacije koje se putem komunikacione mreže prenose u realnom vremenu omogućavaju predviđanje prekida, odnosno poremećaja u napajanju, a brzim otkrivanjem i analiziranjem podataka koji dolaze iz distributivne mreže, pametna mreža je u mogućnosti da preduzme „korektivne radnje“ kako bi se, kada je to potrebno, (ponovo) uspostavila stabilnost napajanja. Usklađivanje lokalne distribucije na nivou domaćinstava sa distribucijom na višem nivou takođe može smanjiti opterećenje mreže.²⁸

Može se zaključiti da pametne mreže podrazumevaju korišćenje digitalne tehnologije, senzora i softvera kako bi se u realnom vremenu uskladile ponuda i tražnja, smanjili troškovi i gubici električne energije i održala stabilnost i pouzdanost mreže. Upotreba veštačke inteligencije u procesu prenosa i distribucije električne energije može takođe pomoći i u otkrivanju mernih instrumenata koji prenose pogrešne podatke o potrošnji. Pored toga, mogu se otkriti delovi mreže na kojima postoji nezakonito priključenje potrošača na elektroenergetsku mrežu.

2.3. Proces potrošnje električne energije

Prognoziranje potrošnje energije predstavlja predmet istraživanja mnogih naučnika već decenijama, počev od „konvencionalnih“ metoda do mo-

SCADA%20stand%20for,data%20from%20the%20industrial%20equipment, 19. maj 2024, internet izvor bez broja strane.

24 P. Mršić, Đ. Lekić, Č. Zeljković, 52.

25 Tarik Hubana, *Lokator kvara u elektroenergetskom sistemu na osnovu mjerenja parametara kvalitete električne energije*, Sarajevo 2015, dostupno na adresi: https://www.researchgate.net/profile/Tarik-Hubana/publication/320612147_Lokator_kvara_u_elektroenergetskom_sistemu_na_osnovu_mjerenja_parametara_kvalitete_elektricne_energije/links/59f04175458515c3cc4380e1/Lokator-kvara-u-elektroenergetskom-sistemu-na-osnovu-mjerenja-parametara-kvalitete-elektricne-energije.pdf, 19. maj 2024, 61.

26 *Ibid.*, 61.

27 *Ibid.*

28 P. Mršić, Đ. Lekić, Č. Zeljković, 52.

dela koji se zasnivaju na veštačkoj inteligenciji.²⁹ Pri tom, obe vrste modela se koriste u prognoziranju potrošnje električne energije i, iako su modeli bazirani na VI u blagoj prednosti, prema istraživačkoj praksi konvencionalni modeli ipak pokazuju određene prednosti u odnosu na modele bazirane na VI.³⁰ Razlika između ovih modela se sastoji u tome što konvencionalni modeli ne zahtevaju veliki broj istorijskih podataka i mogu uspostaviti direktnu vezu između potrošnje energije i faktora koji na nju utiču (kao što su naknadno posmatranje, temperatura, BDP, populacija itd.), dok se, nasuprot tome, modeli prognoziranja zasnovani na VI, ne oslanjaju na direktnu vezu između potrošnje energije i faktora koji na nju utiču, već uče iz velike količine istorijskih podataka za predviđanje.³¹

Prognoziranje potrošnje električne energije se sprovodi na svetskom, regionalnom, nacionalnom nivou, na nivou distributivnog sistema ili grada, posebnih delova distributivnog sistema, kao i na nivou individualnog potrošača.³² Pri tom, prognoziranje potrošnje električne energije se uobičajeno razvrstava u tri kategorije: dugoročna prognoza (na godišnjem nivou), srednjoročna prognoza (na nivou kvartala ili meseca) i kratkoročna prognoza (časovna, dnevna, nedeljna).³³ Istraživanja su pokazala da su modeli zasnovani na VI sposobni da obezbede precizno prognoziranje potrošnje energije na kratak rok (i to posebno na regionalnom nivou), dok se za prognoziranje potrošnje na godišnjem i nacionalnom nivou više koriste konvencionalni modeli.³⁴

U ovom delu rada fokus je na procesu potrošnje individualnog potrošača, s obzirom na to da se prognoziranje potrošnje na višim nivoima koristi radi prognoziranja proizvodnje, što je razmotreno u delu 2.1. rada. Prognoziranje potrošnje na nivou individualnog potrošača se takođe vrši radi prognoziranja proizvodnje električne energije, ali se autorka rada odlučila da u ovom delu rada sagleda praćenje i predviđanje potrošnje samog individualnog potrošača.

Iako je najveći broj modela namenjen dugoročnom prognoziranju potrošnje energije, treba imati u vidu da, kada se prognoziranje potrošnje posmatra iz ugla individualnog potrošača, najveći značaj bi mogla imati kratkoročna i srednjoročna prognoza. Korišćenje VI radi kratkoročnog prognoziranja potrošnje električne energije podrazumevalo bi praćenje potrošnje dobijanjem podataka u realnom vremenu, na osnovu čega bi se vršilo prognoziranje potrošnje, te bi potrošači lakše mogli da prilagođavaju potrošnju sopstvenim potrebama. To bi se moglo ostvariti tako što bi potrošači na ras-

29 Nan Wei, Changjun Li, Xiaolong Peng, Fanhua Zeng, Xinqian Lu, „Conventional models and artificial intelligence-based models for energy consumption forecasting: A review“, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Nr. 181/2019, dostupno na adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092041051930600X>, 17. maj 2024, 1–2.

30 *Ibid.*, 7.

31 *Ibid.*, 2.

32 *Ibid.*, 7.

33 *Ibid.*, 6.

34 *Ibid.*, 9.

polaganju imali aplikaciju ili virtuelnog asistenta u tekstualnom ili glasovnom obliku, koji bi im pružao informacije ili konsultacije po svim pitanjima u vezi sa potrošnjom i snabdevanjem električnom energijom.

