

Ekspertski sistem za menadžment energije (EMEXS) – Prikaz kompjuterske aplikacije

BOJANA V. JOVANOVIĆ, Iritel a.d. Beograd

Originalni naučni rad

UDC: 005:620.9]:004.4

DOI: 10.5937/tehnika1806875J

Današnje organizacije se suočavaju sa kompleksnim očekivanjima po pitanju ušteda energije. Mnogi radovi se bave aspektima kako se može poboljšati energetska efikasnost, ali je dominantna tehnička perspektiva. Mali broj studija razmatra organizacioni aspekt menadžmenta energije. U ovom radu je prikazan ekspertski sistem za menadžment energije EMEXS u formi kompjuterske aplikacije, zasnovan na modelu zrelosti za menadžment energije poznatom u literaturi, i predstavlja jedan specifičan model energetske strategije sa inovativnim fokusom, zasnovanom na savremenim trendovima koji sugerišu primenu informacionih i komunikacionih tehnologija. U radu je opisan EMEXS ekspertski sistem, izazovi i mogućnosti njegove primene. Takođe, rad ukazuje na nekoliko pravaca za buduće testiranje i merenje efekata primene ovog ekspertskog sistema u privredi.

Ključne reči: *energetski menadžment, ekspertski sistem, softver za menadžment energije, kompjuterska aplikacija*

1. UVOD

Današnje organizacije se suočavaju sa kompleksnim očekivanjima po pitanju održivosti poslovanja i primene novih energetske politika. Evropska unija je usvojila energetske strategije do 2030. godine, po kojoj se očekuju uštede primarnog korišćenja energije od 27% i smanjenje emisije CO₂ za 40% [1]. Međutim, više od polovine potencijala za poboljšanje energetske efikasnosti u industriji je i dalje neiskorišćeno [2]. Jedno od najperspektivnijih sredstava za postizanje poboljšanja je primena menadžmenta energije [3]. Poboljšana energetska efikasnost može imati ogroman uticaj na profitabilnost, jer smanjenje troškova za energiju vodi do povećanja profita [4]. Jedna od ključnih komponenti sistema menadžmenta energije je adekvatan okvir za odlučivanje [5], a prikaz jednog od njih, u formi ekspertskog sistema, dat je kroz ovaj rad.

U ovom radu, dat je prikaz ekspertskog sistema za menadžment energije, pod nazivom EMEXS (eng. Energy Management Expert System), koji organizacije mogu da koriste kako bi ocenile svoj nivo zrelosti za menadžment energije i primenile potrebna po-

boljšanja za dostizanje višeg nivoa. Za kreiranje ekspertskog sistema je korišćen model zrelosti autora Jovanović i Filipović [6], koji je zasnovan na zahtevima standarda ISO 50001, CMMI (eng. Capability Maturity Model Integration) nivoima zrelosti i PDCA (eng. Plan-Do-Check-Act) ciklusu. Postoji podatak da je do sada izdato ukupno 20.216 sertifikata ISO 50001 (što je 69% više u odnosu na 2015. godinu) [7], pa je ovo jedan od najbrže rastućih standarda u industriji.

Takođe, EMEXS je u skladu sa jednim od glavnih istraživačkih pravaca u oblasti energije [8], usmeren na „alate i metode za podršku“. Savremeni trendovi naglašavaju upotrebu softverskih rešenja za menadžment energije [9]. Neki od primera su „real-time“ sistemi [10], sistemi za modelovanje i optimizaciju [11], sistemi za podršku odlučivanju [12], ušteda energije primenom „cloud computing“-a [13], itd. Industrijske kompanije naglašavaju potrebu i važnost informacionih tehnologija, kao alata koji omogućava energetske efikasnost u njihovim proizvodnim postrojenjima [14].

U literaturi se može videti da je kompanija DNV GL [15] razvila „web“ aplikaciju za stalno poboljšanje sistema menadžmenta, usmerenu na merljive indikatore. Kolokotsa i saradnici [16] su prikazali sistem menadžmenta energije zasnovan na „web“ tehnologiji za zgrade univerzitetskog naselja. Faia i saradnici [17] su predložili aplikaciju za inteligentni menadžment energije u stambenim zgradama. Sucic i saradnici [18]

Adresa autora: Bojana Jovanović, Iritel ad, Beograd, Batajnički put 23

e-mail: bojana.jovanovic.123@gmail.com

Rad primljen: 06.07.2018.

Rad prihvaćen: 07.09.2018.

su prikazali pristup za menadžment energije zasnovan na prikupljanju podataka, modelovanju i predviđanju, uslugama za podršku odlučivanju i bazi znanja. Odeljenje za energiju SAD-a [19] je razvilo „online“ aplikaciju koja pruža vodič, korak po korak, za primenu standarda ISO 50001. Mnogi radovi razmatraju kako se energetska efikasnost može poboljšati, ali je dominantna tehnička perspektiva [3]. Mali broj studija razmatra organizacioni aspekt menadžmenta energije.

