



dr Aleksandar Vučković

DIGITALNA TRANSFORMACIJA SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA

**Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom
u ne-rezidencijalnim zgradama**

dr Aleksandar Vučković
FEFA Fakultet, Univerzitet Metropolitan u Beogradu
avuckovic@fefa.edu.rs

**Digital Transformation of Energy Management Systems
in Non-Residential Buildings**

Aleksandar Vučković, PhD
FEFA Faculty, Belgrade Metropolitan University
avuckovic@fefa.edu.rs

Izdavač

FEFA Fakultet, Univerzitet Metropolitan u Beogradu

Za izdavača

Prof. dr Milan Nedeljković, dekan FEFA Fakulteta

Recenzenti

Prof. dr Goran Pitić
Prof. dr Marko Mihić
Prof. dr Dejan Petrović

Adresa redakcije

FEFA Fakultet, Univerzitet Metropolitan u Beogradu
Bulevar Zorana Đinđića 44, Beograd, Srbija
Tel: +381694777605
E-mail: info@fefa.edu.rs
web: www.fefa.edu.rs

ISBN: 978-86-86281-37-1

© FEFA Fakultet, Univerzitet Metropolitan u Beogradu, 2024.

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove knjige ne može biti reprodukovan, presnimavan ili prenošen bilo kojim sredstvom – elektronskim, mehaničkim, kopiranjem, snimanjem, ili na bilo koji drugi način bez prethodne saglasnosti autora i izdavača. www.fefa.edu.rs

PREDGOVOR

Upravljanje energijom u ne-rezidencijalnim zgradama je predmet naučnih istraživanja u svetu već par decenija. Poslednjih godina, i ova oblast, poput svih ostalih oblasti ljudskog života i rada, biva obeležena digitalnom transformacijom. Mogućnost da se upravljanje energetskim sistemom u zgradama automatizuje, pozitivno doprinosi potrebama korisnika ne-rezidencijalnih zgrada da ostvare što veću uštedu energije uz poboljšanje komfora. Ipak, sama primena digitalnih tehnologija može pružiti svoj puni efekat ukoliko je praćena transformacijom sistema organizacionog upravljanja, kao i organizacione kulture. S tim u vezi, upravljanje energijom u ne-rezidencijalnim zgradama u uslovima Četvrte industrijske revolucije postaje multidisciplinarni izazov, koji zahteva holistički pristup zasnovan na razumevanju digitalnih tehnologija, strategijskog menadžmenta, upravljanja energijom, upravljanja inovacijama i organizacione kulture.

Ova monografija je nastala kao sublimacija celokupnog naučno-istraživačkog rada autora u domenu poboljšanja energetske efikasnosti u ne-rezidencijalnim zgradama od 2011. godine do danas. Tokom svog naučno-istraživačkog rada, autor je obradio različite aspekte ove oblasti, među kojima su:

- upravljanje portfoliom projekata energetske efikasnosti;
- upravljanje koristima u projektima energetske efikasnosti;
- primena digitalnih tehnologija u upravljanju energijom u zgradama;
- analiza organizacionih faktora koji utiču na upravljanje energijom u zgradama;
- primena standarda za upravljanje energijom, itd.

U uslovima globalnih napora za smanjenje uticaja klimatskih promena, energetska efikasnost ima veći značaj nego ikada ranije. Kroz poboljšanje energetske efikasnosti u ne-rezidencijalnim zgradama, moguće je ostvariti značajne koristi, kako na nivou korisnika zgrada, tako i na nivou čitave društvene zajednice. Oдавde proističe i lični motiv autora da kroz ovu monografiju unapredi praksu primene mera energetske efikasnosti u ne-rezidencijalnim zgradama, kako bi donele maksimalne koristi zainteresovanim stranama. Monografija obuhvata sve aspekte digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, čime autor nastoji i da dodatno proširi ukupni fond znanja iz ove oblasti i doprinese njenom daljem razvoju.

REZIME I KLJUČNE REČI

Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama

Rezime: Digitalna transformacija i inicijative za smanjenje efekata klimatskih promena, oblikuju kontekst globalnog razvoja u 21. veku. Shodno tome, upravljanje energijom u ne-rezidencijalnim zgradama postaje predmet digitalne transformacije, kako bi se unapredili potencijali za ostvarivanje energetske uštede uz optimalan komfor za korisnike zgrada. Ova monografija se bavi razvojem modela upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, koji počiva na digitalnoj transformaciji. Prvi korak u razvoju modela, odnosio se na detaljnu analizu faktora koji utiču na proces digitalne transformacije u pomenutoj oblasti. Ti faktori su: 1) digitalne tehnologije za automatizaciju upravljanja energijom u zgradama, 2) organizacioni faktori koji se tiču strateškog upravljanja i upravljanja energijom, kao i 3) organizaciona kultura koja podržava inovacije, održivi razvoj i primenu digitalnih tehnologija. Analiza ovih faktora je obavljena kroz opsežan pregled dosadašnjih naučnih istraživanja. Drugi korak u razvoju modela, podrazumevao je sintezu rezultata analize sva tri faktora. Na ovaj način, kreiran je sveobuhvatni model upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, koji kombinuje prednosti digitalnih tehnologija i savremenog menadžmenta.

Ključne reči: Digitalna transformacija, energetska sistem, sistem upravljanja energijom, energetska efikasnost, ne-rezidencijalne zgrade, strateški menadžment, energetska menadžment, organizaciona kultura, digitalne tehnologije, inovacije, model.

Digital Transformation of Energy Management Systems in Non-Residential Buildings

Abstract: Digital transformation and initiatives to reduce the effects of climate change shape the context of global development in the 21st century. Accordingly, energy management in non-residential buildings becomes a subject of digital transformation to enhance the potential for achieving energy savings while ensuring optimal comfort for building users. This monograph addresses the development of an energy management model in non-residential buildings, based on digital transformation. The first step in developing the model involved a detailed analysis of the factors influencing the process of digital transformation in the mentioned field. These factors are: 1) digital technologies for automating energy management in buildings, 2) organizational factors related to strategic management and energy management, and 3) organizational culture that supports innovation, sustainable development, and the application of digital technologies. The analysis of these factors was conducted through an extensive review of existing scientific research. The second step in developing the model involved synthesizing the results of the analysis of all three factors. In this way, a comprehensive energy management model for non-residential buildings was created, combining the advantages of digital technologies and modern management.

Keywords: Digital transformation, Energy system, Energy management system, Energy efficiency, Non-residential buildings, Strategic management, Energy Management, Organizational culture, Digital technologies, Innovation, Model.

RECENZIJE

Monografija pod nazivom „Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama“, autora dr Aleksandra Vučkovića, predstavlja naučni rad koji objedinjuje dve bitne oblasti u današnje vreme, a to su digitalna transformacija i energetska efikasnost. Naime, u ovom radu su kroz integrativni pregled literature analizirani ključni elementi digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u organizacijama i dat je prikaz modela upravljanja energijom, zasnovanog na digitalizaciji i organizacionoj transformaciji.

Monografija započinje opisom značaja teme u kontekstu aktuelnih trendova u svetu menadžmenta, kao što su digitalna transformacija, zelena tranzicija, inovacije, fokus na promenljive potrebe korisnika itd. Nakon toga, definisani su osnovni elementi koncepta digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Nastavak rada, posvećen je detaljnoj razradi ovih elemenata kroz analizu relevantne naučne literature. Na kraju, svi prikazani elementi su spojeni u jedinstveni model upravljanja energijom, koji nastoji da iskoristi prednosti automatizacije energetskog sistema i savremenog menadžmenta. Rezultati monografije ukazuju na sveobuhvatno prožimanje digitalizacije i organizacionih promena, kao ključnu karakteristiku digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama.

Digitalna transformacija se nalazi u fokusu mnogih organizacija koje kroz njenu primenu nastoje da ostvare dugoročnu i održivu konkurentsku prednost. Autor ove monografije nastoji da istraži mogućnosti primene digitalne transformacije u oblasti upravljanja energijom, koja je po mnogo čemu specifična. S tim u vezi, pristup digitalnoj transformaciji, opisan u monografiji, iskače iz šablona uobičajnih vidova digitalne transformacije i ukazuje na drugačije oblike njene primene. Rezultati monografije otvaraju prostor za znatno širu praktičnu primenu digitalne transformacije i u onim oblastima gde to do sada nije bio slučaj u dovoljnoj meri. S naučne tačke gledišta, rezultati monografije doprinose jasnijem i celovitijem sagledavanju uloge organizacionog restrukturiranja u procesu digitalne transformacije. Takođe, rad pruža i detaljan uvid u trenutna dostignuća digitalnih tehnologija u domenu upravljanja energijom.

Monografija je napisana u obliku integrativnog pregleda literature, uz korišćenje velikog broja naučnih radova iz različitih oblasti. Takođe, autor jasnom analizom i postupnim izlaganjem, navodi čitaoca ka smislenim zaključcima. Shodno tome, može se zaključiti da monografija ispunjava kriterijume naučnog rada u pogledu i suštine i forme.

Monografija „Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama“, autora dr Aleksandra Vučkovića, nedvosmisleno može imati značajan doprinos u razvoju nauke i prakse u domenu digitalne transformacije i upravljanja energijom u organizacijama. Stoga, predlažem da ova monografija bude objavljena.

Prof. dr Goran Pitić
redovni profesor FEFA fakulteta,
Univerziteta Metropolitan u Beogradu

Monografija dr Aleksandra Vučkovića pod nazivom „Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama“, pruža detaljan uvid u proces i ključne elemente digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u organizacijama. Autor jasno ukazuje na to da digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u organizaciji podrazumeva, kako primenu digitalnih tehnologija u cilju poboljšanja energetske efikasnosti, tako i suštinsku organizacionu transformaciju, koja treba da unapredi način upravljanja energijom, ali i organizacijom u celini.

Tema monografije je veoma aktuelna shodno brzom tehnološkom razvoju i globalnim naporima za ublažavanjem klimatskih promena. U monografiji su najpre opisani osnovni pojmovi u domenu upravljanja energijom u zgradama, kao i digitalne transformacije uopšte, da bi nakon toga bio ukratko opisan koncept digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Pomenuti koncept podrazumeva da digitalna transformacija treba da obuhvati automatizaciju energetskog sistema zgrade, transformaciju strateškog i energetskog menadžmenta i razvoj energetske kulture u organizaciji. Svaki od ovih elemenata je u nastavku rada detaljno opisan kroz opsežan pregled literature. Elementi su objedinjeni u vidu modela upravljanja energijom u organizaciji koji kombinuje primenu savremenih digitalnih tehnologija i visoku zrelost strateškog i energetskog menadžmenta, te razvoj organizacione kulture koja podstiče inovacije, primenu digitalnih tehnologija i racionalnu potrošnju energije.

U ovoj monografiji se ukazuje da digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama mora započeti prilagođavanjem upravljanja organizacijom, obzirom na to da organizacioni faktori predstavljaju osnovu automatizacije energetskog sistema. Kroz pregled brojnih istraživanja, prikazano je kako organizacioni faktori i organizaciona kultura pozitivno doprinose usvajanju mera energetske efikasnosti, kao i obezbeđivanju da se planirane energetske uštede ostvare. Takođe, pokazano je da se kroz izgradnju sistema strateškog i energetskog menadžmenta, kao i razvojem energetske kulture, obezbeđuje da poboljšavanje energetske efikasnosti u organizaciji bude stalan proces.

U monografiji je korišćen veliki broj izvora u vidu radova iz vodećih naučnih časopisa. Takođe, monografija je napisana stilom koji omogućava jednostavno praćenje celokupne analize i sagledavanje zaključaka. U ovom naučnom radu je opisana budućnost energetske efikasnosti u organizacijama. Primenom modela upravljanja energijom, prikazanim u radu, omogućava se postizanje maksimalne energetske efikasnosti uz optimalan komfor za korisnike zgrada i nulti ekološki otisak. S tim u vezi, ova monografija može poslužiti kao vodič organizacijama kako da u savremenim uslovima unaprede upravljanje energijom kroz digitalnu transformaciju. Takođe, ova monografija poseduje veliku naučnu širinu, obzirom na to da obuhvata oblasti razvoja savremenih tehnologija, kao i oblasti strateškog i energetskog menadžmenta i organizacione kulture. Shodno tome, rezultati ove monografije mogu poslužiti daljem istraživanju, kako specifičnih tehnoloških oblasti u domenu automatizacije energetskog sistema u zgradama, tako i organizacionih faktora koji predstavljaju osnovu za primenu mera energetske efikasnosti.

Uvažavajući rezultate istraživanja koji se mogu konkretno primeniti i time doprineti ostvarivanju raznovrsnih pozitivnih efekata za korisnike zgrada, preduzeća i društvo u celini, predlažem monografiju „Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama“, dr Aleksandra Vučkovića, za objavljivanje.

Prof. dr Marko Mihić
redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka,
Univerziteta u Beogradu

Monografija „Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama“, autora dr Aleksandra Vučkovića, sagledava najvažnije aspekte procesa digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u organizacijama i pruža originalni model upravljanja energijom, zasnovan na digitalnim tehnologijama i savremenim menadžment principima. Rezultati ove monografije ukazuju na podjednak značaj tehnologije i organizacionih determinanti za uspešno sprovođenje digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama.

Monografija uzima u obzir goruće svetske izazove poput klimatskih promena, energetske krize i sveprisutne digitalizacije i nastoji da kreira model digitalne transformacije sistema upravljanja energijom koji bi kompanijama, ali i društvu u celini doneli značajne koristi. Kroz obiman pregled literature, prikazani su značaj i karakteristike svakog od elemenata digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u zgradama, a potom je definisan i model koji objedinjuje sve elemente. U radu se ukazuje na to da digitalna transformacija u pomenutoj oblasti mora obuhvatiti automatizaciju energetskeg sistema zgrade, razvoj funkcionalnog i preglednog sistema strategijskog menadžmenta u organizaciji, uspostavljanje sistema upravljanja energijom u skladu sa zahtevima međunarodnog standarda ISO 50001 i izgradnju organizacione kulture koja je otvorena prema promenama, primeni digitalnih tehnologija i održivom razvoju. Takođe, ukazuje se i na redosled koraka u procesu digitalne transformacije, tj. da automatizaciji energetskeg sistema u zgradi treba da prethodi uspostavljanje strategijskog i energetskeg menadžmenta, usaglašenih sa odgovarajućom metodologijom i praksom.