Studije su pokazale da praćenje (monitoring) potrošnje može uticati na smanjenje potrošnje do 20%.³⁵ Praksa je pokazala da su tehnološke novine u naprednim brojlilima u mnogo većoj meri koristile pružaocima usluga nego potrošačima, jer oni najčešće nisu pokazivali interes za informacijama kojima se može doprineti smanjenju potrošnje električne energije.³⁶

Kako bi se potrošačima omogućilo da prate, odnosno da efikasno upravljaju potrošnjom, moguće je primeniti postupak za „neinvazivni monitoring potrošnje“ (*non-intrusive load monitoring* – NILM).³⁷ Da bi se ovaj metod primenio, dovoljan je jedan merni uređaj (pametno brojilo) na nivou domaćinstva.³⁸ Ovaj merni uređaj je povezan za softverom u posebnom uređaju ili računaru kako bi dobijene podatke predstavio korisniku.³⁹ Sistem vrši monitoring signala u elektroprovodnicima. Signal se zatim obrađuje i analizira kroz logaritme koji određuju koji uređaj je uticao na promenu potrošnje uz istovremeno upoređivanje dobijenih podataka sa podacima o signalima svih uređaja u domaćinstvu.⁴⁰ Korišćenjem informacija koje daje ovaj sistem i pametno brojilo može se napraviti vizuelni prikaz potrošnje energije po pojedinim uređajima u domaćinstvu, kao i prikaz utrošene električne energije po danima. To znači da adekvatno predstavljanje informacija koje daje NILM može značajno doprineti aktivnom učešću potrošača u uštedi električne energije.

Najčešće se o praćenju i prognoziranju potrošnje električne energije govori u kontekstu optimizacije potrošnje. Ipak, treba reći da se optimizacija može postići i bez digitalizacije i korišćenja veštačke inteligencije. Smanjenje potrošnje električne energije može se postići manjim korišćenjem pojedinih uređaja. Podsticaji države za racionalnu potrošnju električne energije su pokazatelj da za njeno postizanje nije nužna digitalizacija. Tako je Vlada Srbije i 2022. i 2023. godine usvojila zaključak kojim se preporučuje „Elektroprivredi

35 K. T. Chui, 2.

36 Srđan Đorđević, Marko Dimitrijević, Dejan Stevanović, Slobodan Bojanić, „Novi metod za detekciju događaja u neinvazivnom monitoringu potrošnje“, *Zbornik radova sa naučno – stručnog simpozijuma Energetska efikasnost (ENEF)* 2015, Banja Luka, 25–26. septembar 2015, 132.

37 *Ibid.*, 132.

38 *Ibid.*; K. T. Chui, 2. Pored NILM tehnologije, postoji i ILM tehnologija, koja označava „invazivni monitoring potrošnje“ (*intrusive load monitoring* – ILM) i podrazumeva korišćenje više od jednog pametnog uređaja po domaćinstvu (moguće je korišćenje jednog pametnog uređaja po utičnici), što daje veću preciznost u otkrivanju potrošnje uređaja. Postoje, međutim, nedostaci koji uključuju visoke troškove, složeno konfigurisanje mreže pametnih brojila i sistem upravljanja. Vid. K. T. Chui, 2.

39 Dostupno na adresi: <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/1405/820/nilm-neinvazivne-tehnologije-za-merenje-potrosnje-elektricne-energije-u-domacin>, 18. maj 2024, internet izvor bez broja strane.

40 *Ibid.*

Srbije“ da obračunava popuste kupcima iz grupe „domaćinstvo“ na garantovanom snabdevanju, ako umanje svoju potrošnju u odnosu na isti mesec prethodne godine.⁴¹ Iako potrošači ne koriste veštačku inteligenciju kako bi pratili i optimizovali potrošnju električne energije, u praksi ostvarene uštede i popusti su nesporni, što govori u prilog tome da je samo po sebi optimizovanje potrošnje moguće i bez procesa digitalizacije. Ipak, ovaj proces svakako može drastično olakšati praćenje potrošnje, čime doprinosi i bržem postizanju optimalne potrošnje.

Korišćenje veštačke inteligencije u procesu praćenja potrošnje bi moglo doprineti rešavanju problema koji se tiče nemogućnosti kontrole isporučene količine električne energije, što je posledica same prirode robe. Predmet ugovora o prodaji može biti određen ili *odrediv*, kao što je slučaj sa električnom energijom, čija se količina određuje mernim instrumentima naknadno – nakon potrošnje. Međutim, kod drugih ugovora o prodaji kupac može da izvrši utvrđivanje, odnosno kontrolu količine isporučene robe, dok kod električne energije to nije moguće.

U američkoj sudskoj praksi je čak istaknuto da električna energija nije roba, s obzirom na to da robu predstavljaju „pokretne stvari u trenutku kada se određuju u ugovoru o prodaji“,⁴² a električnu energiju nije moguće odrediti u ugovoru, te ona u momentu (naknadnog) određenja ne predstavlja pokretnu stvar i time ne predstavlja robu. Stečajni sud za južni distrikt Njujorka (*US Bankruptcy Court for the Southern District of New York*) istakao je da „električna energija nije određena sve dok se ne zabeleži na brojilu, a zbog brzine kojom se električna energija kreće kroz mrežu i uporedne sporosti brojila, električna energija se troši do trenutka kada se određenje dešava“.⁴³ Hauard Skot (*Howard Scott*), veštak u sudskom postupku, u svom nalazu je istakao da „električna energija putuje brzinom svetlosti, a brojila rade mnogo sporije“ i „iako svi korišćeni oblici električnih brojila mere količinu električne energije koja je prošla kroz njih, ona to čine tek nakon što je električna energija potrošena“.⁴⁴ Drugim rečima, brojila ne mogu odrediti količinu električne energije pre potrošnje. Samim tim, potrošači ne mogu unapred odrediti količinu električne energije koju troše, a brojilom određenu količinu ne mogu proveriti.

41 Dostupno na adresi: <https://www.eps.rs/lat/snabdevanje/Vesti/Stranice/einfo30.aspx>, 2. jun 2024, internet izvor bez broja strane.