2. PRIKAZ EKSPERTSKOG SISTEMA ZA MENADŽMENT ENERGIJE - EMEXS

Ekspertski sistem prikazan u ovom radu ima za cilj da obuhvati sve oblasti koje razmatra standard ISO 50001, kako bi pomogao organizacijama da sertifikuju svoj sistem menadžmenta energije i potom ga i poboljšavaju, kako bi dostigle najviši nivo zrelosti, koji nije obuhvaćen standardom. Oblasti su obuhvaćene u ekspertskom sistemu kroz odgovarajuće module, a preuzete su iz modela zrelosti autora Jovanović i Filipović [6]. Ekspertski sistem je strukturiran kroz nivoe zrelosti, i izrađen je u vidu kompjuterske aplikacije, kako nalažu savremeni trendovi.

2.1. Model zrelosti za menadžment energije EMM50001, kao osnova za EMEXS

U ovom radu je prikazan ekspertski sistem za menadžment energije EMEXS. Model zrelosti autora Jovanović & Filipović [6] izabran je kao osnova sistema. Na osnovu strukture pomenutog modela zrelosti [6], kroz ekspertski sistem je obuhvaćen 21 modul: 1) Uspostavljanje sistema menadžmenta energije, 2) Prikazivanje opredeljenosti najvišeg rukovodstva za menadžment energije, 3) Imenovanje energetske menadžera, 4) Definisane energetske politike, 5) Energetsko planiranje, 6) Identifikacija i vrednovanje zakonskih i drugih zahteva koji se odnose na energiju, 7) Energetsko preispitivanje, 8) Uspostavljanje energetske poredbene vrednosti, 9) Definisane indikatora energetske performanse, 10) Definisane opštih i posebnih energetske ciljeva i akcionih planova, 11) Primena energetske planova, 12) Uključivanje zaposlenih u energetske menadžment, 13) Interna i eksterna komunikacija, 14) Dokumentacija i zapisi energetske menadžmenta, 15) Upravljanje operacija koje utiču na energetske performanse, 16) Energetski efikasno projektovanje i modifikovanje zgrada, opreme, sistema i procesa, 17) Energetski efikasna nabavka, 18) Praćenje, merenje i analiza energetske indikatora, 19) Interna provera sistema menadžmenta energije, 20) Primena korektivnih i preventivnih mera koje se odnose na energiju, i 21) Preispitivanje menadžmenta energije od strane rukovodstva. Nivoi zrelosti i opisi su takođe preuzeti iz pomenutog modela zrelosti [6], tako da se nivo zrelosti dobija odgovaranjem na pitanja u okviru

svakog modula, na svakom od nivoa zrelosti. U skladu sa tim, model zrelosti omogućava samoocenjivanje na pet nivoa zrelosti: 1) Početni, 2) Upravljan, 3) Definisano, 4) Kvantitativno upravljano, i 5) Optimizovano.

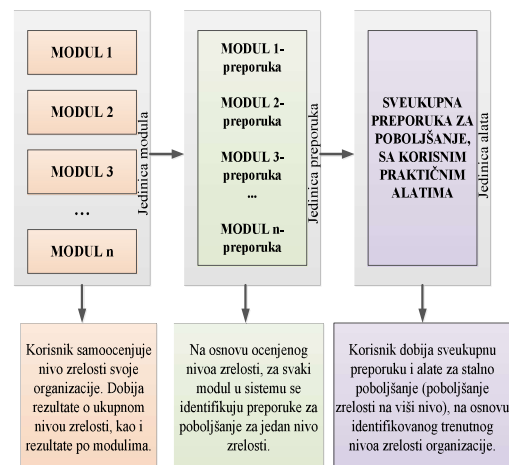
2.2. EMEXS struktura i logika

Ekspertski sistem EMEXS se sastoji od tri međusobno povezane jedinice (slika 1):

Jedinica modula – Ovde se nalazi 21 modul, gde svaki, kroz grupu pitanja, omogućava korisniku samoocenjivanje trenutnog nivoa zrelosti menadžmenta energije. Ovo je moguće jer sistem ima ugrađen upitnik i sistem bodovanja, preuzet iz pomenutog modela zrelosti [6]. Kao rezultat, korisnik dobija informaciju o sveukupnom nivou zrelosti organizacije, ali i o nivou zrelosti po svakom modulu. Na ovaj način, korisnik može videti slabe tačke, koje zahtevaju više napora da bi se dostigla poboljšanja, kao i da odredi jake strane svoje prakse menadžmenta energije.