Monografija je napisana jasno i razumljivo, a u svrhu pregleda literature, korišćeni su relevantni izvori, koji opisuju savremena dostignuća u oblastima tehnologije i menadžmenta. Na kraju rada su prikazani zaključci koji logično proizilaze iz prethodno prikazane analize.

Ova monografija pruža metodologiju kojom organizacije mogu transformisati upravljanje, tako da postane sistematičnije i organizovanije, vodeći ka poboljšanoj energetskej efikasnosti i efektivnom korišćenju digitalnih tehnologija. Na ovaj način, kompanije mogu ostvariti značajne finansijske uštede i unaprediti svoju konkurentnost. Drugim rečima, monografija može pomoći kompanijama da se prilagode savremenom poslovnom okruženju i uspešno integrišu digitalnu transformaciju i upravljanje energijom u svoje poslovanje. Kada je reč o doprinosu razvoju nauke, ova monografija ukazuje na to kako su energetska efikasnost i strategijski menadžment tesno povezani u današnjoj ekonomiji. Samim tim, rezultatima monografije, postavlja se osnova za dalje istraživanje ove povezanosti, koja sve više dobija na značaju.

Shodno naučnom i praktičnom doprinosu koji može pružiti, predlažem da se monografija „Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama“, autora dr Aleksandra Vučkovića, objavi.

Prof. dr Dejan Petrović
redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka,
Univerziteta u Beogradu

SADRŽAJ

UVOD	1
<i>Problem istraživanja</i>	1
<i>Cilj i predmet istraživanja</i>	4
<i>Metodologija istraživanja</i>	5
<i>Očekivani doprinos istraživanja</i>	5
1. KONCEPT DIGITALNE TRANSFORMACIJE SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA	6
1.1 Upravljanje energijom u zgradama	6
1.2 Digitalna transformacija	9
1.3 Elementi digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama	11
2. POJAM I ZNAČAJ AUTOMATIZACIJE SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA	13
2.1 “Pametne” zgrade i automatizacija upravljanja energijom u zgradama	13
2.2 Pregled i analiza eksperimenata u domenu automatizacije upravljanja energijom u zgradama	14
2.3 Pregled primene savremenih tehnologija u upravljanju energijom u zgradama	21
2.3.1 Internet “stvari”	21
2.3.2 Proširena stvarnost	23
2.3.3 Računarstvo “u oblaku”	23
2.3.4 Računarstvo “na ivici”	24
2.3.5 Koncept Velikih podataka	25
2.3.6 Veštačka inteligencija	26
2.3.7 Blokčejn	27
2.4 Diskusija o sistemu automatizacije upravljanju energijom u zgradama	28
3. UTICAJ ORGANIZACIONIH FAKTORA NA PRIMENU MERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA	31
3.1. Karakteristike savremenog strateškog menadžmenta	31
3.1.1 Razvoj tehnologije i digitalna transformacija	32
3.1.2 Fokus na korisnicima	32
3.1.3 Usaglašenost poslovanja sa principima održivog razvoja	33
3.1.4 Fleksibilnost i inovativnost	34
3.2 Pojam i faktori organizacionih inovacija	34
3.3 Pregled rezultata istraživanja uticaja organizacionih faktora na primenu mera energetske efikasnosti	36
3.4 Faktori strateškog i energetske menadžmenta koji utiču na primenu mera energetske efikasnosti u organizaciji	42
3.4.2 Faktori strateškog menadžmenta	44
3.4.3 Faktori energetske menadžmenta	46
4. ULOGA ORGANIZACIONE KULTURE U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA	49
4.1 Organizaciona kultura i inovacije	49
4.2 Digitalna kultura	50
4.3 Zelena kultura	51
4.4 Energetska kultura	51
4.5 Faktori stvaranja uspešne energetske kulture	54
4.5.1 Transformaciono liderstvo	54
4.5.2 Uverenja, stavovi i ponašanje zaposlenih u vezi inovacija	55
4.5.3 Motivacija zaposlenih za rad	55
4.6 Efekti uspešne energetske kulture	56
4.6.1 Pozitivan uticaj na donošenje odluka o primeni automatizacije sistema upravljanja energijom	56
4.6.2 Pozitivan uticaj na korisnike zgrade u pogledu racionalne potrošnje energije	56
4.6.3 Eliminisanje “rebound effect”-a nakon primene mera energetske efikasnosti	57
4.6.4 Pozitivan uticaj na spoljno okruženje	58
5. MODEL DIGITALNE TRANSFORMACIJE UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA	60
ZAKLJUČAK	67
LITERATURA	70

UVOD

Problem istraživanja

Sa porastom potrošnje energije usled rasta populacije, urbanizacije i tehnološkog napretka, pritisak na prirodne resurse i životnu sredinu nikada nije bio veći. Klimatske promene, izazvane prekomernim sagorevanjem fosilnih goriva, predstavljaju ozbiljnu pretnju ekosistemima i ljudima širom sveta. Većina naučnika je saglasna da povećanje emisije gasova sa efektom „staklene bašte“ doprinosi globalnom zagrevanju, što dovodi do ekstremnih vremenskih prilika, porasta nivoa mora i značajnih poremećaja u poljoprivredi i vodosnabdevanju. Pored toga, iscrpljivanje neobnovljivih izvora energije i rastući troškovi energije ističu hitnu potrebu za pronalaženjem održivih rešenja. Ipak, potpuna zamena neobnovljive energije obnovljivom, za mnoge zemlje predstavlja svojevrsan izazov. Naime, zemlje u razvoju se suočavaju sa problemom pristupa održivoj energiji, zbog njenih visokih troškova i tehnološke složenosti energetske infrastrukture. Takođe, politička i ekonomska nestabilnost u nekim od ovih zemalja dodatno otežava prelazak na korišćenje energije iz obnovljivih izvora. Ovi kompleksni izazovi u prvi plan stavljaju poboljšanje energetske efikasnosti u svim oblastima života i rada, kao načina da se jednostavnije i uz niže troškove doprinese održivom razvoju. Svakako, i u ovom domenu su neophodna inovativna rešenja i sistematično upravljanje, kako bi se energetske, ekološke i ekonomski potencijali iskoristili u punoj meri (Vučković, 2013; Mihić et al., 2014).

U svetlu navedenih globalnih izazova, neophodno je pronaći mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti u svim oblastima ljudskog delovanja. Oblast gde se energetska efikasnost može značajno poboljšati je upravljanje zgradama u kojima ljudi borave i rade. U zgradama u svetu je tokom 2022. godine potrošeno 132,1 EJ energije. Funkcionisanje zgrada ima udeo od 30% u ukupnoj potrošnji finalne energije u svetu, dok je ovaj sektor odgovoran i za 26% globalnih emisija ugljen-dioksida. Direktna emisija ugljen-dioksida koje nastaju funkcionisanjem zgrada su u 2022. godini iznosile 3 milijarde tona. U pitanju su emisije koje nastaju neposredno u zgradama i tipičan primer toga je emisija usled sagorevanja fosilnih goriva u kotlovima za grejanje. S druge strane, indirekta emisija ugljen-dioksida u 2022. godini u sektoru zgrada, iznosila je skoro 6.8 milijardi tona (IEA, 2024). Tokom protekle decenije, potrošnja energije u zgradama, beležila je prosečan godišnji rast od nešto više od 1%. Električna energija, činila je oko 35% ukupne potrošnje energije u zgradama u 2022. godini, što je povećanje u odnosu na 30% u 2010. godini. Uprkos postepenom prelasku sa fosilnih goriva na druge izvore energije – posebno električnu energiju i obnovljive izvore – korišćenje fosilnih goriva u zgradama se povećavalo od 2010. godine po prosečnoj godišnjoj stopi od 0,5% (IEA, 2024).

Scenario neto nulte emisije podrazumeva potpuni prelazak na korišćenje energije iz obnovljivih izvora do 2050. godine. Po ovom scenariju, potrebno je da se potrošnja energije u zgradama smanji za oko 25% do 2030. godine. Takođe, do iste godine, potrebno je smanjiti korišćenje fosilnih goriva u zgradama za više od 40% (IEA, 2024).

U odsustvu bilo kakvih akcija, očekuje se da će potrošnja energije porasti za 50% do 2050. godine, što će ograničiti postizanje Ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih nacija. Rešenja zasnovana na obnovljivim izvorima energije i mere energetske efikasnosti, zajedno mogu potencijalno ostvariti 90% smanjenja emisija ugljen-dioksida povezanih sa potrošnjom energije do 2050. godine (UN, 2021). Ciljevi održivog razvoja Ujedinjenih nacija, kojima poboljšanje energetske efikasnosti u zgradama može doprineti su (UN, 2024):

- Cilj 7.3: Do 2030. godine udvostručiti globalnu stopu poboljšanja energetske efikasnosti.
- Cilj 8.4: Do 2030. godine progresivno unaprediti globalnu efikasnost resursa u potrošnji i proizvodnji i uložiti napore da se ekonomski rast razdvoji od degradacije životne sredine.
- Cilj 9.4: Do 2030. godine unaprediti infrastrukturu i prilagoditi privredne grane kako bi postale održive, uz veću efikasnost u korišćenju resursa i većim usvajanjem čistih i ekološki ispravnih tehnologija i industrijskih procesa, pri čemu će sve zemlje preduzeti aktivnosti u skladu sa svojim odgovarajućim kapacitetima.
- Cilj 11.6: Do 2030. godine smanjiti negativan uticaj gradova na životnu sredinu meren po glavi stanovnika, sa posebnom pažnjom na kvalitet vazduha i upravljanje otpadom na opštinskom i drugim nivoima.
- Cilj 11.c: Podržati najmanje razvijene zemlje, između ostalog i kroz finansijsku i tehničku pomoć, u izgradnji održivih i otpornih zgrada uz korišćenje lokalnih materijala.
- Cilj 12.2: Do 2030. godine postići održivo upravljanje i efikasno korišćenje prirodnih resursa.
- Cilj 13.2: Integrisati mere vezane za klimatske promene u nacionalne politike, strategije i planiranje.

Najveće ekonomije sveta povećavaju zahteve za energetske efikasnost, kako za nove tako i za postojeće zgrade, putem politika i industrijskih standarda. Neke od mera koje preduzimaju u tom smeru su (IEA, 2024):

- U Kini, Ministarstvo stanovanja i urbanog-ruralnog razvoja je u aprilu 2022. godine implementiralo Opšti kodeks za energetske efikasnost zgrada i korišćenje obnovljivih izvora energije, koji zahteva da sve nove, proširene ili renovirane zgrade budu dizajnirane sa ciljem ispunjenja zahteva za energetske efikasnost.
- Japan je 2022. godine revidirao propise o zgradama kako bi do 2030. godine sve nove zgrade bile energetske efikasne i same proizvodile obnovljivu energiju, dok bi do 2050. godine ovim propisima bile obuhvaćene i sve postojeće zgrade.
- Revizija Direktive o energetske performansi zgrada (EPBD) Evropske unije iz 2023. godine, podržava cilj postizanja klimatske neutralnosti u sektoru zgrada do 2050. godine, zahtevajući nulte emisije za sve nove javne zgrade od 2026. godine i sve nove zgrade od 2028. godine i postepeno pooštavanje standarda za postojeće zgrade.
- U Sjedinjenim Američkim Državama (SAD), Američko društvo za grejanje, ventilaciju i klimatizaciju (ASHRAE), objavilo je 2023. godine standarde za funkcionisanje zgrada koje same proizvode energiju i ostvaruju nultu neto emisiju ugljen-dioksida (IEA, 2024).

Globalne investicije u energetske efikasnost u zgradama beleže rast dugi niz godina unazad i u 2022. godini su dostigle 250 milijardi američkih dolara (USD). Prema scenariju neto nulte emisije, potreban je rast od 11% godišnje do 2030. godine (IEA, 2024). Rast investicija u prethodnim godinama je rezultat:

- veće orijentacije evropskih zemalja ka energetske efikasnosti usled poteškoća u snabdevanju energetima izazvanih rusko-ukrajinskim sukobom;
- anti-inflatornim merama, koje se preduzimaju u SAD-u;
- porastu sektora građevinarstva na velikim tržištima poput SAD-a, Nemačke i Italije.

Ipak, geo-politički faktori u 2023. i 2024. godini nagoveštavaju usporavanje ovog trenda. Kao glavni faktori, ističu se:

- visoka stopa inflacije i stroge monetarne politike;
- smanjenje investicija u građevinarstvo u Kini;
- neizvesnost u pogledu završetka rusko-ukrajinskog sukoba.

Danas, upravljanje energijom ima veći značaj za kompanije nego ikada ranije zbog globalnih političkih, ekoloških i ekonomskih kriza. Izazovi sa kojima se kompanije suočavaju u domenu upravljanja energijom obuhvataju visoke cene energije, nesigurno snabdevanje energijom i zahteve za preduzimanje mera zarad ublažavanja klimatskih promena (Economist Intelligence, 2023). Visoki troškovi snabdevanja energijom povećavaju ukupne poslovne troškove, što negativno utiče na konkurentnost kompanija. Takođe, prekidi u snabdevanju energijom izazvani spoljnim faktorima, kao što su političke krize ili vremenske nepogode, mogu kratkoročno, ali i dugoročno ugroziti poslovanje kompanija. Zahtevi država, nadnacionalnih institucija, partnerskih organizacija, kao i samih korisnika u pogledu smanjenja emisija ugljen-dioksida, nameću potrebu kompanijama da unaprede svoju energetske efikasnost, kako bi opstale na tržištu. Stoga, poboljšanje energetske efikasnosti može pozitivno doprineti poslovanju kompanija, kako u pogledu njenih finansijskih performansi, tako i u pogledu njene dugoročne konkurentnosti (Mihic et al., 2012; Di Foggia, 2021).