42 Američki Jednoobrazni trgovački zakonik (*Uniform Commercial Code*) – UCC, §2–105(1).

43 Shane G. Ramsey, Does Electricity Supplied Within 20 Days of a Bankruptcy Qualify for Section 503(b)(9) Priority Status? Recent Decisions Say „No“, 7 June 2023, dostupno na adresi: [https://www.nelsonmullins.com/insights/blogs/red-zone/bankruptcy-101/does-electricity-supplied-within-20-days-of-a-bankruptcy-qualify-for-section-503-b-9-priority-status-recent-decisions-say-no#:~:text=June%207%2C%202023-,Does%20Electricity%20Supplied%20Within%2020%20Days%20of%20a%20Bankruptcy%20Qualify,Recent%20Decisions%20Say%20%E2%80%9CNo%E2%80%9D&text=To%20date%2C%20six%20bankruptcy%20court,503\(b\)\(9\).](https://www.nelsonmullins.com/insights/blogs/red-zone/bankruptcy-101/does-electricity-supplied-within-20-days-of-a-bankruptcy-qualify-for-section-503-b-9-priority-status-recent-decisions-say-no#:~:text=June%207%2C%202023-,Does%20Electricity%20Supplied%20Within%2020%20Days%20of%20a%20Bankruptcy%20Qualify,Recent%20Decisions%20Say%20%E2%80%9CNo%E2%80%9D&text=To%20date%2C%20six%20bankruptcy%20court,503(b)(9).), 4. jun 2024, internet izvor bez broja strane.

44 *Ibid.*

Ovde se zbog prirode električne energije postavlja pitanje utvrđivanja, konkretno – *proverljivosti* količine isporučene/utrošene energije, koje je moguće kod drugih „uobičajenih“ ugovora o prodaji robe. Naime, pregled robe je pravo kupca da sprovede radnju kojom *proverava* (*podv. aut.*) da li mu je prodavac isporučio ugovorenu robu sa svojstvima koje je očekivao, što kod generične robe podrazumeva utvrđivanje vrste, *količine* (*podv. aut.*) i kvaliteta.⁴⁵

Utvrđivanje količine robe vrši se radi provere da li je prodavac isporučio manju ili veću količinu robe od ugovorene, jer će od toga zavisiti i prava kupca. Kod isporuke električne energije nije moguće isporučiti veću ili manju količinu, s obzirom na to da se isporučuje onoliko energije koliko se troši. Momenat isporuke i momenat potrošnje se poklapaju, što znači da se električna energija troši u samom momentu isporuke. Postoji neisporuka, odnosno prekid u isporuci električne energije, što predstavlja neizvršenje ugovorne obaveze, ali se ne radi o isporuci manje količine robe od ugovorene.

Međutim, osnovni problem kod električne energije je što potrošač zbog prirode energije ne može vršiti pregled robe, što znači da se ovo pravo kupca iz ugovora o prodaji zapravo ne ostvaruje kod prodaje električne energije. Prigovor (reklamacija) se može uputiti, ako potrošač ima sumnju u ispravnost brojila i prikazane potrošnje, što se dešava nakon evidentiranja potrošnje, za koju potrošač saznaje iz računa za utrošenu električnu energiju. Prigovor, međutim, ne rešava problem neproverljivosti količine potrošene električne energije. Time je jedino kod energije kao posebne vrste robe potrošač u situaciji da je slabija ugovorna strana suočena sa asimetrijom informacija, a da ne postoji mehanizam putem koga može proveriti da li mu je snabdevač isporučio naznačenu količinu energije.

Čini se da bi korišćenje veštačke inteligencije u procesu potrošnje moglo doprineti ako ne rešavanju, onda bar ublažavanju ovog problema, tako što bi se potrošačima omogućilo da prate potrošnju električne energije u realnom vremenu. To bi se moglo postići korišćenjem aplikacije, u kojoj bi bila vidljiva trenutna potrošnja energije prilikom uključivanja i isključivanja pojedinih uređaja. Na taj način bi se vršila i optimizacija potrošnje i ublažio bi se problem (ne)proverljivosti količine isporučene/utrošene energije.

3. PAMETNA ENERGETIKA

U elektroenergetici se sve više koristi digitalna tehnologija, te su sve više u upotrebi pametne elektroenergetske mreže (*smart grids*) i pametna brojila (*smart meters*). Pametno brojilo je jedan od najvažnijih uređaja u pametnoj mreži. Predstavlja napredno brojilo koje dobija informacije sa uređaja kraj-

45 Nebojša Jovanović, u: Nebojša Jovanović, Vuk Radović, Mirjana Radović, *Trgovinsko pravo*, Beograd 2023, 170–171.

njih korisnika i meri potrošnju energije, a zatim pruža dodatne informacije operatoru sistema radi boljeg praćenja i obračuna, jer se dobija informacija o potrošnji energije u realnom vremenu.⁴⁶

Pametna brojila omogućavaju dvosmernu komunikaciju (za razliku od tradicionalnih brojila koja podrazumevaju jednosmernu komunikaciju), s obzirom na to da pametno brojilo prikuplja podatke o distributivnoj mreži i kućnim uređajima i meri njihovu potrošnju električne energije kako bi se identifikovali parametri i preneli podaci preduzećima,⁴⁷ a zatim poslali nazad komandni signali kako bi se optimizovala potrošnja električne energije i, shodno tome, i sam račun.⁴⁸

Korišćenje pametnih brojila ima pozitivni uticaj na sve strane u procesu snabdevanja električnom energijom. S jedne strane, omogućava se očitavanje i obračun na daljinu, što vodi značajnim uštedama; pruža mogućnost boljeg upravljanja energijom tokom najvećeg energetskeg opterećenja; omogućava efikasnije korišćenje energetske i mrežne resursa. S druge strane, potrošači ostvaruju brojne prednosti: prikazuju im se podaci o njihovoj navici korišćenja električne energije; daje im se tačan i blagovremen obračun električne energije; pomaže im da bolje koriste električne uređaje i opremu tokom „skupe“ zone i više tarife; olakšava im da odlože upotrebu električnih uređaja sa velikom potrošnjom za jeftiniju zonu i, time, nižu tarifu.⁴⁹

S obzirom na to da je komunikacioni put kod pametnih brojila dvosmeran, signali ili komande mogu biti poslate direktno brojilima, prostorijama korisnika ili distributivnom uređaju.⁵⁰ Čini se da je upravo ovakav način funkcionisanja pametnih brojila rešenje problema proverljivosti isporučene/utrošene količine električne energije, koji se zbog prirode električne energije ne može rešiti bez digitalizacije, odnosno korišćenja pametne tehnologije.