Jedinica preporuka – Na osnovu rezultata samoocenjivanja nivoa zrelosti menadžmenta energije, korisnik može da vidi preporuke kako da poboljša svoju zrelost za menadžment energije za jedan nivo, u odnosu na nivo koji je identifikovan samoocenjivanjem. Preporuke su prikazane sveukupno i po modulima, tako da korisnik može da primeni sve preporuke ili da izabere samo one koja smatra korisnim. Međutim, organizacija može da dostigne viši nivo zrelosti samo ako primeni sve preporuke koje dobije u odnosu na ocenjen trenutni nivo. Preporuke su takođe preuzete iz modela zrelosti autora Jovanović & Filipović [6].

Jedinica alata – Za svaku od preporuka koje daje sistem, predlaže se set alata koji korisniku mogu pomoći da primeni sugerisane preporuke. Ovi alati obuhvataju detaljne opise preporuka, moguće varijante rešenja, primere, preporuke za strukturisanje dokumenata, kao i obrasce koji se mogu primeniti. Postoji ukupno 72 alata, koji su izrađeni namenski za ovaj sistem.

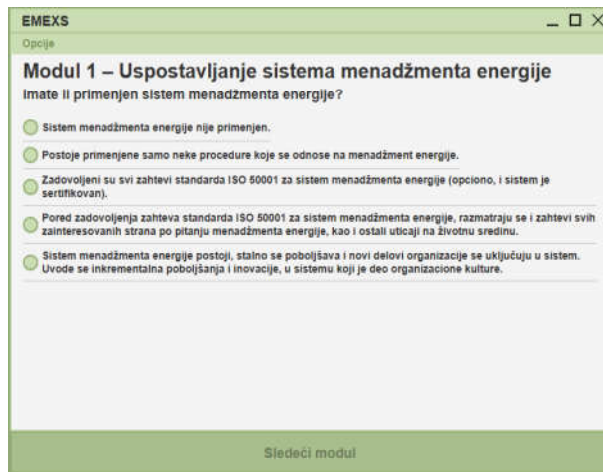


Slika 1 – Struktura ekspertskog sistema EMEXS

2.3. Alat za samoocenjivanje, kao osnova za izradu preporuka

Kada korisnik pokrene aplikaciju, odmah ulazi u upitnik za samoocenjivanje. Upitnik za samoocenjivanje se sastoji od 21 pitanja. Za svako pitanje postoji pet odgovora, a korisnik bira samo jedan od ponuđenih odgovora. Svaki odgovor, zapravo, predstavlja nivo zrelosti.

Odgovori koji se koriste u sistemu su osnova za proračun nivoa zrelosti, kao i, na osnovu toga, za kreiranje preporuka koje organizacija treba da primeni kako bi povećala svoju zrelost za menadžment energije za jedan nivo.

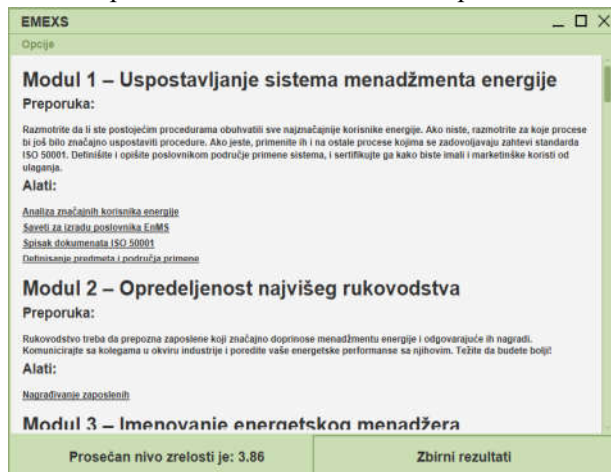


Slika 2 – Primer dela upitnika za samoocenjivanje

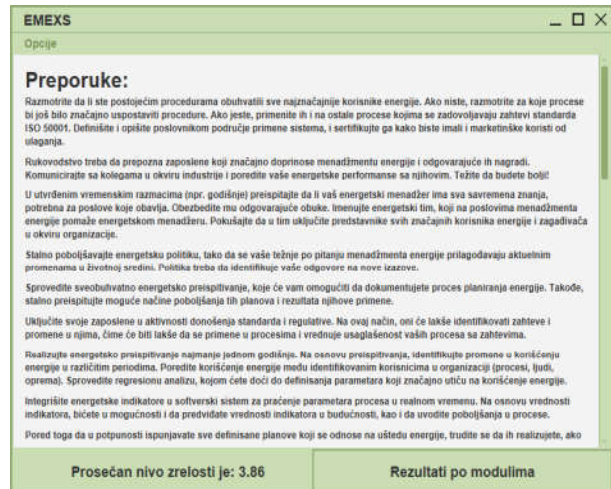
Ako je neophodno, korisnik može da otvori uputstvo za upotrebu, kroz koje može da se kreće koristeći navigacioni meni.