Još jedan bitan trend koji snažno utiče na kompanije je digitalna transformacija. Organizacije širom sveta i u svim branšama, aktivno sprovode digitalnu transformaciju u nastojanju da unaprede svoje proizvode, procese, poslovne modele i korisničko iskustvo. Veličina globalnog tržišta digitalne transformacije, iznosila je 695,5 milijardi USD u 2023. i predviđa se da će dostići 3,2 biliona USD do 2030. godine (IDC, 2023; MarketsandMarkets, 2023). Organizacije u sve većoj meri prepoznaju mogućnost da primenom digitalne transformacije unaprede sistem za upravljanje energijom u svojim zgradama. Ne-rezidencijalne zgrade u svetu doprinose stvaranju 2,74% direktnih i 7,38% indirektnih emisija ugljen-dioksida na globalnom nivou. Takođe, ove zgrade imaju udeo od 8,76% u globalnoj potrošnji finalne energije (IEA, 2024). Predviđanja su da je kroz primenu digitalnih tehnologija moguće u ne-rezidencijalnim zgradama u svetu uštedeti 39,5 PWh struje do 2040 godine (IEA, 2017). S tim u vezi, u svetu je iz godine u godinu primetan porast ulaganja u digitalne tehnologije za upravljanje energijom u zgradama. Najveći iznos, 20,2 milijarde USD, je 2022. godine uloženo u nabavku i postavljanje „pametnih“ merača potrošnje energije, dok je u automatizaciju sistema upravljanja energijom uloženo nešto više od 11 milijardi USD (IEA, 2024a).

Tokom protekle dve decenije, napredak u razvoju i primeni tehnologije, stvorio je mogućnost za značajno poboljšanje energetske efikasnosti u stambenim, javnim i komercijalnim zgradama, kao i u industrijskim procesima. Međutim, ove tehnologije nisu u dovoljnoj meri usvojene od strane potrošača i organizacija, iako je moguće ostvariti brojne koristi. Ovaj fenomen se naziva "energetski paradoks" ili "jaz energetske efikasnosti" (Jaffe & Stavins, 1994; Gerarden et al., 2017). Jaz energetske efikasnosti se definiše kao razlika između maksimalnog potencijala za ostvarivanje energetske efikasnosti i stvarnog postignutog nivoa energetske efikasnosti (Allcott & Greenstone, 2012; Gillingham & Palmer, 2013). Kao razlozi za postojanje jaza energetske efikasnosti, navode se tržišne i organizacione prepreke. Brojna istraživanja su pokazala da je prevazilaženje organizacionih (unutrašnjih) barijera ključno za poboljšanje energetske efikasnosti u organizacijama (Backlund et al., 2012a). Kao organizacione barijere, najčešće se spominju nesigurnost u vezi novih tehnologija, kao i mogućih ušteda energije, odsustvo sistematičnosti u upravljanju energijom i averzija prema promenama uopšte (Jaffe & Stavins, 1994; Gillingham & Palmer, 2013; Häckel et al., 2017). S tim u vezi, poboljšanje energetske efikasnosti u današnje vreme je ne samo tehnološko, već i organizaciono pitanje.

Organizacije, kao i svet u celini, suočavaju se sa brojnim posledicama prekomerne potrošnje energije. Svake godine se izdvajaju ogromna finansijska sredstva kako bi se stanje u ovoj oblasti unapredilo. Ipak, nivo energetske uštede se mora dodatno povećati zarad ostvarivanja globalnih ciljeva održivog razvoja. Istraživanja ukazuju na veliki potencijal digitalne transformacije u domenu poboljšanja upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Da bi se pomenuti potencijal u potpunosti i ostvario, neophodno je temeljno sagledati sve faktore koji utiču na ovaj proces i shodno tome unaprediti sistem upravljanja energijom.

Cilj i predmet istraživanja

Cilj istraživanja prikazanog u ovoj monografiji je razvoj modela upravljanja energetskim sistemom u ne-rezidencijalnim zgradama koji integriše digitalne tehnologije, savremene principe strategijskog menadžmenta i organizacionu kulturu usmerenu ka energetske efikasnosti. Predmet istraživanja je analiza tri ključna elementa digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama i potom njihova sinteza u jedinstveni model upravljanja energijom. Prvi element je primena digitalnih tehnologija u cilju automatizacije upravljanja energijom u zgradama. Drugi element, tiče se organizacionih faktora koji omogućavaju primenu mera energetske efikasnosti u organizaciji, kao i uopšteno razvoj i primenu digitalnih inovacija. Treći element obuhvata razvoj organizacione kulture čiji važni delovi su usmerenost korisnika zgrade ka racionalnoj potrošnji energije i prihvatanje digitalnih tehnologija. Razvoj pomenutog modela upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama počiva na opsežnom pregledu literature i holističkom pristupu sagledavanju digitalne transformacije u posmatranoj oblasti.

Prvo poglavlje rada predstavlja analizu ključnih pojmova, koji se tiču upravljanja energijom u zgradama i digitalne transformacije. Ovo poglavlje pruža konceptualni okvir za detaljniju analizu modela digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Drugo poglavlje se tiče analize razvoja digitalnih tehnologija u domenu poboljšanja energetske efikasnosti u ne-rezidencijalnim zgradama. U okviru poglavlja, dat je pregled rezultata eksperimenata, koji su imali za cilj da izmere energetske uštede koje se ostvaruju primenom digitalnih tehnologija za upravljanje energetskim sistemom u zgradama. Takođe, objašnjeni su i trendovi u razvoju digitalnih tehnologija, koje imaju ključni značaj za razvoj „pametnih“ sistema upravljanja energijom u zgradama. U trećem poglavlju, prikazana je analiza uticaja organizacionih faktora na upravljanje energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Na osnovu pregleda rezultata brojnih istraživanja, analizirani su faktori koji se tiču, kako strategijskog, tako i energetske menadžmenta. Četvrto poglavlje je posvećeno analizi uticaja organizacione kulture na upravljanje energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Analizirani su faktori koji utiču na stvaranje tzv. energetske kulture u savremenim organizacijama, kao i efekti koje ova kultura ima na poboljšanje energetske efikasnosti. Peto poglavlje objedinjuje sva prethodno iznesena saznanja o tehnološkim i organizacionim faktorima upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. U okviru poglavlja, prikazan je jedinstveni model upravljanja energetskim sistemom, koji integriše digitalne tehnologije, principe strategijskog i energetske menadžmenta, kao i energetske kulturu. Na kraju, u zaključku je dat kritički osvrt na kreirani model upravljanja energetskim sistemom u ne-rezidencijalnim zgradama, kao i preporuke za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

Metodologija istraživanja

Istraživanje prikazano u ovoj monografiji je kvalitativnog tipa i zasniva se na integrativnom pregledu literature. Analizirani su svi elementi od značaja za digitalnu transformaciju sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Sintezom rezultata analize svakog od elemenata, kreiran je jedinstveni model upravljanja energetskim sistemom u ne-rezidencijalnim zgradama, koji je zasnovan na digitalnoj transformaciji.

U monografiji je korišćeno preko 230 jedinica literature, mahom naučnih radova, pronađenih pomoću pretraživača Google Scholar. Literaturom su obuhvaćeni originalni istraživački radovi sa kvantitativnim rezultatima, kao i pregledni radovi kojima se pruža dublji uvid u određenu tematiku. Izbor literature je obavljen na osnovu više kriterijuma:

- relevantnost teme rada, tj. njena jasna povezanost sa predmetom ove monografije;
- korišćenje naučno priznate metodologije i pouzdanost rezultata istraživanja;
- što veća citiranost rada;
- kvalitet časopisa u kojem je rad objavljen, tj njegova indeksiranost u vodećim bazama naučnih časopisa;
- što skoriji datum objavljivanja rada.

Na ovaj način, sagledana su savremena teorijska i praktična dostignuća u predmetnoj oblasti i izvučeni adekvatni zaključci.

Očekivani doprinos istraživanja

U praktičnom smislu, rezultati istraživanja prikazanog u ovoj monografiji, mogu pomoći rukovodiocima organizacija i korisnicima ne-rezidencijalnih zgrada da uspostave optimalni sistem upravljanja energijom u zgradama kombinujući digitalne tehnologije i savremene principe menadžmenta. Na ovaj način, organizacije mogu sveobuhvatno pristupiti procesu digitalne transformacije energetskog sistema u zgradi, primenjujući digitalne tehnologije, ali i transformišući svoje sisteme menadžmenta. Kao rezultat toga, organizacije mogu ostvariti veće energetske uštede, kao i učiniti upravljanje energetskim sistemom jednostavnim, pouzdanim i predvidim. Primena ovog modela bi trebalo takođe da unapredi komfor korisnika zgrada kroz veće prilagođavanje njihovim potrebama i karakteristikama.

U naučnom smislu, ovo je prvi rad koji celovito obuhvata faktore digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, pri tom, uključujući tehnološke i organizacione faktore. Rezultati ovog istraživanja mogu pomoći daljem razvoju energetske efikasnosti u zgradama, kao i razvoju digitalne transformacije u drugim oblastima.

1. KONCEPT DIGITALNE TRANSFORMACIJE SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA

1.1 Upravljanje energijom u zgradama

Strategijsko upravljanje u organizacijama je doživelo značajne promene u 21. veku pod uticajem razvoja tehnologije, hiperkonkurencije, promenjenih zahteva potrošača i globalnih inicijativa za zaštitu životne sredine. Ovi savremeni trendovi podstiču organizacije da razviju nove poslovne modele koji omogućavaju blagovremene i, po mogućstvu, proaktivne odgovore na spoljne izazove (Schwab, 2016). U tom kontekstu, organizacije moraju da redefinišu svoje sisteme upravljanja kako bi bile orijentisane ka potrebama korisnika, ali i kontinuirano inovirale svoje proizvode i poboljšavale efikasnost uz istovremenu brigu o društvenoj zajednici i životnoj sredini. Korišćenje energije ima važnu ulogu u stvaranju i održavanju konkurentnosti kompanija, pa odatle i integrisanje upravljanja energijom u strategijsko upravljanje postaje neophodnost (Abdelaziz et al., 2011).

Zgrade su integralni deo društva. Za funkcionisanje zgrada, potrebni su brojni resursi, kao što su energenti za grejanje/hlađenje, struja za osvetljenje i rad uređaja, voda za piće i pranje itd. Potrošnja ovih resursa kao posledicu ima značajan ekološki otisak u vidu direktnih i indirektnih emisija ugljen-dioksida, kao i otpada. Kako zgrade postaju veće, kompleksnije i multifunkcionalne, tako i njihove potrebe za resursima i ekološki otisak postaju veći (Wen & Mishra, 2018). Interesovanje ljudi za obezbeđivanjem optimalnog komfora u zgradama u kojima borave i rade, prisutno je još od praistorije. Takođe, sa porastom značaja troškova energije, kao i zagađenja životne sredine, rastao je i interes za energetske efikasnosti zgrada. Počeci upravljanja energijom u zgradama, zabeleženi su još 5.500 godine pre nove ere i ticali su se metoda gradnje kuća tako da se obezbedi stabilna unutrašnja temperatura tokom godine. Od tada do danas, metode gradnje objekata, kao i primena tehničkih mera za poboljšanje energetske efikasnosti, prešle su dug put u svom razvoju. Sedamdesetih godina je razvijen koncept "zelenih kuća", koji je kroz razvoj drugih koncepata kasnije unapređivan i nadograđivan. Svim pomenutim konceptima je zajednička težnja ka minimalnoj potrošnji energije uz ostvarivanje optimalnog komfora za korisnike, kao i samostalna proizvodnja sve potrebne energije uz korišćenje obnovljivih izvora (Ionescu et al., 2015).

Ne-rezidencijalne zgrade su sve zgrade koje nisu namenjene za stanovanje ljudi. Ove zgrade u Evropi se mogu razvrstati u sledeće kategorije: veleprodaja i maloprodaja (28%), kancelarije (23%), obrazovne ustanove (17%), hoteli i restorani (11%), bolnice (7%), sportski objekti (4%) i ostalo (11%) (D'agostino et al. 2017). Količina i oblasti potrošnje energije u ne-rezidencijalnim zgradama zavise od brojnih faktora zgrada, kao što su njihova funkcija, namena, dizajn, tip gradnje, površina, lokacija, zauzetost tokom dana, tip korisnika, itd. Ipak, postoji nekoliko zajedničkih karakteristika ne-rezidencijalnih zgrada kada je potrošnja energije u pitanju. Balaras et al. (2017) su ustanovili da je potrošnja energije po kvadratnom metru u ne-rezidencijalnim zgradama u Evropi za oko 40% veća u odnosu na potrošnju u rezidencijalnim zgradama. Takođe, utvrdili su da se u ne-rezidencijalnim zgradama u Evropi i SAD-u, energija ubedljivo najviše troši za grejanje prostora, nakon čega slede oblasti osvetljenja, zagrevanja vode, hlađenja prostora i rada uređaja.