Iz koncepta pametne mreže razvio se tzv. Internet energije (*Internet of energy – IoE*). Termin je prvi put upotrebio Džeremi Rifkin (*Jeremy Rifkin*) u svojoj knjizi „Treća industrijska revolucija“⁵¹ da označi „Internet rešenje“ za električnu energiju, koje se zasniva na dvosmernom toku informacija.⁵²

46 Jixuan Zheng, Li Lin, David Wenzhong Gao, „Smart Meters in Smart Grid: An Overview“, *IEEE Green Technologies Conference*, 2013, 57.

47 Proces prenosa podataka može se sprovesti svakih 15 minuta ili jednom dnevno (retko) u zavisnosti od zahteva za podacima. Vid. J. Zheng, L. Lin, D. W. Gao, 58.

48 *Ibid.*

49 *Ibid.*

50 *Ibid.*

51 Jeremy Rifkin, *The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world*, Palgrave Macmillan, 2011; nav. prema: Yuba Raj Kafle, Khizir Mahmud, Sayidul Morsalin, Graham E. Town, „Towards an Internet of Energy“, *IEEE International Conference on Power System Technology*, 2016, dostupno na adresi: https://www.researchgate.net/profile/Yuba-Kafle/publication/311251136_Towards_an_internet_of_energy/links/5bb5fd0992851ca9ed3812fb/Towards-an-internet-of-energy.pdf, 5. jun 2024, 1.

52 Y. R. Kafle, K. Mahmud, S. Morsalin, G. E. Town, 1.

Internet energije je tehnološki termin koji se razvio iz Interneta stvari (*Internet of Things – IoT*). Internet stvari opisuje mrežu fizičkih objekata – stvari u koje su ugrađeni senzori, softver i druge tehnologije sa ciljem povezivanja i razmene podataka sa drugim uređajima i sistemima preko Interneta, i to od uobičajenih uređaja u domaćinstvu do sofisticiranih industrijskih alata.⁵³ Dakle, u pitanju je mreža povezanih stvari, koje su povezane bežično putem Interneta preko pametnih senzora.⁵⁴

Ovakav koncept podrazumeva praćenje i upravljanje elektroenergetskom mrežom putem Interneta tako što se energija kreće na način sličan rutiranju informacija na Internetu.⁵⁵ Internet energije predstavlja, u stvari, automatizaciju elektroenergetske infrastrukture, što je značajno, pre svega, za proizvođače energije kako bi se postigla efikasnija i čistija proizvodnja uz najmanju količinu otpada.

4. IZAZOVI PRIMENE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U ELEKTROENERGETICI

Jedan od osnovnih izazova primene veštačke inteligencije u elektroenergetici je pitanje privatnosti i bezbednosti. Tri osnovna cilja koja se tiču sajber bezbednosti su: 1) blagovremen i pouzdan pristup informacijama; 2) integritet informacija i 3) poverljivost/tajnost ličnih podataka i podataka o vlasništvu.⁵⁶ Prema tome, osnovno pitanje koje se postavlja s obzirom na ovaj izazov je kako sprečiti napade na dostupnost, integritet (verodostojnost) i poverljivost podataka. Napadi na dostupnost imaju za cilj da korisnicima resursa onemoguće rad sa njim, odnosno uskrate uslugu (*denial of service – DoS*), napadi na verodostojnost imaju za cilj lažiranje sadržine komunikacije, a napadi na poverljivost da se neovlašćeno pristupi određenim podacima, ali tako da se podaci „samo“ preuzmu, a ne da se menjaju i uklanjaju.⁵⁷

Do sada je bilo više ozbiljnih slučajeva sajber napada na energetska mrežu. Najopasniji napad zlonamernog softvera (*malware*) bio je u iranskoj nu-

53 Dostupno na adresi: [https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/#:~:text=The%20Internet%20of%20Things%20\(IoT\)%20describes%20the%20network%20of%20physical,and%20systems%20over%20the%20internet](https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/#:~:text=The%20Internet%20of%20Things%20(IoT)%20describes%20the%20network%20of%20physical,and%20systems%20over%20the%20internet), 6. jun 2024.

54 Shancang Li, Li Da Xu, Shanshan Zhao, „The internet of things: a survey“, *Information Systems Frontiers*, Vol. 17, 2015, dostupno na adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-014-9492-7>, 6. jun 2024, 243; Karen Rose, Scott D. Eldridge, Lyman Chapin, „The Internet of Things: An Overview“, *The Internet society (ISOC)*, 2015, dostupno na adresi: <https://feng.stafpu.bu.edu.eg/Electrical%20Engineering/2460/crs-13718/Files/Internet%20of%20Things%20-%20Overview.pdf>, 6. jun 2024, 7.

55 Y. R. Kafle, K. Mahmud, S. Morsalin, G. E. Town, 3.

56 *Ibid.*, 6. Sistem upravljanja informacionom bezbednošću (*Information Security Management System – ISMS*) podrazumeva obezbeđenje dostupnosti (*availability*), integriteta/verodostojnosti (*integrity*) i poverljivosti (*confidentiality*) informacija. Vid. Marko Jadrić, Maja Čukušić, *IT – sigurnost (priručnik za polaznike Tečajevi srca)*, Zagreb 2015, 15.