2.4. Preporuke uključene u EMEXS

Na osnovu rezultata samoocenjivanja, sistem omogućava korisniku da vidi preporuke šta treba da uradi da bi povećao zrelost za menadžment energije na viši nivo. Preporuke su date sveobuhvatno i po modulima.

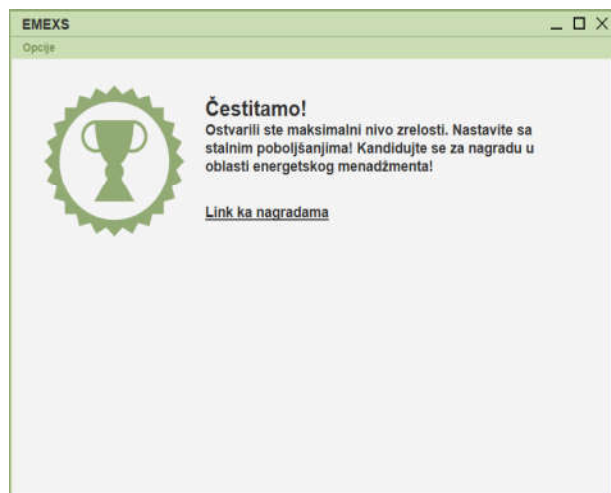


Slika 3 – Primer preporuka po modulima



Slika 4 – Primer sveobuhvatne preporuke

Ako je organizacija dostigla najviši nivo zrelosti, neće dobiti preporuke za poboljšanja, već referencu ka nekim od nagrada za menadžment energije za koje može da konkuriše.



Slika 5 – Primer preporuke za najviši nivo zrelosti

2.5. Istraživački i praktični rad na kreiranju alata za podršku

Zapravo, ekspertsko znanje je ugrađeno u jedinicu alata ovog ekspertskog sistema. Na osnovu pretrage literature i rada na praktičnim projektima, kreirani su alati koji pomažu korisniku da primeni predložene preporuke za poboljšanja.

Alati se mogu podeliti u sledeće kategorije:

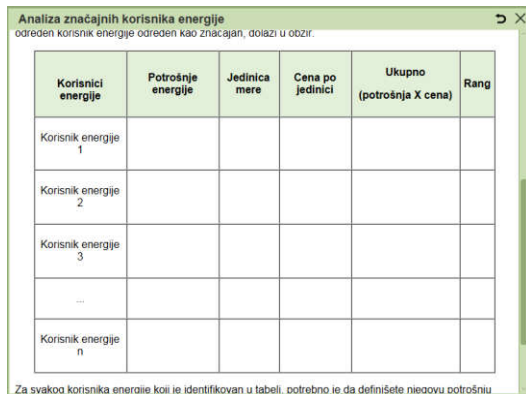
- Pojašnjenje koncepata – pomažu da se razumeju koncepti, njihovo značenje i primena.
- Praktični primeri – primeri iz prakse kako primeniti preporučeni alat ili metodu.
- Gotovi obrasci – obrasci koje organizacija može da koristi u svojim procesima i praksama.
- Predlog strukture dokumenata – sugestije kako strukturirati preporučene dokumente.



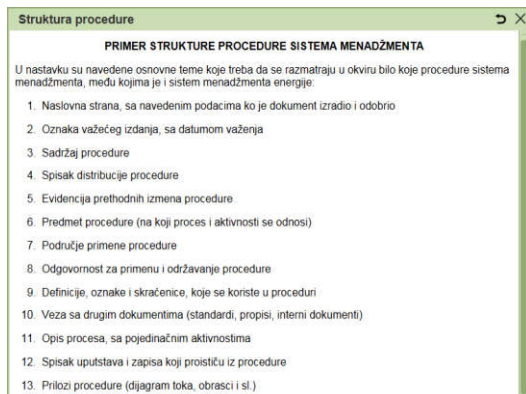
Slika 6 – Primer alata za pojašnjenje koncepta



Slika 7 – Primer alata sa praktičnim primerom



Slika 8 – Primer alata sa gotovim obrascem



Slika 9 – Primer alata sa predlogom strukture dokumenta

Alati su prikazani sveukupno, kao i po modulima, tako da korisnik ima pregled svih alata koji mu se nude, ali i onih koji se odnose na konkretni modul.

U projektovanju alata je istražena literatura koja obuhvata oblasti obuhvaćene ekspertskim sistemom (tabela 1).