Prema Harris (2016, str. 3), upravljanje energijom nastoji da identifikuje one procese u organizaciji, gde se energija rasipa i potom, pronade rešenja koja će eliminisati rasipanje na ekonomski isplativ način. Ova definicija usko posmatra upravljanje energijom stavljajući ga u funkciju isključivo racionalne potrošnje energije u organizaciji i sprovođenja poboljšanja kako

bi se sprečila suvišna potrošnja. Ipak, postoje i autori koji šire definišu upravljanje energijom, stavljajući ga u kontekst ostvarivanja koristi za organizacije i pojedince. S tim u vezi, prema Capehart et al. (2006, str. 1), upravljanje energijom u organizaciji podrazumeva efikasnu i efektivnu upotrebu energije kako bi se troškovi poslovanja sveli na najmanju moguću meru i poboljšala konkurentna pozicija. Ova definicija u prvi plan ističe tržišni kontekst, odnosno potrebu organizacija da obezbede dugoročnu konkurentsku prednost kroz smanjenje svojih troškova. Takođe, Abdelaziz et al. (2011) ističu da upravljanje energijom predstavlja donošenje i primenu odluka kojima se obezbeđuje zadovoljavanje potreba korisnika za energijom. Ovom definicijom se stavlja akcenat na potrebe korisnika, tj. na činjenicu da su one različite, pa da je neophodno zadovoljiti ih na način kako korisnicima odgovara. U cilju što boljeg razumevanja koncepta upravljanja energijom, neophodno je uzeti u obzir i definiciju koju daju Ratlamwala & Dincer (2018) i prema kojima upravljanje energijom predstavlja spoj tehnologije i menadžmenta zarad poboljšanja efikasnosti upotrebe energije. Autori ovom definicijom ukazuju da upravljanje energijom obuhvata organizacionu i tehnološku komponentu, te da ostvarivanje ciljeva upravljanja energijom zahteva primenu i organizacionih i tehnoloških mera.

Ciljevi upravljanja energijom u organizaciji uključuju:

- poboljšanje energetske efikasnosti i smanjenje potrošnje energije, čime se smanjuju ukupni troškovi poslovanja;
- smanjenje emisija gasova “staklene bašte”;
- povećana otpornost na restrikcije ili bilo kakve poremećaje u snabdevanju energijom (Capehart et al., 2006; Abdelaziz et al., 2011; Islam & Hasanuzzaman, 2020);

Energetski sistem zgrade obuhvata kompletan skup tehničkih komponenti i procesa koji generišu, distribuiraju i troše energiju unutar zgrade (Pfenninger et al., 2014; Harish & Kumar, 2016; Farrokhifar et al., 2020). Ovaj sistem uključuje sisteme grejanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC), električne uređaje i instalacije, osvetljenje, sistem za proizvodnju obnovljive energije (kao što su solarni paneli) i drugu opremu koja direktno koristi energiju (Harish & Kumar, 2016; Holden et al., 2021). Primarna funkcija energetskog sistema je da obezbedi snabdevanje energijom za korisnike zgrade, pri tom zadovoljavajući njihove potrebe za grejanjem, hlađenjem, provetranjem, osvetljenjem i napajanjem uređaja i opreme (Harish & Kumar; Nematchoua et al., 2019). Sistem za upravljanje energijom u zgradi je skup alata, procesa i tehnologija koji se koriste za analizu, planiranje, praćenje, kontrolu i optimizaciju potrošnje energije u zgradi i poboljšanje ukupne energetske efikasnosti (Doukas et al., 2007; Hannan et al., 2018). Cilj sistema upravljanja energijom je zadovoljenje potreba korisnika zgrada za energijom i komforom, kao i minimizacija troškova energije (Hurtado et al., 2013; Jamil & Mittal, 2017). Prema Međunarodnoj organizaciji za standardizaciju, sistem upravljanja energijom podrazumeva razvoj i implementaciju energetske politike, postavljanje ciljeva za korišćenje energije, kreiranje akcionih planova kako bi se ti ciljevi ostvarili, definisanje načina za praćenje njihovog ostvarivanja i, kada je potrebno, preduzimanje mera da se ostvareni rezultati usklade sa planiranim ciljevima (ISO, 2018). S tim u vezi, sistem upravljanja energijom u zgradi može uključivati implementaciju novih energetski efikasnih tehnologija, smanjenje rasipanja energije ili poboljšanje poslovnih procesa, kako bi se smanjili troškovi energije (Doukas et al., 2007; Jamil & Mittal, 2017; ISO, 2018). Kroz sistem upravljanja energijom, funkcionisanje energetskog sistema u zgradama postaje pregledno, ponovljivo i predvidivo (Antunes et al., 2014). Može se zaključiti da se energetski sistem zgrade fokusira na fizičku infrastrukturu i komponente koje generišu i troše energiju, dok se sistem upravljanja energijom fokusira na analizu, planiranje, praćenje, kontrolu i optimizaciju korišćenja te energije, kako bi se zadovoljile potrebe korisnika, poboljšala efikasnost i smanjili troškovi.

Energetska efikasnost u zgradi predstavlja princip korišćenja energije, gde se kroz primenu odgovarajućih tehničkih i/ili građevinskih mera, kao i racionalnom potrošnjom, nastoji minimizovati korišćenje energije, uz istovremeno zadovoljenje potreba korisnika za energijom (Mihić et al., 2012; ISO, 2018; Gupta & Chakraborty, 2021). Mere za poboljšanje energetske efikasnosti u zgradama predstavljaju postupke, kojima se povećava stepen korisnog dejstva i smanjuju gubici u radu električnih uređaja i toplovodnih instalacija, a takođe i sprečava oticanje toplote u zgradama i povećava komfor za korisnike zgrada (Mihić et al., 2011; Nematchoua et al., 2019). Projekat energetske efikasnosti u zgradi se definiše kao složeni, neponovljivi poduhvat primene mera energetske efikasnosti na izabranoj zgradi, koji se realizuje u predviđenom vremenu i sa predviđenim troškovima, a u cilju ostvarenja ušteda energije uz iste ili bolje uslove boravka i rada za korisnike zgrade. Projekti energetske efikasnosti spadaju u grupu investicionih projekata. Za njih je karakteristično jednokratno ili ređe višekratno ulaganje sredstava na početku projekta i najčešće serija efekata tokom dugogodišnje eksploatacije projekta (Mihić et al., 2011). Prema Mihić et al. (2012; 2012a), Vučković et al. (2013) i Vučković (2018), osnovni razlozi za realizaciju projekata energetske efikasnosti u zgradama su:

- *Ekonomski razlozi poput visokih troškova za energiju, kao i visokih troškova tekućeg i investicionog održavanja*

Ekonomske koristi su za mnoge organizacije najznačajniji razlog realizacije projekata energetske efikasnosti. Koristi ove vrste su „opipljive“ i lako merljive. Primena mera energetske efikasnosti u zgradama je usmerena ka optimalnoj potrošnji toplotne i električne energije. Mere imaju za cilj zaustavljanje suvišnog oticanja energije i poboljšanje efikasnosti rada električnih uređaja i sistema za grejanje. Ekonomske koristi se u projektima ovog tipa ostvaruju u vidu novčane vrednosti ušteda u potrošnji energije. Još jedan bitan faktor koji utiče na visinu finansijskih ušteda su i cene energije na tržištu. Sa porastom cena energije, raste i zainteresovanost organizacija za primenom mera energetske efikasnosti, jer se time troškovi energije mogu zadržati na prihvatljivom nivou. Kada je reč o ekonomskim koristima, treba istaći i da se zastarevanjem tehničke opreme u okviru energetskog sistema povećava verovatnoća nastanka kvarova, a smanjuje se i stepen korisnog dejstva opreme. Drugim rečima, oprema troši više energije za istu količinu rada, a usled kvarova dolazi i do prekida u radu, što se negativno odražava na finansijske performanse organizacije.

- *Neadekvatan komfor za korisnike zgrade u vidu previsokih ili preniskih temperatura, prisustva vlage, lošeg osvetljenje i slično*

Realizacijom projekta energetske efikasnosti, ostvaruje se ušteda u potrošnji energije, ali se poboljšava i stanje ugodnosti za korisnike objekta obuhvaćenog projektom. Projekat energetske efikasnosti često ima za cilj postizanje optimalne sobne temperature, eliminisanje promaje i prokišnjavanja, kao i lakše upravljanje sistemom grejanja. Neadekvatni uslovi u objektu su često uzrok jednog broja zdravstvenih tegoba kod korisnika tog objekta. Niska temperatura, vlaga i promaja pogoduju razvoju infekcija disajnih puteva i upala zglobova i drugih unutrašnjih organa. Takođe, temperatura u radnim prostorijama ima značajan uticaj na produktivnost zaposlenih. Previsoka ili preniska radna temperatura uzrokuje porast grešaka u radu, sporiju realizaciju posla, učestale povrede i sl. Stoga, primena mera energetske efikasnosti može doprineti otklanjanju uzroka zdravstvenih problema, boljoj produktivnosti i poboljšanom osećaju ugodnosti.

- *Visok nivo emisije štetnih gasova i čvrstih čestica u atmosferu*

Problem globalnog zagrevanja postaje sve izraženiji u svetu. Samim tim, na međunarodnom nivou, kao i na nivou pojedinačnih zemalja, usvojeni su brojni propisi i standardi kojima se ograničava emisija gasova „staklene bašte“ od strane kompanija. Jedan od načina za smanjenja emisije štetnih gasova i čestica jeste i primena mera energetske efikasnosti u zgradama.

Naime, primenom mera energetske efikasnosti dolazi i do smanjenja potrošnje energije. Ukoliko ta energija potiče iz neobnovljivih („prljavih“) izvora, primenom mera energetske efikasnosti dolazi i do smanjenja zagađenja. Na ovaj način, organizacije bi mogle izbeći kazne koje proističu iz nepoštovanja propisa o energetske efikasnosti zgrada. Takođe, mogle bi da očuvaju ili unaprede svoj ugled, dokazujući svoju posvećenost zaštiti životne sredine.

Prema sredstvima potrebnim za njihovu realizaciju, mere energetske efikasnosti u ne-rezidencijalnim zgradama se mogu podeliti na:

- Mere za racionalnu potrošnju energije, zasnovane na motivisanju korisnika da odmereno koriste energiju. Ove mere ne zahtevaju finansijska sredstva, ali mogu doneti do 10% ušteda u potrošnji;
- Niskobudžetne mere energetske efikasnosti, koje uključuju primenu jednostavnih tehničkih rešenja, sa ciljem optimizacije funkcionisanja opreme i instalacija. Ove mere zahtevaju relativno mali iznos finansijskih ulaganja, a donose od 10% do 20% energetske ušteda;
- Visokobudžetne mere energetske efikasnosti koje podrazumevaju velike investicije u sveobuhvatnu rekonstrukciju zgrade, kao i modernizaciju njene opreme i instalacija. Primena ovih mera zahteva značajna finansijska ulaganja, ali u nekim slučajevima donosi uštedu energije i preko 50% (Vučković, 2018).

Izbor mera energetske efikasnosti koje će biti primenjene, zavisi od ekonomskih, ekoloških i društvenih koristi koje primena određenih mera donosi, kao i od raspoloživih finansijskih sredstava. Svakako, organizacije bi trebalo da teže maksimalnom iskorišćenju potencijala za poboljšanje energetske efikasnosti, što neretko podrazumeva primenu visokobudžetnih mera. Ipak, sa visokim troškovima ulaganja, raste i otpor ka primeni ovih mera. Stoga, preporuka je da organizacije svoj proces poboljšanja energetske efikasnosti započnu primenom mera racionalne potrošnje energije, koje ne zahtevaju finansijska ulaganja, a donose izvesne koristi (Vučković, 2018).

1.2 Digitalna transformacija

Druga decenija 21. veka, donela je sa sobom vrlo intenzivan tehnološki razvoj i široku primenu digitalnih tehnologija u različitim sferama života i rada. Mogućnosti koje digitalne tehnologije pružaju, suštinski menjaju način upravljanja sistemima. Aktuelni istorijski trenutak, Schwab (2016) naziva Četvrtom industrijskom revolucijom ili skraćeno Industrijom 4.0. Isti autor je opisuje kao integraciju fizičkih, digitalnih i bioloških sistema, koja doprinosi kreiranju radikalnih i sistemskih promena u pogledu načina života i rada pojedinaca, organizacija i celog društva (Schwab, 2016). Razvoj i primenu sajber-fizičkih sistema u različitim oblastima života i rada, kao glavnu odliku savremenog doba, u svojim istraživanjima pominju još i Lee et al. (2015), Colombo et al. (2017) i Xu et al. (2018). Sajber-fizički sistemi predstavljaju novu generaciju sistema sa integrisanim računarskim i fizičkim sposobnostima, koji mogu biti u interakciji sa ljudima na veliki broj novih načina (Rajkumar et al., 2010; Baheti & Gill, 2011). Kreiranje sajber-fizičkih sistema, u velikoj meri je omogućeno intenzivnim razvojem interneta i digitalnih tehnologija uopšte. Brojni menadžment sistemi prolaze kroz proces digitalne transformacije, ne bi li prilagodili svoj način rada mogućnostima i izazovima koje pruža razvoj digitalnih tehnologija. Na osnovu pregleda definicija, prikazanih u (Stark, 2020, p. 24), može se zaključiti da digitalna transformacija predstavlja proces integracije digitalnih tehnologija u sve oblasti poslovanja organizacije, čime dolazi do suštinske promene njenog celokupnog načina funkcionisanja.

Digitalna transformacija je pre svega organizaciono tj. strateškijsko, a ne tehnološko pitanje (Rogers, 2016, p. X), te se stoga od organizacije zahtevaju suštinske promene njenog načina rada. Te promene bi trebalo da karakterišu kratki periodi razvoja i inovacija, personalizacija na zahtev, fleksibilnost, decentralizacija upravljanja i resursna efikasnost (Lasi et al., 2014). Na osnovu opsežnog pregleda literature, Henriette et al. (2015) ukazuju da je digitalna transformacija usmerena ka poboljšanju korisničkog iskustva, unapređenju efikasnosti poslovnih procesa i kreiranju novih poslovnih modela. Prema (Trbovich et al., 2020), neki od aktuelnih trendova u pogledu razvoja digitalnih tehnologija, tiču se oblasti kao što su: Internet “stvari”, Blokčejn, Hiperautomatizacija, Računarstvo “na ivici”, Računarstvo “u oblaku”, Proširena i virtuelna stvarnost, Veštačka inteligencija, Kvantno računarstvo itd. Mnoge od ovih tehnologija pronalaze svoju aktivnu primenu i u oblasti upravljanja energijom.