57 Aleksandar Jevremović, Mladen Veinović, Marko Šarac, Goran Šimić, *Zaštita u računarskim mrežama*, Beograd 2018, 4.

klearnoj elektrani „Bušer“ (*Bushehr*), koji je napao SCADA sistem za praćenje i kontrolu električne mreže.⁵⁸ Ovaj primer pokazuje da napadi usmereni na opremu za proizvodnju ili distributivne i kontrolne stanice mogu dovesti do katastrofalne štete, kao što je (potpuni) prekid snabdevanja ili uništenje elektroenergetske infrastrukture. Ključni sigurnosni mehanizam koji je neophodan za uspostavljanje bezbednog, pouzdanog i održivog sistema pametne mreže su autentifikacija, zaštita integriteta i enkripcija (šifrovanje).⁵⁹

Veoma je važno stalno testirati i unapređivati mere zaštite. Mnoge kompanije danas imaju posebne timove koji se bave testiranjem postojećih mera zaštite (*pentesters/penetration testers*). Ovo je američka ideja „tima tigrova“, koja podrazumeva stavljanje hakera u kontrolisano okruženje kako bi se nadmetali sa postojećim bezbednosnim merama i uočavali propuste u bezbednosnom sistemu da bi ti propusti mogli da se otklone.⁶⁰

Pored izazova koji se tiču zaštite podataka, identifikacije potencijalnih pretnji za sistem i, shodno tome, sprovođenja neophodnog testiranja i usavršavanja mera zaštite kako bi se sprečila šteta na infrastrukturi i prekid snabdevanja električnom energijom, izazov u primeni veštačke inteligencije u elektroenergetici je i sprečavanje štete koja može nastati od same veštačke inteligencije. Samim tim, postavlja se pitanje odgovornosti za nedostatke u funkcionisanju veštačke inteligencije.

Nesporno je da za štetu koja potrošaču nastane zbog nedostataka u funkcionisanju veštačke inteligencije prema potrošaču odgovara lice koje je sa njim zaključilo ugovor o snabdevanju električnom energijom, nakon čega bi ono moglo istaći regresni zahtev prema licima koja su razvijala sistem veštač-

58 Y. R. Kafle, K. Mahmud, S. Morsalin, G. E. Town, 6.

Napomena – Štetan/zlonamerni softver (*malware, malicious software*) predstavlja skup informacija koje se pokreću na korisnikovom računaru i čine da korisnički računar radi ono što napadač želi. U pitanju je program čiji je cilj da izazove štetu nad podacima i informacijama izmenama, brisanjem, pružanjem pristupa neovlašćenim osobama ili onemogućavanjem pristupa, odnosno kako bi napadaču bilo omogućeno preuzimanje kontrole nad sistemom. Vid. M. Jadrić, M. Ćukušić, 35; Miloš Stojmenović, Mladen Veinović, Dušan Marković, *Informatika – Informacione tehnologije*, Beograd 2018, 165.

59 Y. R. Kafle, K. Mahmud, S. Morsalin, G. E. Town, 6–7.

Napomena – Autentifikacija ili autentifikacija (*authentication*) predstavlja proveru identiteta korisnika, odnosno proces kojim se dokazuje identitet, tako što se koriste lozinke, PIN kodovi, biometrijske metode ili se sve metode kombinuju. Vid. M. Jadrić, M. Ćukušić, 55; James F. Kurose, Keith W. Ross, *Umrežavanje računara: Od vrha ka dnu*, Beograd 2005, 655.

Enkripcija ili šifrovanje (*encryption*) podataka podrazumeva korišćenje određenog jezika (algoritma, protokola), koji neovlašćeni korisnici ne razumeju, jer šifrovanje kao rezultat ima transformaciju originalnih podataka (otvoren tekst) u šifrovani oblik za onoga kome taj tekst nije namenjen, te samo autorizovani (ovlašćeni) entiteti mogu da ih definišu i pročitaju. Vid. Mladen Veinović, Saša Adamović, *Kriptologija I – Osnove za analizu i sintezu šifarskih sistema*, Beograd 2018; Božidar Radenković, Marijana Despotović-Zrakić, Zorica Bogdanović, Dušan Barać, Aleksandra Labus, *Elektronsko poslovanje*, Beograd 2015, 48.

60 Tom Forester, Perry Morrison, *Computer Ethics: Cautionary Tales and Ethical Dilemmas in Computing*, Massachusetts Institute of Technology Press, Massachusetts 1994, 45–66.

ke inteligencije. Kako je istaknuto u Etičkim smernicama za razvoj i primenu VI, dizajneri i programeri sistema VI su lica koja imaju visok stepen odgovornosti prilikom razmatranja dizajna, razvoja, procesa odlučivanja i ishoda sistema VI.⁶¹ „Ljudska logika i prosuđivanje su ključni faktori u životu Sistema [veštačke inteligencije – *prim. aut.*]“ koji po pretpostavci donosi objektivno – logičke zaključke, jer su ljudi ti koji pišu algoritme, definišu uspeh ili neuspeh, pripremaju podatke i skupove podataka, treniraju modele, vrše evaluaciju, donose odluke o upotrebi Sistema. [...] Sva lica uključena u stvaranje Sistema u bilo kom koraku odgovorna su za razmatranje njegovog uticaja u okruženju u kome će biti primenjen, kao i kompanije koje su investirale u njegov razvoj.⁶²

Naravno, odgovornost dizajnera i programera Sistema ne isključuje odgovornost drugih lica u lancu stvaranja i proizvodnje sistema VI, a može postojati i odgovornost lica u samom *funkcionisanju* sistema. To pokazuje i jedan primer iz ruske sudske prakse. Kao rezultat korišćenja softvera za procenu stanja energetskog transformatora u elektrani pojavilo se upozorenje o nemogućnosti daljeg korišćenja transformatora. Shodno tome, ovlašćeni zaposleni u elektrani odlučio je da ukloni neispravan energetski transformator radi popravke, bez obaveštenja i dozvole dispečera, kao i da pusti u rad rezervni transformator. Nakon provere opreme ustanovljeno je da je signal o grešci bio lažan, što je bila posledica greške u sistemu veštačke inteligencije. Ispostavilo se da uklanjanje transformatora radi popravke nije bilo potrebno.⁶³

U ovom slučaju postavilo se pitanje odgovornosti programera koji je stvorio VI i odgovornog zaposlenog koji je doneo odluku da ukloni transformator. Zaposleni je bio dužan da obavesti dispečera o nastalim okolnostima i dobije njegovu dozvolu (pre uklanjanja transformatora), kako je predviđeno uredbom Vlade, što nije uradio.⁶⁴ Osim toga, u skladu sa naredbom Ministarstva energetike RF, „operativno osoblje koje vrši otklanjanje povrede

61 Zaključak Vlade o usvajanju Etičkih smernica za razvoj, primenu i upotrebu pouzdane i odgovorne veštačke inteligencije, *Sl. glasnik RS*, br. 23/2023 – Etičke smernice, §4.7, 38.