Tabela 1. Literatura korišćena za kreiranje alata

Br	Vrste alata po oblastima	Literatura
1	Koristi koje se postižu primenom sistema menadžmenta energije	<ul style="list-style-type: none"> • Certification Europe [Internet]. 2017 [citirano 22.06.2018]. Dostupno na: http://certificationeurope.com/benefits-of-iso-50001/ • Leonardo Energy [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://help.leonardo-energy.org/hc/en-us/articles/-201941411-What-are-the-benefits-of-energy-management-and-ISO-50001- • BSI Group [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.bsigroup.com/en-GB/iso-50001-energy-management/ • Office of energy efficiency & renewable energy [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.energy.gov/-ISO50001 • Western Michigan University [Internet]. 2012 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://wmich.edu/mfe/mrc/greenmanufacturing/pdf/Posters/ISO50001%20Poster%-20May%202012%20(1).pdf • Quality Systems Enhancement [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.enhancequality.com/-iso-standards/iso-50001-energy-management-system/ • ISO Quality Services [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.isoqsltd.com/iso-certification/iso-50001-energy-management-certification/ • Caffal C. Energy management in industry, Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies, <i>Analysis Series</i>, Vol. 17.C, 1995. • Kannan R, Boie W. Energy management practices in SME-case study of a bakery in Germany, <i>Energy Conversion and Management</i>, Vol. 44, No. 6, pp. 945-959, 2003. • Tam KW, Leung CW, Probert SD. Energy management in a dairy-products plant. <i>Applied Energy</i>, Vol. 32, No. 2, pp. 83-100, 1989.
2	Uticao na životnu sredinu i promene u vezi sa menadžmentom energije	<ul style="list-style-type: none"> • Network for Business Sustainability [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://nbs.net/p/executive-report-measuring-amp-valuimg-environmental-381ab81b-0c4e-4dfe-be03-5638dbe73308 • Unilever [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.unilever.com/sustainable-living/reducing-environmental-impact/ • IRIS [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://iris.thegiin.org/metric/4.0/OD4108 • National Science Foundation (NSF) [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.nsf.gov/-bfa/dias/policy/papp/pappg17_1/environmental_checklist.pdf • UNESCO [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.unesco.org/new/en/culture/themes/underwater-cultural-heritage/protection/threats/environmental-impact-and-climate-change/ • Manpower Group [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.manpower.com.hk/environmental-impact.aspx • World Health Organization (WHO) [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.who.int/globalchange/environment/ecosystem_assessment_large.jpg?ua=1
3	Primeri poboljšanja menadžmenta energije	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 50001:2011. <i>Energy Management Systems - Requirements with Guidance for Use</i>. • Schneider Electric. <i>Energy Efficiency Projects Ensure Healthy Financial Performance for Healthcare Facilities</i>, 2010.

Br	Vrste alata po oblastima	Literatura
4	Odgovornosti, obaveze, znanje i kompetentnost najvišeg rukovodstva i zaposlenih u sistemu menadžmenta energije	<ul style="list-style-type: none"> ISO 50001:2011. <i>Energy Management Systems - Requirements with Guidance for Use</i>. Association of Energy Engineers [Internet]. 2015 [citirano 19.11.2015]. Dostupno na: https://www.aeccenter.org/i4a/pages/index.cfm?pageID=3351 Ministry of Mining and Energy of the Republic of Serbia [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.mre.gov.rs/latinica/sistem-energetskog-menadzmenta.php ELearning Industry [Internet]. 2014 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://elearningindustry.com/3-ways-measure-training-effectiveness Tremblay DG. <i>Towards the learning organization: collective knowledge development in the multimedia sector</i>. Direction de la recherche, Télé-université, Université du Québec. 2003. University of South Florida [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.usf.edu/hr/ Zendesk [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://support.zendesk.com/hc/en-us/articles/203664076-Best-practices-Developing-content-for-your-knowledge-base Harmsworth S, Turpin S. <i>Creating an effective dissemination strategy</i>. TQEF National Co-ordination Team. Vol. 5, 2000. WISER project [Internet]. 2012 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.wiser.eu/programme/internal-and-external-information-sharing/
5	Alati u vezi sa učesćem zaposlenih u menadžmentu energije	<ul style="list-style-type: none"> Business Academy [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.biznis-akademija.com/motivacijau-ucinak-i-nagradjivanje-zaposlenih Moj Posao [Internet]. 2006 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.moj-posao.net/Savjet/60808/Motivacija-i-nagradjivanje-zaposlenika/6/ MCB blog [Internet]. 2012 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.mcb.rs/blog/kako-motivisati-zaposlene/ Vidaković T. Nematerijalne nagrade i njihov uticaj na motivaciju zaposlenih. <i>EMC review-Časopis za ekonomiju</i>, Vol. 3, No. 1, 2012. Stevanović S, Belopavlović G. <i>Atraktivnost stimulacija zaposlenih u savremenom društvu</i>, 2011.
6	Prikaz statističkih i drugih metoda koje organizacija može da koristi za analizu i prikaz podataka	<ul style="list-style-type: none"> University of Belgrade [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.bg.ac.rs/files/sr/studije/studije-uni/Uvod_statisticke_metode_istrzivanja.pdf University of Novi Sad, Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.tfzr.uns.ac.rs/Content/files/0/Nedelja%203.pdf European IPPC Bureau [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ Nancy R. <i>Tague's The Quality Toolbox</i>, Second Edition, ASQ Quality Press, pp. 96-99, 2004. Andersen B, Fagerhaug T, Beltz M. <i>Root Cause Analysis and Improvement in the Healthcare Sector: A Step-by-Step Guide</i>, Milwaukee, WI: ASQ Quality Press, pp. 124-125, 2010. Bialek R, Duffy GL, Moran JW. <i>The Public Health Quality Improvement Handbook</i>, Milwaukee, WI: ASQ Quality Press, pp. 168-170, 2009. Parnaby J, Towill DR. Seamless healthcare delivery systems, <i>International Journal of Health Care Quality Assurance</i>, Vol. 21, No. 3, pp. 249-273, 2008. Pallant J. <i>SPSS: priručnik za preživljavanje: postupni vodič kroz analizu podataka pomoću SPSS-a</i>, Prevod 4. izdanja, Mikro knjiga, Beograd, 2011.
7	Procedure za praćenje zakonskih zahteva, ciljeva i planova	<ul style="list-style-type: none"> U.S. Environmental Protection Agency, <i>Health care guide to pollution prevention implementation through environmental management systems</i>, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, 2005. ISO 50004:2014 <i>Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system</i>. Schneider Electric. <i>ISO 50001: Recommendations for Compliance</i>, Schneider Electric, 2012.