Digitalnu transformaciju treba razlikovati od digitalizacije. Naime, digitalizacija predstavlja proces primene digitalnih tehnologija u svrhu unapređenja tradicionalnih načina života i rada. Digitalizacijom u poslovanju dolazi do promena u načina obavljanja određenih poslovnih procesa ili aktivnosti. Primenom digitalnih tehnologija (npr. “pametnih” uređaja ili softvera), pomenuti procesi i aktivnosti bivaju efikasniji, kao i lakši za upravljanje i praćenje (von Leipzig et al., 2017). S druge strane, digitalna transformacija je proces integracije digitalnih tehnologija u sve oblasti poslovanja ili rada organizacija, čime nastaju novi poslovni modeli, kao i poboljšanje efikasnosti procesa postojećih poslovnih modela, te stvaranje veće vrednosti za korisnike pomenutih organizacija. Digitalna transformacija se za razliku od digitalizacije, ne odnosi samo na primenu digitalnih tehnologija u poslovanju, već nužno podrazumeva i poslovnu transformaciju, kako bi organizacija bila fleksibilnija, otvorenija prema promenama, kao i usmerenija prema svojim korisnicima (Kane et al., 2015; Matt et al., 2015; von Leipzig et al., 2017; Kraus et al., 2021; Vial, 2021).

Prema Vial (2021), promene na tržištu, kao i u navikama i potrebama kupaca su ono što predstavlja okidač za digitalnu transformaciju. Kada su pomenute promene dovoljno velike, one zahtevaju strateškijski odgovor organizacije. Drugim rečima, organizacija mora prilagoditi svoje unutrašnje karakteristike zahtevima spoljnog okruženja kako bi opstala na tržištu. Razvoj i dostupnost digitalnih tehnologija, nameću se kao jedna od strateškijskih opcija koju organizacije mogu iskoristiti kako bi unapredile svoju konkurentnost. S tim u vezi, organizacije u sve većoj meri kao jedan od ključnih stubova svojih strategija imaju i digitalnu transformaciju. Povezano s tim, organizacije rade i na razvoju digitalnih strategija. Naime, digitalna strategija predstavlja skup odluka, kojima se definiše opšti smer upotrebe digitalnih tehnologija u organizaciji, kako bi se odgovorilo na izazove iz poslovnog okruženja, a zarad ostvarivanja dugoročnih organizacionih ciljeva (Matt et al., 2015; Vial, 2021). Primenom digitalnih tehnologija u svrhu organizacionih promena, organizacije nastoje da stvore nove ili unapređene proizvode, procese i poslovne modele. Da bi se to postiglo, neophodno je uporedo sprovesti i promene organizacione strukture i kulture, uloga i odgovornosti zaposlenih, te raditi na savladavanju inercije i otpora promenama. Očekivani ishodi digitalne transformacije su unapređena organizaciona efikasnost i efektivnost.

Digitalna transformacija, prema Matt et al. (2015) i Kraus et al. (2021), podrazumeva sledeće ključne dimenzije:

- Upotreba digitalnih tehnologija u cilju unapređena efikasnosti i efektivnosti kompanije, te povećanog zadovoljstva stejkholdera;
- Promene u stvaranju vrednosti, konkretno u vidu stvaranja novih proizvoda, poslovnih modela ili načina komunikacije sa korisnicima;
- Strukturne promene, koje podrazumevaju redefinisane poslovne procese, organizacione kulture, veština i strukture zaposlenih, kao i stvaranja agilne unutar-organizacione saradnje;
- Finansijski aspekti, koji uključuju finansijske koristi koje kompanija može ostvariti primenom digitalne transformacije, kao i finansijske resurse koje je neophodno obezbediti da bi se digitalna transformacija sprovela.

Na osnovu navedenog, može se uvideti da digitalna transformacija podrazumeva prethodno odgovarajuću pripremljenost organizacije u organizacionom, finansijskom i kulturološkom smislu. Drugim rečima, organizacije koje su otvorene prema promenama, sa jasno definisanim procesima i odgovornostima, koje uz to, raspolazu i potrebnim tehničkim i finansijskim resursima, u mogućnosti su da uspešno sprovedu digitalnu transformaciju. S tim u vezi, ovakve organizacije se u literaturi nazivaju digitalno zrele. Digitalna zrelost predstavlja meru, koja pokazuje koliko je određena organizacija pripremljena da prihvati i u punoj meri iskoristi digitalne tehnologije zarad ostvarivanja svojih poslovnih ciljeva. Kod digitalno zrelih organizacija, fokus je na sveobuhvatnoj transformaciji, saradnji i inovacijama (Kane et al., 2015; von Leipzig et al., 2017).

1.3 Elementi digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama

U prethodnom delu rada, istaknuto je da digitalna transformacija prvenstveno podrazumeva organizacionu transformaciju koja nastaje uz primenu digitalnih tehnologija. Samim tim, istraživanju digitalne transformacije u svakoj oblasti ljudskog delovanja mora biti pristupljeno podjednako i sa tehnološkog i organizacionog aspekta. Izuzetak nije ni digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama.

Upravljanje energijom u organizacijama ne bi trebalo da se svodi samo na primenu tehničkih mera energetske efikasnosti, već treba da obuhvata i brojne organizacione faktore. Dokaz za to je postojanje „jaza energetske efikasnosti“, odnosno nemogućnosti da se iskoristi pun potencijal energetske uštede u organizaciji, uprkos primeni mera energetske efikasnosti (Jaffe & Stavins, 1994; Gerarden et al., 2017). Dodatne dokaze o važnosti sveobuhvatnog upravljanja energijom su pružili i Van Gorp (2004), Backlund (2012) i Brunke et al. (2014), koji su u svojim istraživanjima utvrdili da se maksimalne energetske uštede mogu postići samo kombinacijom organizacionih i tehničkih mera. Gordić et al. (2010) ukazuju i na problem opadanja efekata tehničkih mera energetske efikasnosti tokom vremena, ukoliko one nisu podržane adekvatnim organizacionim sistemom. Kao bitne faktore organizacionog sistema koji podržava primenu mera energetske efikasnosti, Swords et al. (2008) i Abdelaziz et al. (2011) navode analizu energetske performansi, postavljanje ciljeva upravljanja energijom, stalno usavršavanje zaposlenih u domenu upravljanja energijom, redovno praćenje stanja energetske organizacionog sistema i preduzimanje korektivnih mera kada je potrebno. Kao još jedan bitan aspekt organizacionog sistema koji podržava primenu mera energetske efikasnosti, Rohdin & Thollander (2006) navode organizacionu kulturu. Naime, prema ovim autorima, svaki sistem upravljanja se suočava sa rizikom da postane neefikasan ukoliko nije podržan organizacionom kulturom zasnovanom na stalnim poboljšanjima (Rohdin & Thollander, 2006).

Na osnovu prikazanog, proističe da se upravljanje energijom u organizaciji sastoji od tri bitna elementa, a to su: 1) primena mera energetske efikasnosti (tehnologija), 2) organizacioni faktori koji se tiču upravljanja energijom, ali i organizacijom u celini i 3) organizaciona kultura. Samim tim, jasno je da digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama mora biti orijentisana upravo ka ove tri oblasti i sadržati sledeće elemente:

- Primena digitalnih tehnologija u cilju automatizacije sistema upravljanja energijom;
- Razvoj sistema upravljanja energijom koji uzima u obzir principe savremenog menadžmenta;
- Razvoj organizacione kulture koja podržava racionalnu potrošnju energije, prihvatanje digitalnih tehnologija i uvođenje inovacija.

U nastavku rada će svaki od navedenih elemenata biti detaljno objašnjen.

2. POJAM I ZNAČAJ AUTOMATIZACIJE SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA

2.1 “Pametne” zgrade i automatizacija upravljanja energijom u zgradama

“Pametna” zgrada je tip zgrade u kojoj su informacione i komunikacione tehnologije integrisane u sve njene funkcije kako bi se na proaktivan i automatizovan način zadovoljile potrebe korisnika uz minimalnu potrošnju energije i vode, kao i uz minimalan uticaj na životnu sredinu (Kubba, 2012; Clements-Croome, 2013; Buckman et al., 2014). Primena digitalnih tehnologija u svrhu upravljanja energijom u zgradama je prisutna u naučnim istraživanjima i praksi od sredine 90-ih godina prošlog veka (Huang et al., 2004). Ovim tehnologijama, prevashodno se težilo automatizaciji energetskog sistema u zgradama. Generalno gledano, sistemi automatizacije zgrada se odnose na sisteme kojima se pomoću hardvera (senzora, interne komunikacione mreže, kontrolera, itd.) i odgovarajućeg softvera (alati za obradu, analizu i skladištenje podataka, predviđanje budućih stanja i donošenje odluka) vrši potpuno ili delimično automatsko upravljanje uređajima i instalacijama u zgradi. Ovi sistemi imaju široku primenu u zgradama i njima se omogućava automatsko upravljanje, kako kućnim i radnim uređajima, tako i sistemima koji se tiču grejanja, hlađenja, provetravanja, osvetljenja, zagrevanja vode, proizvodnje energije, bezbednosti, itd. (Domingues et al., 2016).

Osnovu automatizacije energetskog sistema u zgradi, čini nekoliko procesa:

- 1) prikupljanje podataka o prisustvu, ponašanju i navikama korisnika zgrade pomoću senzora u realnom vremenu, ali i prikupljanje drugih podataka od značaja za upravljanje energijom u zgradi (spoljna i unutrašnja temperatura, vlažnost vazduha, količina sunčeve svetlosti, itd);
- 2) obrada prikupljenih podataka pomoću odgovarajućih softverskih alata i prepoznavanje šablona koji se tiču unutrašnjih i spoljnih faktora upravljanja zgradom;
- 3) softversko predviđanje budućih faktora koji utiču na upravljanje zgradom, a na osnovu prepoznatih šablona;
- 4) automatsko slanje uputstava o načinu rada koji uređaji i instalacije treba da primene;
- 5) uređaji i instalacije u zgradi prilagođavaju svoj rad na osnovu dobijenih uputstava (Ahmed et al., 2015; Chasta et al., 2016; Domingues et al., 2016; Ozadowicz & Grela, 2017).

Ovako definisanim sistemom, teži se smanjenju ljudskog učešća u upravljanju energetskim sistemom zgrade, tj. da upravljanje bude velikim delom pod kontrolom veštačke inteligencije. Ipak, u zavisnosti od preferencija korisnika u pogledu upravljanja, moguće je da upravljanje bude samo delimično automatizovano, odnosno da korisnici zadrže mogućnost samostalnog upravljanja uz pomoć upravljača, a na osnovu prikupljenih podataka. Primenom automatizovanih sistema za upravljanje energijom u zgradi, eliminiše se uticaj ljudskog faktora, tj. neracionalnog ponašanja ili grešaka koje mogu dovesti do potrošnje energije koja je veća od optimalne.

2.2 Pregled i analiza eksperimenata u domenu automatizacije upravljanja energijom u zgradama

Pregledom naučne literature, moguće je pronaći određen broj istraživanja koja potvrđuju da sistemi automatizacije zgrada doprinose značajnom smanjenju potrošnje energije. U tabelama 1-12, dat je opis eksperimenata, koji se tiču razvoja i testiranja sistema automatizacije upravljanja energijom u zgradama. Cilj ovog pregleda je ustanoviti efektivnost primenjenih tehnologija, tj. raspon potencijalnih energetske uštede. Reč je o eksperimentima koji su sprovedeni u realnim uslovima, tj. u zgradama ili prostorijama. Takođe, prilikom izbora naučnih radova, čiji rezultati su prikazani, vođeno je računa da su objavljeni u časopisu ili naučnom zborniku, koji podleže recenziji od strane naučnika-recenzenata, kao i da su objavljeni posle 2011. godine. Naime, nastojalo se da prikazani rezultati istraživanja budu relevantni, kao i da se tiču primene što savremenijih tehnoloških rešenja. Pretraga radova je obavljena putem veb-pretraživača Google Scholar kombinacijom pojmova “energy management”, “energy efficiency”, “energy reduction” sa pojmom “building automation system”.

Tabela 1. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Hartoyo et al., 2012

Autori	Hartoyo et al., 2012
Oblast automatizacije	Osvetljenje
Predmet istraživanja	Razvoj sistema osvetljenja, koji bi na osnovu prisustva korisnika u prostoriji, ali i količine dnevnog svetla, palio, gasio, pojačavao ili smanjivao osvetljenje, kako bi se u svakom trenutku održao standardni nivo osvetljenosti.
Opis istraživanja	Istraživanje je sprovedeno tako što je sistem za kontrolu osvetljenja testiran u učionici i mereni su ostvareni rezultati. Sistem se sastojao od senzora koji su detektovali prisustvo ljudi u prostoriji, kao i od senzora koji su merili stepen osvetljenosti u sobi, pa bi su skladu s tim, podaci bili slati mikrokontroleru, koji bi palio, gasio, pojačavao ili smanjivao svetlo onda kada je to potrebno. Takođe, uzeto je u obzir da sistem osvetljenja, bilo samostalno, bilo u kombinaciji sa dnevnim svetlom, mora u svakom trenutku pružiti zahtevani nivo osvetljenja.
Lokacija eksperimenta	Učionica
Rezultati	Primenom kontrolera za osvetljenje, ostvarene su uštede u potrošnji struje u iznosu od 23,9% u odnosu na sistem bez kontrolera.