62 Etičke smernice, §4.7, 38.

63 Кристина Ильмаровна Хальясмаа, Александра Ильмаровна Хальясмаа, Нина Васильевна Сыманюк, „Правовое регулирование искусственного интеллекта в электроэнергетике. Российская и мировая практики“, *Синергия наук*, № 85/2023, dostupno na adresi: <http://synergy-journal.ru/archive/article7611>, 8. jun 2024, 4 (Kristina Ilmarovna Haljasmaa, Alexandra Ilmarovna Khalyasmaa, Nina Vasilievna Symaniuk, „Pravna regulativa veštačke inteligencije u elektroenergetici. Ruska i međunarodna praksa“, *Sinergija nauka*, № 85/2023, dostupno na adresi: <http://synergy-journal.ru/archive/article7611>, 8. jun 2024, 4).

64 Uredba Vlade Ruske Federacije od 30. januara 2021. br. 86. „O usvajanju Pravila o uklanjanju elektroenergetskih objekata radi popravke i prestanku iskorišćavanja, kao i o izmenama određenih akata Vlade RF po pitanju unapređenja režima uklanjanja elektroenergetskih objekata radi popravke i prestanku iskorišćavanja“ (*Постановление Правительства РФ от 30 января 2021 г. N 86 „Об утверждении Правил вывода объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу совершенствования порядка вывода объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации“*), dostupno na adresi: <https://base.garant.ru/400258927/>, čl. 31–32.

normalnog režima odgovorno je za ispravnost preduzetih radnji.⁶⁵ Sud je smatrao da korišćeni sistem veštačke inteligencije predstavlja samo program – „savetnik“, a da su nakon dobijenog signala o neispravnosti opreme zaposleni dužni da provere tačnost ovih informacija.⁶⁶

5. PRAVNI I ETIČKI ASPEKTI RAZVOJA I UPOTREBE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U ELEKTROENERGETICI

Pravni i etički aspekti razvoja i upotrebe veštačke inteligencije u našoj zemlji su u početnoj fazi i zasnivaju se na dokumentima koji ne sadrže konkretnu i detaljnu regulativu veštačke inteligencije. To su Strategija razvoja veštačke inteligencije od 2020–2025. godine, Etičke smernice za razvoj, primenu i upotrebu pouzdane i odgovorne veštačke inteligencije i Zakon o informacionoj bezbednosti.⁶⁷ Pri tom, treba imati u vidu da se Zakonom o informacionoj bezbednosti uređuju mere zaštite od bezbednosnih rizika u informaciono – komunikacionim sistemima, odnosno informaciona bezbednost, koja podrazumeva zaštitu podataka kojima se rukuje putem IKT sistema, što je nedovoljna regulativa u oblasti veštačke inteligencije. Zbog toga je očigledno da je potrebno donošenje posebnog zakona o veštačkoj inteligenciji po uzoru na Zakon EU (odnosno, uredbu EU) o veštačkoj inteligenciji.⁶⁸

U regulisanju veštačke inteligencije pravila ovog Zakona, odnosno Uredbe slede pristup zasnovan na riziku, a oblast energetike podrazumeva visokorizične sisteme veštačke inteligencije. Naime, visokorizični sistemi veštačke inteligencije uključuju određene „kritične infrastrukture“, kao što je oblast vode, gasa, električne energije. Pojam „kritične infrastrukture“ se koristi u značenju koje predviđa Direktiva 2022/2557 – kao sredstvo, objekat, oprema, mreža ili sistem ili deo sredstva, objekta, opreme, mreže ili sistema koji su neophodni za pružanje osnovnih (najvažnijih) usluga.⁶⁹ Visokorizični siste-

65 Naredba Ministarstva energetike RF od 12. jula 2018. br. 548 „ O usvajanju uslova za obezbeđenje pouzdanosti elektroenergetskih sistema, pouzdanosti i bezbednosti elektroenergetskih objekata i elektroprijemnih instalacija“ (Приказ Министёрства энергетикой РФ от 12 июля 2018 г. N 548 „Об утверждении требований к обеспечению надёжности электроэнергетических систем, надёжности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств“), dostupno na adresi: <https://base.garant.ru/72024756/>.

66 K. I. Haljasmaa, A. I. Khalyasmaa, N. V. Symaniuk, 5.

67 Zakon o informacionoj bezbednosti, *Sl. glasnik RS*, br. 6/2016, 94/2017 i 77/2019.

68 Regulation EU 2024/1689 of the European Parliament and of the Council laying down harmonized rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) № 300/2008, (EU) № 167/2013, (EU) № 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act), OJ L, 2024/1689, 12.7.2024.

69 Directive (EU) 2022/2557 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 on the resilience of critical entities and repealing Council Directive 2008/114/EC, čl. 2 st. 1 tač. 4.

mi veštačke inteligencije će morati da budu u skladu sa strogim zahtevima, uključujući sisteme za smanjenje rizika, visok kvalitet skupova podataka, evidentiranje aktivnosti, detaljnu dokumentaciju, jasne korisničke informacije, ljudski nadzor i visok nivo robusnosti, tačnosti i sajber bezbednosti.⁷⁰

Zanimljivo je poređenje rizika od veštačke inteligencije sa egzistencijalnim i bezbednosnim rizicima koji postoje u oblasti nuklearne energetike i predlozi da se veštačka inteligencija podvrgne sličnoj zakonskoj regulativi kao nuklearna energija. Tako je Sem Altman (*Sam Altman*), izvršni direktor i suosnivač američke kompanije za veštačku inteligenciju „*Open AI*“, predložio osnivanje savezne agencije koja bi izdavala licence (dozvole) za stvaranje modela VI iznad određenog praga sposobnosti.⁷¹ Ovaj predlog je, u stvari, sličan načinu na koji operateri nuklearnih objekata moraju da imaju licencu nuklearnog regulatora kao uslov za obavljanje nuklearne aktivnosti. Uz zahtev za dobijanje licence za obavljanje nuklearnih aktivnosti moraju dokazati da su tehničko – tehnološki opremljeni za obavljanje nuklearne aktivnosti, da poštuju sigurnosne kriterijume i ispunjavaju mere nuklearne sigurnosti.⁷²

Dakle, u oblastima u kojima se primenjuju visokorizični sistemi veštačke inteligencije, kao što je slučaj sa elektroenergetikom, potrebno je imati u vidu da nedostaci i greške u funkcionisanju VI mogu imati ozbiljne posledice. Zbog toga je naročito u ovim oblastima neophodna procena rizika i detaljna regulativa kako bi nastupanje rizika moglo da se spreči u cilju obezbeđenja sigurnosti snabdevanja električnom energijom.