Br	Vrste alata po oblastima	Literatura
8	Alati koji daju preporuke za komunikaciju o temama menadžmenta energije u organizaciji	<ul style="list-style-type: none"> Hystead M. Healthcare Marketing Fix: Internal Communications [Internet]. 2011 [citirano 05.07.2013]. Dostupno na: http://www.htkmarketing.com/healthcare-marketing-fix-internal-communications Filipović J, Đurić M. <i>Sistem menadžmenta kvaliteta</i>, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2010. EN 15224:2012 <i>Health care services - Quality management systems - Requirements based on EN ISO 9001:2008</i>. IWA 1:2005 <i>Quality Management Systems - Guidelines for process improvements in health service organizations</i>. ISO 1828:2012 <i>Health informatics - Categorical structure for terminological systems of surgical procedures</i>. ISO 10159:2011 <i>Health informatics - Messages and communication - Web access reference manifest</i>. Smallbusiness Chron [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://smallbusiness.chron.com/competencybased-performance-reviews-11504.html
9	Preporuke za kreiranje izvještaj o menadžmentu energije. Kriterijumi za „zelene dobavljače“	<ul style="list-style-type: none"> Apple [Internet]. 2016 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://images.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2016.pdf International Civil Aviation Organization [Internet]. 2016 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.icao.int/environmental-protection/-Documents/ICAO%20Environmental%20Report%202016.pdf Boeing [Internet]. 2016 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/principles/environment/pdf/2016_environment_report.pdf Hungarian Central Statistical Office [Internet]. 2013 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: https://www.ksh.hu/docs/eng/xftp/idoszaki/ckornyhelyzetkep13.pdf TUI Group [Internet]. 2014 [citirano 01.12.2017]. Dostupno na: https://www.tuigroup.com/damfiles/default/tuigroup-15/en/sustainability/Reporting/tui_cruises_environmental_report_2014-2.pdf-b42e43124890a28f88c74e968ee47a9.pdf Ikea [Internet]. 2016 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.ikea.com/ms/en_US/img/ad_content/IKEA_Group_Sustainability_Report_FY16.pdf Samsung [Internet]. 2016 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.samsung.com/us/aboutsamsung/sustainability/sustainabilityreports/download/2016/2016-samsung-sustainability-report-eng.pdf ConocoPhillips [Internet]. 2015 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.conocophillips.com/sustainable-development/SD%20Report%20Download/16-0310%20SD%20Book.pdf Canon [Internet]. 2016 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.canon.com/csr/report/pdf/canon-sus-2016-e.pdf Banaeian N, Mobli H, Nielsen IE, Omid M. Criteria definition and approaches in green supplier selection—a case study for raw material and packaging of food industry, <i>Production & Manufacturing Research</i>, Vol. 3, No. 1, pp. 149-168, 2015.
10	Preporuke u vezi sa dokumentacijom i strukturiranjem dokumenata u sistemu menadžmenta energije	<ul style="list-style-type: none"> AiIM [Internet]. 2017 [citirano 11.12.2017]. Dostupno na: http://www.aiim.org/What-Is-Documents-Imaging# DNN Extension [Internet]. 2017 [citirano 23.01.2018]. Dostupno na: http://dnnextension.com/Services/DNN-Documents-Management-System Božanić V, Pejović G. <i>Akreditovane laboratorije</i>, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2010. Kolka JW. ISO 9001 and Health Care, <i>Quality Progress</i>, 1999.