Tabela 2. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli D'Oca et al., 2014

Autori	D'Oca et al., 2014
Oblast automatizacije	Praćenje potrošnje električne energije
Predmet istraživanja	Razvoj sistema za praćenje potrošnje električne energije u domaćinstvu primenom "pametnih" merača, koji imaju sposobnost praćenja raznovrsnih indikatora energetske performansi u realnom vremenu.
Opis istraživanja	Oprema za "pametno" praćenje potrošnje energije, koja je podrazumevala "pametne" merače, kao i prateću opremu, raspoređena je u 50 kuća, a podaci iz 31 se smatraju validnim. Eksperiment je trajao godinu dana.
Lokacija eksperimenta	Domaćinstva
Rezultati	Postojanje sistema za "pametno" praćenje potrošnje električne energije u posmatranim kućama, uticala je na porast svesti korisnika o potrošnji energije i promenu ponašanja, što je dovelo do prosečnog smanjenja potrošnje električne energije za 18% na nivou uzorka. 23 od 31 kuće iz uzorka su ostvarile energetske uštede, pri čemu je maksimalna ušteda ostvarena u nekoj od njih, 57%.

Tabela 3. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Erickson et al., 2014

Autori	Erickson et al., 2014
Oblast automatizacije	Grejanje, hlađenje i provetravanje
Predmet istraživanja	Razvoj sistema, kojim se prikupljaju podaci o prisustvu ljudi u prostoriji i potom vrši predviđanje popunjenosti prostorije i na osnovu toga automatsko podešavanje načina rada sistema za grejanje, hlađenje i provetravanje.
Opis istraživanja	Tri javne zgrade su najpre opremljene senzorima koji detektuju prisustvo ljudi i popunjenost prostorija. Tokom godinu dana, vršeno je prikupljanje podataka da bi, potom, na osnovu njih i uz pomoć softvera za simulaciju, bile kreirane i testirane različite strategije za optimizaciju sistema za grejanje, hlađenje i provetravanje.
Lokacija eksperimenta	Tri javne zgrade u Fresnu, Majamiju i Čikagu u Sjedinjenim Američkim Državama
Rezultati	Testiranjem sistema u tri javne zgrade, koje se nalaze u podnebljima sa različitim hidro-meteorološkim uslovima, ostvarene su prosečne uštede u potrošnji energije za grejanje, hlađenje i provetravanje od 42%.

Tabela 4. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Moreno et al., 2014

Autori	Moreno et al., 2014
Oblast automatizacije	Grejanje, hlađenje, provetravanje i osvetljenje
Predmet istraživanja	Razvoj platforme pod nazivom City explorer, koja najpre pomoću senzora prikuplja podatke o svakodnevnom ponašanju korisnika zgrade, kao i o spoljnim meteorološkim uslovima, a zatim pomoću definisanih pravila obrađuje podatke i na osnovu toga automatski primenjuje mere za prilagođavanje energetskeg sistema. Takođe, platforma pruža korisnicima i savete za ponašanje kojim bi se unapredila energetska efikasnost.
Opis istraživanja	Eksperiment je sproveden tokom 2012. i 2013. godine u zgradama u priobalnom španskom gradu Mursiji. Dve zgrade koje su odabrane za eksperiment, odlikuju se različitim karakteristikama u pogledu svakodnevnog ponašanja korisnika. S tim u vezi, u svakoj od njih je testirana platforma kako bi se upravo uzele u obzir pomenute razlike. Eksperiment je sproveden tako što je upoređivan nivo potrošnje energije za dva uzastopna meseca, pri čemu u prvom mesecu platforma nije radila, dok u narednom jeste.
Lokacija eksperimenta	Laboratorija na fakultetu i poslovna zgrada (zgrada banke)
Rezultati	U laboratoriji na fakultetu, gde su merene uštede u potrošnji energije, ostvarena je ušteda između 14% i 30%, u zavisnosti od dana kada je merena potrošnja, tj. u proseku 20% za ceo mesec sprovođenja eksperimenta. U poslovnoj zgradi, gde su takođe merene uštede, ostvarena je srednja ušteda energije za hlađenje i osvetljenje u iznosu od 23,12%.

Tabela 5. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Thomas & Cook, 2014

Autori	Thomas & Cook, 2014
Oblast automatizacije	Ostvetljenje i kućni uređaji
Predmet istraživanja	Razvoj prototipa sistema koji je u stanju da na osnovu, kako istorijskih, tako i podataka u realnom vremenu, pali i gasi svetlo i uređaje u stanu.
Opis istraživanja	Senzori za detektovanje pokreta su postavljeni u stanu, tako da sistem gasi svetlo i uređaje, kada korisnik nije prisutan u određenoj prostoriji ili kada ima dovoljno dnevnog svetla. Eksperiment je sproveden u trajanju od 28 dana, pri čemu su prvih 14 dana prikupljeni podaci o redovnoj potrošnji energije, a potom su drugih 14 dana prikupljeni podaci pošto je sistem bio instaliran.
Lokacija eksperimenta	Stan
Rezultati	U periodu kada je sistem bio instaliran, ostvarena je za 27,5% manja potrošnja električne energije u odnosu na period kada sistem nije bio instaliran.

Tabela 6. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Ahmed et al., 2015

Autori	Ahmed et al., 2015
Oblast automatizacije	Kućni uređaji, osvetljenje, provetravanje
Predmet istraživanja	Razvoj prototipa sistema automatizacije zgrade pomoću senzora i programabilnog logičkog kontrolera.
Opis istraživanja	Ovaj prototip podrazumeva da senzori u sobi prate ulazak i izlazak ljudi iz prostorije, kao i temperaturu i osvetljenost prostorije. Podaci se šalju uređaju pod nazivom programabilni logički kontroler, koji ih potom obrađuje i upoređuje sa ranije učitanim optimalnim vrednostima. Na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka, kontroler automatski pali i gasi uređaje i podešava osvetljenje i provetravanje.
Lokacija eksperimenta	Soba
Rezultati	Eksperiment je pokazao da ovaj model automatizacije zgrade ostvaruje 33,1% uštede električne energije u odnosu na tradicionalni način potrošnje.

Tabela 7. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Pan et al., 2015

Autori	Pan et al., 2015
Oblast automatizacije	Kućni uređaji
Predmet istraživanja	Razvoj prototipa koji bi na osnovu praćenja mobilnog telefona prepoznao lokaciju i pravac kretanja korisnika i shodno tome automatski gasio uređaje u kući i/ili kancelariji ukoliko korisnik više nije tamo.
Opis istraživanja	Istraživanjem je bio obuhvaćen jedan korisnik, kao i električni uređaji na njegovom poslu i u kući. Praćenjem kretanja korisnika putem njegovog mobilnog telefona, testiran je sistem koji bi automatski gasio uređaje u kući ili na poslu kada korisnik nije tamo. Podaci o kretanju korisnika su prikupljeni pomoću GPS sistema njegovog telefona, a zatim su zajedno sa drugim podacima o energetsom sistemu skladišteni na "cloud" platformi. Podaci o lokaciji i pravcu kretanja su se slali serverima (kontrolerima) u kući i na poslu, koji su potom u skladu sa primljenim informacijama gasili uređaje.
Lokacija eksperimenta	Domaćinstvo i kancelarija
Rezultati	Ostvarene su uštede u potrošnji energije električnih uređaja u iznosu od 46% u kući i 61% na poslu.

Tabela 8. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Xu et al., 2015

Autori	Xu et al., 2015
Oblast automatizacije	Praćenje potrošnje električne energije
Predmet istraživanja	Analiza efektivnosti “pametnih” merača potrošnje električne energije i kućnih monitora za praćenje potrošnje u realnom vremenu
Opis istraživanja	Ukupno 131 domaćinstvo u dve zgrade u Šangaju je obuhvaćeno istraživanjem. Domaćinstva su podeljena u dve grupe i to na ona koja koriste kućne monitore za praćenje potrošnje energije (76 domaćinstava) i ona koja ne koriste (55 domaćinstava). Podaci o potrošnji električne energije su prikupljeni pomoću “pametnog” merača, a potom su se prikazivali na monitoru koji je stajao u stanu.
Lokacija eksperimenta	Domaćinstva
Rezultati	Poređenjem između dve grupe domaćinstava (onih koja koriste i onih koja ne koriste kućni monitor za praćenje potrošnje energije), ustanovljeno je da ona domaćinstva koja koriste monitor ostvaruju za 9,1% manju mesečnu potrošnju električne energije. Naime, domaćinstva su proveravala monitor u proseku oko 1,5 puta dnevno, što ukazuje da postojanje ovakve tehnologije u domaćinstvu navodi korisnike na svakodnevne provere potrošnje energije i shodno tome vršenje prilagođavanja u potrošnji.

Tabela 9. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Singh et al., 2016

Autori	Singh et al., 2016
Oblast automatizacije	Osvetljenje i sistem za kontrolu vlažnosti vazduha
Predmet istraživanja	Razvoj daljinskog upravljača kojim bi se na osnovu podataka u realnom vremenu upravljalo svim elementima unutrašnjeg komfora u prostoriji, poput osvetljenja, vlažnosti vazduha, temperature, provetravanja i slično.
Opis istraživanja	Eksperiment je sproveden u prostoriji sa sijalicama i ventilatorom u trajanju od četiri sata. U skladu sa spoljnim i unutrašnjim uslovima i dnevnim svetlom, sijalice i ventilator su podešavani putem daljinskog upravljača tako da u svakom trenutku nivo osvetljenja i vlažnosti vazduha bude na predviđenom nivou. Na daljinskom upravljaču su se očitavale trenutne vrednosti ovih parametara, pa je na osnovu toga i vršeno prilagođavanje rada sijalica i ventilatora. Testirana su tri prototipa daljinskog upravljača.
Lokacija eksperimenta	Soba
Rezultati	Eksperimentom je utvrđeno da primena tri prototipa daljinskog upravljača donosi 30%, 37% i 37,49% ušteda energije u radu sijalica, kao i 32%, 34% i 36,9% uštede u sistemu za kontrolu vlažnosti vazduha.

Tabela 10. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Zhao et al., 2016

Autori	Zhao et al., 2016
Oblast automatizacije	Grejanje, hlađenje i provetravanje
Predmet istraživanja	Testiranje sistema za uštedu energije u domenu grejanja, hlađenja i provetravanja, kao i za poboljšanje komfora u javnoj zgradi. Istraživanjem je bilo obuhvaćeno više sistema: 1) sistem za grejanje, hlađenje i provetravanje, koji je putem senzora prikupljao podatke o ponašanju korisnika, ali i o temperaturi i vlažnosti vazduha, da bi na osnovu toga automatski prilagođavao svoj rad, 2) sistem koji na osnovu podataka o prisustvu korisnika u prostoriji automatski gasi uređaje koji nisu u upotrebi, 3) “pametne” stolice, koje imaju sposobnost da prepoznaju temperaturu u prostoriji i da na osnovu toga automatski počnu da greju ili hlade.
Opis istraživanja	Istraživanje je sprovedeno u zgradi površine 13.000 kvadratnih metara u okviru kampusa Univerziteta Berkli. Sistem za grejanje, hlađenje i provetravanje u ovom istraživanju su u početku podešavali korisnici, da bi vremenom, sistem učio o njihovim navikama i potom se prilagođavao tome. Rezultati testiranja su upoređivani sa potrošnjom energije u periodu pre instaliranja sistema. Ista metodologija je bila primenjena i sa sistemom za optimizaciju potrošnje energije električnih uređaja, gde su upoređivani rezultati pre i posle instaliranja sistema. Kada je reč o “pametnim” stolicama, primarno je analizirana njihova funkcionalnost.
Lokacija eksperimenta	Zgrada u okviru kampusa univerziteta
Rezultati	Izmereni rezultati ukazuju da je sistem za grejanje, hlađenje i provetravanje ostvario uštedu energije u iznosu od oko 14%, dok je sistem za kontrolu potrošnje energije električnih uređaja, doprineo smanjenju potrošnje za 33%. Kada je reč o “pametnim” stolicama, korisnici su iskazali zadovoljstvo komforom koji te stolice pružaju.

Tabela 11. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sproveli Ozadowicz & Grela, 2017

Autori	Ozadowicz & Grela, 2017
Oblast automatizacije	Grejanje, hlađenje, provetravanje, osvetljenje i električni uređaji
Predmet istraživanja	Poređenja rada automatskog i manuelnog upravljanja energetskog sistema u učionici
Opis istraživanja	Istraživanje je sprovedeno u učionici tokom prvih 6 meseci 2015. i 2016. godine, gde je u prvoj godini testiran rad manuelnog sistema, a u drugoj godini rad automatskog sistema, zasnovanog na primeni senzora za detekciju pokreta i shodno tome, paljenju i gašenju uređaja.
Lokacija eksperimenta	Učionica
Rezultati	Automatski sistem je u odnosu na manuelni ostvario 10% uštede na ukupnu potrošnju energije, pri čemu za termalnu energiju 25,6%, za osvetljenje 16,5% i za male električne uređaje 6,2%.

Tabela 12. Pregled najvažnijih elemenata istraživanja koje su sprovedi Marinakis & Doukas, 2018

Autori	Marinakis & Doukas, 2018
Oblast automatizacije	Električni uređaji
Predmet istraživanja	Razvoj sistema za prikupljanje podataka u realnom vremenu, na osnovu kojih se može prepoznati potencijal za uštedu energije i tako pomoći korisnicima u prilagođavanju svog ponašanja zarad poboljšanja energetske efikasnosti
Opis istraživanja	Istraživanje je sprovedeno u periodu od 2014. do 2016. godine u laboratoriji površine 244 kvadratna metra, gde su postavljeni senzori, merači i druga pripadajuća oprema. Tokom 2014. godine su vršena merenja spoljnih i unutrašnjih faktora kako bi se definisao osnovni scenario, a potom su vršena predviđanja potrošnje u 2015. i 2016. godini. Na osnovu tih predviđanja, korisnicima je sugerisano na koji način da promene svoje ponašanje kako bi poboljšali energetske efikasnost.
Lokacija eksperimenta	Laboratorija
Rezultati	Ostvareno je 8,1% ušteda energije u prvoj godini i 10,9% ušteda u drugoj, a ostvareno je i 11,3% ušteda u troškovima upravljanja zgradom.