6. ZAKLJUČAK

Korišćenje veštačke inteligencije uopšte, pa i u oblasti elektroenergetike i snabdevanja električnom energijom nesumnjivo ima više prednosti, posebno kada se ima u vidu da se kao osnovni ciljevi u energetici izdvajaju energetska sigurnost, energetska efikasnost i održivost. Veštačka inteligencija ima pozitivan efekat u kompletnom postupku snabdevanja električnom energijom – od proizvodnje, preko prenosa i distribucije do potrošnje električne energije. Treba, međutim, imati u vidu da postoje i negativne strane, odnosno izazovi i problemi u primeni veštačke inteligencije, koji imaju naročiti značaj, s obzirom na izraženi opšti interes u ovoj oblasti i na to da energetska sektor pripada skupu nacionalnih strateških interesa.

70 EU u Srbiji, Usvojen EU Zakon o veštačkoj inteligenciji, dostupno na adresi: <https://europa.rs/usvojen-eu-zakon-o-vestackoj-inteligenciji/>, 10. jun 2024, internet izvor bez broja strane.

71 Stručnjaci pozivaju da se veštačka inteligencija reguliše poput nuklearne energije, *Politika*, 25. oktobar 2023, dostupno na adresi: <https://www.politika.rs/sr/clanak/580156/Strucnjaci-pozivaju-da-se-vestacka-inteligencija-regulise-poput-nuklearne-energije-ali>, 10. jun 2024, internet izvor bez broja strane.

72 Vid. Pravilnik o uslovima za dobijanje licence za obavljanje nuklearne aktivnosti, *Sl. glasnik RS*, br. 37/2011.

Poseban značaj u pronalaženju pouzdanih rešenja VI može imati „AI-4SME“ portal, odnosno platforma, koja je deo inicijative Vlade Srbije kroz njeno članstvo u Globalnom partnerstvu za veštačku inteligenciju (GPAI), a razvijena je uz učešće Centra za digitalnu transformaciju Privredne komore Srbije.⁷³ Ova platforma pruža mogućnost malim i srednjim preduzećima da se povežu sa kvalifikovanim i pouzdanim provajderima rešenja veštačke inteligencije. Primera radi, u ponudi postoji „Smartcity – Management Energy Tool“, koji predstavlja alat za upravljanje energijom u cilju optimizacije procesa korišćenja električne energije putem pronalaska „obrasca“ za upravljanje energijom. Potrošačima se omogućava da optimizuju korišćenje električne energije bez ulaganja u neophodnu računarsku infrastrukturu i stručnjake za takvu optimizaciju (kojih ima malo).⁷⁴

S obzirom na to da veštačka inteligencija predstavlja relativno novu pojavu koja se razvija velikom brzinom, najčešće se uz njene pozitivne efekte ističu izazovi i problemi do kojih može dovesti njena upotreba, naročito u tzv. „kritičnoj infrastrukturi“, odnosno u oblastima i delatnostima od opšteg interesa, kao što je elektroenergetika i snabdevanje električnom energijom. Međutim, ne sme se zanemariti ni potreba kontrole i održavanja hardvera (opreme, mašina, mreže), u koji je ugrađena veštačka inteligencija, kao i značaj ljudskog faktora. Treba imati na umu da je veštačku inteligenciju stvorila „prirodna inteligencija“, te je ključni faktor razvoja i bezbedne i pouzdane upotrebe veštačke inteligencije ipak – čovek.

LITERATURA:

- Chui Kwok Tai, Lytras Miltiadis D., Visvizi Anna, „Energy Sustainability in Smart Cities: Artificial Intelligence, Smart Monitoring, and Optimization of Energy Consumption“, *Energies*, Nr. 11/2018.
- Đorđević Srđan, Dimitrijević Marko, Stevanović Dejan, Bojanić Slobodan, „Novi metod za detekciju događaja u neinvazivnom monitoringu potrošnje“, *Zbornik radova sa naučno – stručnog simpozijuma Energetska efikasnost (ENEF) 2015*, Banja Luka, 25–26. septembar 2015.
- Forester Tom, Morrison Perry, *Computer Ethics: Cautionary Tales and Ethical Dilemmas in Computing*, Massachusetts Institute of Technology Press, Massachusetts 1994.
- Güngör Vehbi C., Sahin Dilan, Kocak Taskin, Ergut Salih, „Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards“, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 7, Nr. 4/2011.
- Хальясмаа Кристина Ильмаровна, Хальясмаа Александра Ильмаровна, Сыманюк Нина Васильевна, „Правовое регулирование искусственного интеллекта в электроэнергетике. Российская и мировая практики“, *Синергия наук*, № 85/2023, dostupno na adresi: <http://synergy-journal.ru/>