Br	Vrste alata po oblasti	Literatura
11	Preporuke u vezi sa praćenjem i merenjem energijskih indikatora u različitim procesima organizacije	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 50015:2014 <i>Energy management systems - Measurement and verification of energy performance of organizations - General principles and guidance.</i> • ISO 50001:2011 <i>Energy Management Systems - Requirements with Guidance for Use.</i> • Tehnis [Internet]. 2017 [citirano 23.01.2018]. Dostupno na: http://www.tehnis.privreda.gov.rs/sw4i/download/files/cms/attach?id=429 • Galankashi MR, Chegeni A, Soleimanyanadegany A, Memari A, Anjomshoae A, Helmi SA, Dargi A. Prioritizing green supplier selection criteria using fuzzy analytical network process, <i>Procedia CIRP</i>, Vol. 26, pp. 689-694, 2015. • Gurel O, Acar AZ, Onden I, Gumus I. Determinants of the green supplier selection, <i>Procedia - Social and Behavioral Sciences</i>, Vol. 181, pp. 131-139, 2015.

2.6. Kreiranje EMEXS-a u formi kompjuterske aplikacije

EMEXS ekspertski sistem je razvijen korišćenjem Java programskog jezika i JavaFX razvojnog okruženja za izradu grafičkih interfejsa. Najvažniji razlog za korišćenje Java programskog jezika je bio obezbeđivanje funkcionisanja aplikacije na različitim platformama. Aplikacija koristi odvojene niti za pokretanje upitnika i obradu odgovora, koristeći projektni uzorak proizvođač-potrošač [20]. Korišćenjem projektnog uzorka proizvođač-potrošač, minimizira se vreme potrebno za prikaz rezultata, zato što je nakon datog odgovora na poslednje pitanje potrebno obraditi samo poslednji odgovor, dok su svi prethodni odgovori već obrađeni paralelno sa tokom upitnika. Svi podaci koje aplikacija koristi su uskladišteni u eksternim fajlovima, koji omogućavaju lako modifikovanje pitanja, alata i preporuka bez menjanja same aplikacije. Da bi se sprečio reverzni inženjering, fajlovi sa podacima su šifrovani.

3. ZAKLJUČAK I SMERNICE ZA DALJI RAD

Ovaj rad prikazuje ekspertski sistem za menadžment energije EMEXS. Prednost EMEXS-a je ta što je zasnovan na već verifikovanom modelu zrelosti [6], koji se zasniva na standardu ISO 50001, CMMI nivoima zrelosti i PDCA ciklusu. Značajan je jer omogućava samoocenjivanje, pa je samim tim pod kontrolom korisnika. Jedinstveni je alat koji kombinuje samoocenjivanje, sa praktičnim alatima koji se preporučuju na osnovu dobijenih rezultata. Ekspertski sistem iterativno vodi organizaciju kroz poboljšanja, nudeći korisne alate, u skladu sa zahtevima standarda ISO 50001 i nivoima zrelosti [6].

Za budući rad je planirano testiranje EMEXS-a od strane korisnika u industriji. Testiranje će biti sprovedeno da bi se prikazalo da je EMEXS univerzalno primenljiv. U skladu sa sugestijama korisnika, biće poboljšan sistem, izmenjeni alati ili će biti dodati novi alati za koje se utvrdi da su neophodni. Plan je da se

testiranje sprovede u dve faze. U prvoj fazi, ekspertski sistem će biti testiran na manjem uzorku, kako bi se eventualno sistem izmenio i uskladio sa preporukama korisnika. Na ovaj način, biće utvrđeno da li i na koji način EMEXS pomaže organizacijama da primene poboljšanja, kako se i koliko poboljšava nivo zrelosti, za koji vremenski period, troškovi koje prouzrokuje primena EMEXS-a, jednostavnost korišćenja, itd.

U drugoj fazi će se testiranje sprovesti na većem uzorku i trajeće duže, da bi se utvrdili finansijski efekti koji se postižu primenom EMEXS-a.

4. ZAHVALNICE

Ovaj rad je deo projekta koji je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, pod oznakom III 43008 i nazivom „Razvoj metoda, senzora, i sistema za praćenje kvaliteta vode, vazduha i zemljišta“.

Zahvalnost dugujem Bojanu Jovanoviću, na pomoći oko softverskog dela ove aplikacije.