U prikazanim istraživanjima, obuhvaćeno je više oblasti automatizacije energetskog sistema u zgradi. Najviše pažnje je posvećeno temama koje se tiču automatizacije upravljanja električnim uređajima, osvetljenjem i sistemom za grejanje, hlađenje i provetravanje, dok se jedan manji broj radova bavio razvojem tehnologije i metoda za praćenje energetskih performansi u realnom vremenu. Ovim istraživanjima je pokazano da automatizacija može obuhvatiti svaki element energetskog sistema zgrade. Istraživački fokus je uglavnom bio usmeren ka razvoju digitalnog sistema koji bi senzorima merio popunjenost prostorija, ali i druge spoljne i unutrašnje faktore, a potom pomoću kontrolera preduzimao mere na tome da se smanji potrošnja energije tamo gde nije potrebna. U razvoju pomenutih sistema, osim hardvera u vidu senzora, kontrolera i komunikacionih mreža, korišćen je i softver, pomoću koga su prikupljeni, skladišteni, obrađivani i prikazivani podaci u realnom vremenu. Takođe, korišćeni su i softverski alati kojima su kreirani simulacioni modeli energetskog sistema. Eksperimenti su sprovedeni u zgradama koje imaju različite namene (domaćinstva, javne i poslovne zgrade) i koje se nalaze u podnebljima sa različitom klimom (mediteranska, kontinentalna, okeanska, itd). Na ovaj način su testirani različiti scenariji koji se tiču efektivnosti automatizacije energetskog sistema zgrada. Drugim rečima, istraživano je da li i pod kojim uslovima, automatizacija zgrada može doprineti ostvarenju energetskih ušteda i poboljšanom komforu korisnika.

Na osnovu rezultata eksperimenata prikazanih u tabelama 1-12, može se videti da sistemi za automatizaciju zgrada doprinose uštedi energije do čak 61%. Takođe, pokazano je u nekim eksperimentima i da je pomoću sistema za automatizaciju zgrada moguće poboljšati komfor za korisnike zgrada, kao i pojednostaviti upravljanje energijom u zgradi. Neki od bitnih rezultata istraživanja, tiču se i podizanja svesti korisnika o mogućnostima za uštedu energije. Ovakva situacija je naročito prisutna kod primene “pametnih” merača potrošnje električne energije, kao i kućnih monitora za praćenje energetskih performansi zgrade. Na ovaj način je pokazano da osim tehnologije, i ponašanje korisnika ima veliki značaj za optimalnu potrošnju energije u zgradi.

U prethodno pomenutim istraživanjima, pažnja je posvećena i pouzdanosti tehnologije, odnosno njenoj sposobnosti da ispunji zahteve u pogledu prepoznavanja popunjenosti prostorija, tačnosti u predviđanju budućih stanja sistema, brzine prenosa informacija, brzine odziva sistema na zadate komande, itd. Pouzdanost tehnologije je važan uslov za ostvarivanje predviđenih energetske uštede i ostalih koristi, jer obezbeđuje konzistentnost i predvidivost rada energetskog sistema u zgradi.

Iznos energetske uštede usled automatizacije zgrade zavisi od kvaliteta primenjenih tehnoloških rešenja, vrste i karakteristika zgrade (namena, površina, vrsta konstrukcije, itd.), karakteristika korisnika (vreme provedeno u zgradi, potrebe za udobnošću, zauzetost, itd.), kao i spoljnih hidro-meteoroloških uslova (Vučković & Pitić, 2022). Uspešno funkcionisanje sistema za automatizaciju upravljanja energijom u zgradama podrazumeva sposobnost prevazilaženja različitih tehnoloških izazova. Naime, jedan od izazova je sposobnost sistema da u realnom vremenu prikuplja, obrađuje i analizira velike količine često nestrukturiranih podataka. Drugi izazov je vezan za potrebu da sistem može odgovarajuće da skladišti i čuva prikupljene podatke, kao i da predvidi buduća stanja energetskog sistema. Treći izazov se tiče brzog i tačnog protoka informacija između različitih delova sistema. Dodatni izazov, koji je sve prisutniji poslednjih godina, predstavlja povezivanje pametnih zgrada, gde je potrebno da se sistemi upravljanja energijom u pojedinačnim zgradama integrišu u sistem nekoliko zgrada (Manic et al., 2016; Yang et al., 2017; Sayed & Gabbar, 2018; Qarnain et al., 2021). Stoga se savremeni sistemi za automatizaciju upravljanja energijom u zgradama oslanjaju na tehnologije poput Interneta "stvari" (eng. Internet of Things), Proširene stvarnosti (eng. Augmented Reality), Računarstva "na ivici" (eng. Edge Computing), Računarstva "u oblaku" (eng. Cloud Computing), Koncepta Velikih podataka (eng. Big Data concept), Veštačke inteligencije (eng. Artificial Intelligence) i Blokčejna (eng. Blockchain). U nastavku će biti prikazan pregled primene svake od ovih tehnologija u upravljanju energijom u zgradama.

2.3 Pregled primene savremenih tehnologija u upravljanju energijom u zgradama

2.3.1 Internet "stvari"

Internet "stvari" predstavlja mrežu uređaja sa ugrađenom tehnologijom, pomoću koje je moguće putem interneta vršiti uvid u stanje uređaja, kao i obavljati komunikaciju i interakciju sa tim uređajima. Pod ovim pojmom se uglavnom misli na uređaje, koji po svojim istorijskim karakteristikama nisu predviđeni za povezivanje putem interneta (npr. kućni aparati, industrijske mašine, vozila, itd.) (Oracle, 2021). Internet "stvari" je već uveliko pronašao primenu u upravljanju energetskim sistemima zgrada. Ova tehnologija je neizostavna u kreiranju sistema automatizacije zgrada, budući da se pomoću nje prikupljaju brojni podaci od značaja za upravljanje energijom, a potom se ti podaci prenose do mesta za dalju analizu i obradu. Takođe, Internet "stvari" omogućava i da se naredbe i uputstva o načinu rada energetskog sistema prenose do njegovih krajnjih delova (uređaja i instalacija) (Casini, 2014; Vučković & Pitić, 2022).

Tehnologija Interneta "stvari" u upravljanju energijom u zgradama uključuje nekoliko ključnih elemenata:

- *Senzori i drugi merni instrumenti.* Oni služe za merenje parametara kao što su temperatura i vlažnost vazduha u zgradi, nivo osvetljenja i popunjenost prostorija, kao i potrošnja energije. Prikupljeni podaci o izmerenim parametrima se šalju do IoT čvorišta;
- *IoT čvorište.* IoT čvorište je uređaj koji prikuplja i objedinjuje sve podatke prethodno prikupljene od strane senzora i drugih mernih instrumenata. Objedinjeni podaci se šalju na skladištenje i obradu u server.
- *Server i kontroler.* Uređaji gde se podaci prikupljeni od strane senzora čuvaju, ali i obrađuju pomoću odgovarajućeg analitičkog softvera, a takođe se definišu i šalju uputstva i komande o tome kako bi energetska sistem trebalo da nastavi svoj rad.
- *Izlazni uređaji i aktuatori.* U pitanju su uređaji koji primaju komande od kontrolora i u skladu s tim prilagođavaju svoj rad. Najčešće je reč o kućnim uređajima, sijalicama, sistemima za grejanje, hlađenje i provetravanje itd.;
- *Komunikaciona mreža i posrednički softver.* U pitanju su komunikacioni protokoli poput bežičnog interneta (WiFi) ili Bluetooth-a, kao i softver koji omogućava prenos informacija između delova energetske sistema;
- *Korisnički interfejs.* Tačka komunikacije između energetske sistema i korisnika i služi za prikaz podataka, kao i za unos upita i naredbi od strane korisnika (Khajenasiri et al., 2017; Minoli et al., 2017).

Da bi sistem upravljanja energijom u zgradama bio potpuno operativan, neophodan je kontinuiran protok tačnih informacija iz različitih senzora raspoređenih unutar zgrade. Ovi senzori pružaju dragocene informacije o potrošnji energije, termalnom komforu, zauzetosti prostorija i drugim faktorima (Casado-Mansilla et al., 2018). Prema Batra et al. (2014), prilikom razmeštanja senzora u zgradi, treba nastojati da:

- senzori imaju nisku potrošnju energije, kako bi njihov vek trajanja bio što duži, a rad što efikasniji;
- što veći broj prostorija u zgradi bude pokriven sensorima, kako bi se prikupili relevantni podaci na nivou cele zgrade;
- sistem senzora bude dovoljno robustan, da se čak i u uslovima otkazivanja rada nekog od njih, ipak može prikupiti dovoljna količina relevantnih podataka;
- senzori mogu da se jednostavno postave i održavaju.

Poštovanje gorenavedenih principa obezbeđuje precizno i neprekidno prikupljanje podataka u zgradi. Naime, obrada podataka u realnom vremenu je od suštinskog značaja za brzo donošenje odluka, a samim tim i za održavanje energetske sistema u skladu sa unutrašnjim i spoljnim faktorima (Batra et al., 2014). Integracija tehnologije Interneta “stvari” u energetska sistem zgrade omogućava korisnicima praćenje različitih parametara okoline, prikupljanje informacija o ljudskim aktivnostima i procenu potrošnje energije. Ove informacije se dalje koriste u kreiranju simulacija i predviđanju rada energetske sistema, ali i u svrhu automatskog upravljanja električnim uređajima i instalacijama (Tushar et al., 2018).

Razvoj 5G mreže, koja pruža veću brzinu i kvalitet signala u odnosu na prethodne generacije mobilne mreže, ima značajan uticaj na sisteme upravljanja energijom u zgradama. Napredne mogućnosti 5G mreže uključuju sposobnost povezivanja velikog broja uređaja putem Interneta “stvari”, smanjeno kašnjenje u komunikaciji između uređaja i sposobnost obrade velike količine podataka u realnom vremenu (Chew et al., 2020; Huseien & Shah 2022). Sa sve većim brojem povezanih uređaja, 5G mreža će igrati ključnu ulogu u sistemima automatizacije zgrada i, samim tim, promeni načina upravljanja energijom u zgradama od tradicionalnog i manuelnog ka digitalizovanom i automatskom (Chew et al., 2020).

2.3.2 Proširena stvarnost

Proširena stvarnost predstavlja tehnologiju, koja korisniku pruža mogućnost da putem mobilnog telefona, tablet uređaja ili posebnih naočara, u realnom vremenu posmatra fizičko okruženje u kombinaciji sa računarski generisanim slikama, animacijama, tekstom, zvukom i drugim efektima, kako bi proširio svoj doživljaj stvarnog sveta. Drugim rečima, proširena stvarnost predstavlja kombinaciju prikaza fizičkog okruženja i računarski generisanog sadržaja (Schmalstieg & Hollerer, 2016; Doerner et al., 2022). Tehnologija proširene stvarnosti ima primenu u brojnim oblastima života i rada. Značajno je istaći da poslednjih godina ova tehnologija pronalazi sve veću primenu u arhitekturi, mašinstvu, građevinarstvu i održavanju zgrada. Zahvaljujući tome, moguće je na jednostavan način pristupiti brojnim informacijama koje se tiču performansi zgrada i samim tim, unaprediti upravljanje zgradama (Sidani et al., 2021).

Ipak, primena proširene stvarnosti u oblasti upravljanja energetske sistemom u zgradama nije dovoljno proučena. Postoji svega nekoliko istraživanja u ovom domenu i ona se tiču vizuelizacije energetskih performansi određenih električnih uređaja i instalacija. Dos Reis et al., 2014, Angrisani et al., 2018 i Alonso Rosa et al., 2020 su kreirali mobilne aplikacije koje se zasnivaju na proširenoj stvarnosti i pomažu u analizi performansi električnih uređaja i instalacija. Ove aplikacije funkcionišu tako što se kamera mobilnog telefona usmeri prema određenom uređaju, a onda se na ekranu telefona, pored prikaza pomenutog uređaja, pojavljuje i računarski generisan prikaz informacija o energetskim performansama tog uređaja. Kreiranje pomenutih aplikacija podrazumeva najpre da uređaji i instalacije imaju ugrađene senzore koji prikupljaju informacije o energetskim performansama, kao što su aktivna i reaktivna snaga, električni napon, temperatura, itd. Nakon toga, pristupa se kreiranju softvera koji će kada se kamera mobilnog telefona usmeri prema određenom uređaju moći da ga prepozna i prikaže podatke o njegovim energetskim performansama. Funkcionisanje softvera se zasniva na njegovom povezivanju sa senzorima putem interneta, kao i na pohranjivanju baze podataka o izgledu uređaja, kako bi isti mogao da bude prepoznat. Nakon toga, pristupa se tzv. treniranju softvera, odnosno razvoju njegovih mogućnosti da na osnovu raspoloživih podataka prepozna traženi uređaj i da prikaže relevantne informacije.

Prethodno opisana tehnologija ima višestruku namenu. Naime, ova tehnologija olakšava prikupljanje informacija o energetskim performansama uređaja i instalacija i samim tim, podiže svest korisnika zgrada o energetske efikasnosti. Drugim rečima, adekvatno prikupljanje informacija predstavlja osnovu za donošenje ispravnih odluka koje se tiču poboljšanja energetske efikasnosti u zgradi. Takođe, ova tehnologija može imati važnu ulogu u održavanju složenih energetskih sistema u zgradama. Naime, održavanje energetskih instalacija i opreme podrazumeva korišćenje mapa i nacрта na licu mesta, dok bi primenom proširene stvarnosti, sve potrebne informacije o nekom delu sistema bile dostupne prostim usmeravanjem kamere telefona prema njemu. Na ovaj način, održavanje sistema može biti brže, lakše i uz smanjenu mogućnost grešaka (Dos Reis et al., 2014; Angrisani et al., 2018; Alonso Rosa et al., 2020).