73 Dostupno na adresi: <https://ai4sme.cdt.org.rs/about/>, 10. jun 2024.

74 Dostupno na adresi: <https://ai4sme.cdt.org.rs/ai-use-case/smartcity/>, 10. jun 2024.

- archive/article7611* (Haljasmaa Kristina Ilmarovna, Khalyasmaa Alexandra Ilmarovna, Symaniuk Nina Vasilievna, „Pravna regulativa veštačke inteligencije u elektroenergetici. Ruska i međunarodna praksa“, *Sinergija nauka*, № 85/2023, dostupno na adresi: <http://synergy-journal.ru/archive/article7611>, 8. jun 2024).
- Hubana Tarik, *Lokator kvara u elektroenergetskom sistemu na osnovu mjerenja parametara kvalitete električne energije*, Sarajevo 2015, dostupno na adresi: https://www.researchgate.net/profile/Tarik-Hubana/publication/320612147_Lokator_kvara_u_elektroenergetskom_sistemu_na_osnovu_mjerenja_parametara_kvalitete_elektricne_energije/links/59f04175458515c3cc4380e1/Lokator-kvara-u-elektroenergetskom-sistemu-na-osnovu-mjerenja-parametara-kvalitete-elektricne-energije.pdf.
- Jadrić Mario, Ćukušić Maja, *IT-sigurnost (priručnik za polaznike Tečajevi srca)*, Zagreb 2015.
- Jevremović Aleksandar, Veinović Mladen, Šarac Marko, Šimić Goran, *Zaštita u računarskim mrežama*, Beograd 2018.
- Jovanović Nebojša, u: Nebojša Jovanović, Vuk Radović, Mirjana Radović, *Trgovinsko pravo*, Beograd 2023.
- Kafle Yuba Raj, Mahmud Khizir, Morsalin Sayidul, Town Graham E., „Towards an Internet of Energy“, *IEEE International Conference on Power System Technology*, 2016, dostupno na adresi: https://www.researchgate.net/profile/Yuba-Kafle/publication/311251136_Towards_an_internet_of_energy/links/5bb5fd0992851ca9ed3812fb/Towards-an-internet-of-energy.pdf, 5. jun 2024.
- Kurose James F., Ross Keith W., *Umrežavanje računara: Od vrha ka dnu*, Beograd 2005.
- Li Shancang, Xu Li Da, Zhao Shanshan, „The internet of things: a survey“, *Information Systems Frontiers*, Vol. 17, 2015, dostupno na adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-014-9492-7>, 6. jun 2024.
- Miceli Rosario, „Energy Management and Smart Grids“, *Energies*, № 6/2013.
- Mršić Predrag, Lekić Đorđe, Zeljković Čedomir, „Demonstracija upotrebe lokatora kvarova u distributivnoj mreži“, *Zbornik radova sa naučno – stručnog simpozijuma Energetska efikasnost (ENEF)* 2015, Banja Luka, 25–26. septembar 2015.
- Prlja Dragan, Gasmi Gordana, Korać Vanja, *Ljudska prava i veštačka inteligencija*, Beograd 2022.
- Radenković Božidar, Despotović-Zrakić Marijana, Bogdanović Zorica, Barać Dušan, Labus Aleksandra, *Elektronsko poslovanje*, Beograd 2015.
- Ramsey Shane G., Does Electricity Supplied Within 30 Days of a Bankruptcy Qualify for Section 503(b)(9) Priority Status? Recent Decisions Say „No“, 7 June 2023, dostupno na adresi: <https://www.nelsonmullins.com/insights/blogs/red-zone/bankruptcy-101/does-electricity-supplied-within-20-days-of-a-bankruptcy-qualify-for-section-503-b-9-priority-status-recent-decisions-say-no>, 2. Jun 2024).

- Rose Karen, Eldridge Scott D., Chapin Lyman, „The Internet of Things: An Overview“, *The Internet society (ISOC)*, 2015, dostupno na adresi: <https://feng.staffpu.bu.edu.eg/Electrical%20Engineering/2460/crs-13718/Files/Internet%20of%20Things%20-%20Overview.pdf>, 6. jun 2024.
- Stojmenović Miloš, Veinović Mladen, Marković Dušan, *Informatika – Informacione tehnologije*, Beograd 2018.
- Tür Mehmet Rida, „Energy Supply Security and Artificial Intelligence Applications“, *Insight Turkey*, Vol. 24, № 3/2022.
- Veinović Mladen, Adamović Saša, *Kriptologija I – Osnove za analizu i sintezu šifarskih sistema*, Beograd 2018.
- Wei Nan, Li Changjun, Peng Xiaolong, Zeng Fanhua, Lu Xinqian, „Conventional models and artificial intelligence-based models for energy consumption forecasting: A review“, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Nr. 181/2019, dostupno na adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092041051930600X>, 17. maj 2024.
- Zheng Jixuan, Lin Li, Gao David Wenzhong, „Smart Meters in Smart Grid: An Overview“, *IEEE Green Technologies Conference*, 2013.

Doc. Dr. Maša Mišković

Assistant Professor, University of Belgrade, Faculty of Law

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PROCESS OF DIGITALIZATION OF ELECTRICITY SUPPLY*

Abstract: *One of the main areas of application of artificial intelligence is energy sector, that is also provided by the Strategy for the Development of Artificial Intelligence in Serbia for the period 2020–2025. From a technical point of view, artificial intelligence techniques demonstrate the ability to model complex problems and stimulate optimal solutions. In this paper, the author considers the effects of the application of artificial intelligence in the process of electricity supply, that is, its application and effects in the process of production, transmission and distribution and the process of electricity consumption. In addition to the positive effects that concern, first of all, producers and the optimization of electricity production, it is emphasized that the application of artificial intelligence in the consumption process would enable consumers to overcome or at least alleviate the problem of impossibility to control the amount of electricity delivered and consumed, which is a consequence of the nature of electricity as a specific types of goods. In addition to the positive aspects of the application of artificial intelligence, the main challenges and problems of its application in the*

* This paper represents a contribution to the project of the University of Belgrade, Faculty of Law “Problems of creation, interpretation and enforcement of law”, within the research group “Artificial intelligence: challenges in business law”.

electricity supply process are also considered. The author comes to the conclusion that in addition to overcoming challenges and solving problems and risks in the application of artificial intelligence in the energy sector, it is necessary to take into account the importance of the human factor and the need to monitor and maintain hardware (equipment, grids) in order to achieve energy security, energy efficiency and sustainability.

Key words: *Artificial intelligence. – Digitalization. – Electrical energy. – Electricity supply. – Electrical energetics.*