LITERATURA

- [1] Azuma H, Magnani S, Compared analysis of the economic and environmental benefits by using an energy management system in different European countries, *Energy Procedia*, Vol. 126, pp. 266-273, 2017.
- [2] International Energy Agency. World Energy Outlook 2012 - Executive Summary [Internet]. 2012 [citirano 15.05.2015]. Dostupno na: www.iea.org/publications/freepublications/publication/English.pdf
- [3] Schulze M, Nehler H, Ottosson M, Thollander P, Energy management in industry—a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework, *Journal of cleaner production*, Vol. 112, pp. 3692-3708, 2016.
- [4] Johansson MT, Thollander P. A review of barriers to and driving forces for improved energy efficiency in Swedish industry—recommendations for successful in-house energy management, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Vol. 82, pp. 618-628, 2018.
- [5] Finnerty N, Sterling R, Coakley D, Contreras S, Coffey R, Keane MM. Development of a Global Energy Management System for non-energy intensive multi-site industrial organisations: A methodology, *Energy*, Vol. 136, pp. 16-31, 2017.
- [6] Jovanović B, Filipović J, ISO 50001 standard-based energy management maturity model—proposal and validation in industry. *Journal of cleaner production*, Vol. 112, pp. 2744-2755, 2016.

- [7] ISO Survey 2016. [Internet]. 2016 [citirano 12.02.2018]. Dostupno na: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>
- [8] May G, Stahl B, Taisch M, Kiritsis D. Energy management in manufacturing: From literature review to a conceptual framework. *Journal of cleaner production*, Vol. 167, pp. 1464-1489, 2017.
- [9] Pusnik M, Al-Mansour F, Sucic B, Gubina AF. Gap analysis of industrial energy management systems in Slovenia, *Energy*, Vol. 108, pp. 41-49, 2016.
- [10] Lajevardi B, Haapala KR, Junker JF. Real-time monitoring and evaluation of energy efficiency and thermal management of data centers, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 37, pp. 511-516, 2015.
- [11] Meike D, Pellicciari M, Berselli G. Energy efficient use of multirobot production lines in the automotive industry: Detailed system modeling and optimization, *EEE Transactions on Automation Science and Engineering*, Vol. 11, No. 3, pp. 798-809, 2014.
- [12] Porzio G. F, Fornai B, Amato A, Matarese N, Vannucci M, Chiappelli L, Colla V. Reducing the energy consumption and CO₂ emissions of energy intensive industries through decision support systems—an example of application to the steel industry, *Applied Energy*, Vol. 112, pp. 818-833, 2013.
- [13] Ren L, Zhang L, An efficient it energy-saving approach based on cloud computing for networked green manufacturing, *Advanced Materials Research*, Vol. 139, pp. 1374-1377, 2010.
- [14] Bunse K, Vodicka M, Schönsleben P, Brühlhart M, Ernst FO. Integrating energy efficiency performance in production management—gap analysis between industrial needs and scientific literature. *Journal of cleaner production*, Vol. 19, No. 6-7, pp. 667-679, 2011.
- [15] DNV G. L, Lumina - performance benchmarking [Internet]. 2017 [citirano 23.01.2018]. Dostupno na: <https://www.dnvgl.com/assurance/lumina/index.html>
- [16] Kolokotsa D, Gobakis K, Papantoniou S, Georgatou C, Kampelis N, Kalaitzakis K, ... Santamouris M. Development of a web based energy management system for University Campuses: The CAMP-IT platform, *Energy and Buildings*, Vol. 123, pp. 119-135, 2016.
- [17] Faia R, Pinto T, Abrishambaf O, Fernandes F, Vale Z, Corchado J. M, Case based reasoning with expert system and swarm intelligence to determine energy reduction in buildings energy management, *Energy and Buildings*, Vol. 155, pp. 269-281, 2017.
- [18] Sucic B, Al-Mansour F, Pusnik M, Vuk T, Context sensitive production planning and energy management approach in energy intensive industries, *Energy*. Vol. 108, pp. 63-73, 2016.
- [19] U. S. Department of Energy, The 50001 Ready Navigator [Internet]. [citirano 04.06.2018]. Dostupno na: <https://navigator.industrialenergytools.com/>
- [20] Cornell University - Department of Computer Science [Internet]. 2018 [citirano 16.05.2018]. Dostupno na: <https://www.cs.cornell.edu/courses/cs-3110/2010fa/lectures/lec18.html>

SUMMARY

ENERGY MANAGEMENT EXPERT SYSTEM (EMEXS) – PROPOSAL OF COMPUTER APPLICATION

Today's organizations face complex expectations for energy savings. Many papers address aspects of how energy efficiency can be improved, but dominated by a technical perspective. The minority of studies picked up organizational aspect of energy management. This paper proposes an energy management expert system EMEXS in form of a computer application, based on the maturity model known in the literature, as one specific energy strategy model with innovative focus, based on contemporary trends which suggest the implementation of information and communication technology. The paper describes EMEXS system and its implementation challenges and opportunities. Also, the paper proposes some directions for future testing and measuring effects of applying.

Key words: *energy management, expert system, energy management software, computer application*