2.3.3 Računarstvo “u oblaku”

Računarstvo “u oblaku” predstavlja sistem za pružanje raznovrsnih računarskih usluga putem interneta, pri čemu je osnovni princip ovih usluga zajedničko korišćenje raspoloživih digitalnih resursa od strane različitih korisnika. Naime, ovaj sistem funkcioniše nalik trezoru u banci, gde svaki klijent ima svoj sef, čijim prostorom može da raspolaže.

Slično tome, računarstvom “u oblaku”, korisnicima se omogućava da digitalni sadržaj sa svojih privatnih računara ili servera prebace u eksterno digitalno skladište – “oblak”, čime mogu rasteretiti memoriju na računaru, a po potrebi i podeliti taj sadržaj sa drugim korisnicima. Takođe, računarstvom “u oblaku”, korisnicima se pruža mogućnost umrežavanja, pristupa analitičkim alatima, zajedničkog korišćenja određenog softvera, itd. (Ke et al., 2017; Singh et al, 2020; Mir et al., 2021).

Velika količina podataka koja se prikuplja pomoću senzora u okviru energetskog sistema zgrada, mora biti adekvatno uskladištena, obrađena, analizirana i zaštićena, kako bi na osnovu njih bili kreirani optimalni modeli energetskog menadžmenta. Neretko je skupo i nedovoljno efikasno sve ove operacije obavljati na vlastitoj opremi. Drugim rečima, umesto posedovanja i održavanja skupog hardvera, softvera i mrežne infrastrukture, pomoću računarstva “u oblaku”, pristup i upravljanje podacima u zgradama, može se obavljati samo onda kada je korisnicima to potrebno (Mohamed et al., 2016).

Računarstvo “u oblaku” može pružiti mnoge prednosti sistemima upravljanja energijom u “pametnim” zgradama. Integracijom Interneta “stvari” sa računarstvom “u oblaku”, prikupljanje i skladištenje podataka u zgradama se može obavljati u realnom vremenu, čime se omogućava donošenje pravovremenih i ispravnih odluka u vezi upravljanja energetskim sistemom (Vučković & Pitić, 2022). Takođe, ova tehnologija u odnosu na tradicionalne, obezbeđuje jednostavniji pristup softverskim alatima kojima se implementiraju različiti algoritmi za praćenje i optimizaciju potrošnje energije (Mohamed et al., 2018). Dodatno, kreiranjem platforme za upravljanje energijom, koja bi se nalazila u “oblaku”, bilo bi omogućeno različitim zainteresovanim stranama da pristupe informacijama o energetskom sistemu. Na ovaj način, razmena informacija od značaja za upravljanje energetskim sistemom u zgradi postaje brza i pouzdana (Shaefer et al., 2020).

2.3.4 Računarstvo “na ivici”

Računarstvo “na ivici” predstavlja koncept računarstva, gde se obrada i analiza podataka sprovodi na mestu njihovog nastajanja, umesto u centralizovanim skladištima podataka, što je slučaj sa računarstvom “u oblaku”. Krajnji korisnici i njihovi uređaji predstavljaju tzv. ivicu mreže. S tim u vezi, podaci, umesto na serveru, bivaju obrađivani u korisničkim računarima, mobilnim telefonima, povezanim uređajima i slično. Na ovaj način, teži se povećanju sigurnosti podataka, kao i smanjenju kašnjenja u interakciji između entiteta na internetu (Cao et al., 2018; Marcham, 2021).

Razvoj tehnologije u domenu Interneta “stvari” i sve niži troškovi njene upotrebe, doveli su do veće upotrebe senzora u zgradama, kao i raznovrsnosti i količine informacija koje prikupljaju (Zemouri et al., 2018). Rešenja koja podrazumevaju centralizovanu arhitekturu sistema, zasnovanu na prikupljanju, skladištenju, obradi i analizi podataka u sistemima računarstva “u oblaku”, nisu u mogućnosti da efikasno isprate pomenuti porast količine i raznovrsnosti informacija. S tim u vezi, bilo je potrebno razviti tehnologiju u domenu upravljanja energijom, kojom će sve informacije biti precizno i kompleto obrađene i analizirane, uz što niže troškove, bez zagušenja sistema i to u realnom vremenu (Metwaly et al., 2019). Rešenje je pronađeno u vidu računarstva “na ivici”. Ova tehnologija podrazumeva da se funkcije obrade i analize podataka obavljaju na “ivici” energetskog sistema, tj. maltene u samim uređajima koji prikupljaju podatke, čime sistem postaje decentralizovan.

Na ovaj način nema prenošenja podataka u centralnu bazu radi obrade i analize podataka, već se svi oni obrađuju i analiziraju u različitim uređajima u sistemu (Sittón-Candanedo et al., 2019; Yar et al., 2021; Vučković & Pitić, 2022). Sposobnost uređaja da, osim prikupljanja, vrše i obradu i analizu podataka, stvorena je pomoću ugrađenog softvera koji se često zasniva i na veštačkoj inteligenciji (Metwaly et al., 2019). Iako ova tehnologija u energetsom menadžmentu ne ukida potrebu za računarstvom “u oblaku”, ipak vrši veliko rasterećenje sistema i poboljšava njegovu upravljivost (Liu et al., 2019).

2.3.5 Koncept Velikih podataka

Digitalizacija, koja je prisutna u svim sferama života i rada, rezultira generisanjem velike količine podataka. Podaci predstavljaju jedan od ključnih resursa za organizacije u današnjoj ekonomiji, jer pomažu u donošenju optimalnih odluka. Ipak, da bi podaci poslužili svom cilju, neophodno ih je transformisati u oblik, koji će donosiocima odluka pružiti odgovarajuće uvide u dati problem. U tu svrhu se koristi Koncept Velikih podataka (Big Data). Ovaj koncept obuhvata savremenu tehnologiju i metode za prikupljanje, organizovanje, obradu i analizu velike količine kompleksnih i nestrukturiranih podataka. Koncept Velikih podataka omogućava da se ove operacije izvode brže nego korišćenjem tradicionalnih metoda (Abid et al., 2017; Koseleva & Ropaite, 2017; Marinakis, 2020).

Razvoj tehnologije Interneta “stvari”, doveo je do stvaranja senzora koji su sposobni da prikupljaju različite vrste podataka u vezi upravljanja energijom u zgradama. Ovi podaci se mogu odnositi na unutrašnjost zgrade, kao što su temperatura, vlažnost vazduha, potrošnja energije i sl., ali se mogu odnositi i na spoljne faktore, kao što su meteorološki uslovi (Abid et al., 2017; Marinakis, 2020). Prikupljanje podataka se može vršiti na nivou čitave zgrade, spratova, prostorija, pa čak i pojedinačnih korisnika i uređaja (Abid et al., 2017; Marinakis, 2020). Obzirom na to da se u zgradi može rasporediti veliki broj senzora, količina podataka koja se na taj način prikuplja je izuzetno velika. Takođe, prikupljanje se vrši neprestano, zbog čega je količina prikupljenih podataka u stalnom porastu (Abid et al., 2017; Moreno et al., 2016). Kako bi se osiguralo da energetska sistem ostane usklađen sa internim i eksternim faktorima, prikupljeni podaci se moraju obrađivati svakodnevno, često i u realnom vremenu (Abid et al., 2017). Na osnovu navedenog, jasno je da su energetska podaci u zgradi raznovrsni, velikog obima i da ih je potrebno obraditi velikom brzinom. Ovo su ujedno i tri uslova koje podaci generalno treba da ispune da bi se za njihovu obradu i analizu koristio Koncept Velikih podataka. (Abid et al., 2017).

Svrha prikupljanja i obrade energetska podataka jeste bolje razumevanje karakteristika energetska sistema zgrade, spoljnih i unutrašnjih faktora koji na njega utiču, kao i potreba, ponašanja i karakteristika korisnika (Koseleva & Ropaite, 2017). Na taj način, stvara se osnova za predviđanje budućeg stanja energetska sistema i, shodno tome, donošenje optimalnih odluka u domenu upravljanja energijom. Razvoj energetska sistema zgrade zasnovanog na Internetu “stvari”, zahteva integraciju tehnologije sposobne da obradi veliku količinu raznovrsnih podataka za što kraće vreme. (Moreno et al., 2016). Razvoj i implementacija Koncepta Velikih podataka mora ići u korak sa razvojem Interneta “stvari”, kako bi se osiguralo da upravljanje energetska sistemom bude zasnovano na podacima. Na taj način se i potrošnja energije u zgradi svodi na najmanju moguću meru uz istovremeno uvažavanje svih relevantnih unutrašnjih i spoljnih faktora (Vučković & Pitić, 2022).

2.3.6 Veštačka inteligencija

Veštačka inteligencija predstavlja mašinsku (računarsku) simulaciju procesa, koji čine osnovu ljudske inteligencije, kao što su učenje (prikupljanje informacija i pravila kako da se one upotrebe), razumevanje (korišćenje određenih pravila, kako bi se na osnovu dostupnih informacija doneli odgovarajući zaključci) i korekcije (samostalno reagovanje na promene u okruženju i prilagođavanje njima). Primena veštačke inteligencije u upravljanju energijom u zgradama ima za cilj da omogući otkrivanje šablona u funkcionisanju energetskeg sistema, kao i da na osnovu toga vrši predviđanje budućih stanja sistema. Na ovaj način, energetske sistem ima mogućnost da automatski i proaktivno deluje u promenljivim uslovima, kako bi minimizovao potrošnju energije i maksimizovao komfor za korisnike zgrade (Kumar et al., 2013; Wang & Srinivasan, 2015; Seyedzadeh et al., 2018). U analizi primene veštačke inteligencije u oblasti automatizacije energetskeg sistema u zgradama, posebnu pažnju treba obratiti na mašinsko učenje (eng. *machine learning*) i digitalne blizance (eng. *digital twins*).

Mašinsko učenje podrazumeva razvoj i primenu algoritama, koji omogućavaju računarima da automatski i bez ljudskog posredovanja, prikupljaju i obrađuju podatke, te kreiraju odgovarajuće informacije od značaja za korisnike. Ovi sistemi, sastavljeni od povezanih procesnih jedinica, na osnovu zadatih pravila i šablona, prikupljaju i procesiraju informacije iz spoljnog sveta i generišu rezultate u vidu izveštaja ili odluka (Runge & Zmeureanu, 2019). Modeli mašinskog učenja, koji se tiču upravljanja energijom u zgradama, na osnovu dostupnih podataka otkrivaju veze između različitih faktora internog i eksternog okruženja, s jedne strane, i performansi energetskeg sistema u zgradi, s druge strane. Podaci prikupljeni putem senzora ili pametnih merača, služe za obuku i testiranje modela (Seyedzadeh et al., 2018). Primena mašinskog učenja u upravljanju energijom u zgradama je mnogo puta proveravana u istraživanjima i praksi. Istraživanja su dokazala visoku efikasnost mašinskog učenja u proceni opterećenja uređaja za grejanje i hlađenje, predviđanju unutrašnje temperature, predviđanju potrošnje energije i modelovanju upravljanja energijom. Uz adekvatno obučeni sistem, tačnost predviđanja mašinskog učenja prelazi 99% (Kumar et al., 2013).

Digitalni blizanci je naziv za digitalni model određenog realnog fizičkog sistema, koji služi da se pomoću velike količine podataka, Interneta "stvari" i veštačke inteligencije simulira rad ili ponašanje pomenutog sistema. U pitanju je dinamički model, koji se na osnovu prikupljanja ili unosa novih informacija prilagođava promenama u stvarnom sistemu. Jedna od najbitnijih karakteristika digitalnog blizanca je da može predviđati buduća stanja realnog sistema, pa samim tim pomoći u donošenju odluka, neophodnih za optimalno funkcionisanje pomenutog sistema. Istraživanje primene tehnologije digitalnih blizanaca u upravljanju energijom u zgradama je u začetku. Primena ove tehnologije u sistemu energetskeg menadžmenta u zgradama može doneti višestruke koristi: 1) jednostavnije i preciznije praćenje energetske performansi zgrade, 2) jednostavnije i preciznije predstavljanje podataka koji se tiču energetske performansi zgrade, 3) identifikovanje delova sistema, gde je moguće unaprediti efikasnost, 4) sprovođenje simulacija zarad predviđanja budućih stanja sistema i donošenje optimalnih odluka, 5) ažurna razmena informacija o energetske performansama između ljudi, odgovornih za upravljanje sistemom (Agouzoul et al., 2021; Arowoia et al., 2023; Spudys et al., 2023).

Tehnologija digitalnog blizanca se sastoji od tri elementa: 1) fizičkog objekta ili sistema, 2) digitalnog modela i 3) informacione veze između fizičkog sistema i digitalnog modela (Vohra, 2022; Crespi et al., 2023). Dakle, digitalni blizanci treba da predstavlja dinamički digitalni model energetskeg sistema u zgradi.

S tim u vezi, digitalni blizanac treba da obuhvati elemente realnog sistema kao što su fizičke karakteristike zgrade (površina zgrade, raspored prostorija, debljina zidova, veličina i položaj vrata i prozora, itd.), tip zgrade (stambena zgrada, poslovna zgrada, škola, bolnica, fabrička hala, itd.), radno vreme korisnika zgrade, lokacija zgrade, hidro-meteorološki uslovi u mestu gde se zgrada nalazi, opremljenost zgrade energetskom infrastrukturom, prisustvo i ponašanje korisnika u zgradi, itd. (Agouzoul et al., 2021; Seo & Yun, 2022). Sama izrada digitalnog blizanca u oblasti upravljanja energijom u zgradama podrazumeva snimanje zgrade, prikupljanje podataka, kreiranje digitalnog modela i sprovođenje simulacija budućih stanja energetskog sistema. Digitalni model obuhvata bazu podataka, vezu fizičkog i digitalnog modela, 3D prikaze zgrade i energetskih instalacija i interfejs za rad korisnika. Po pravilu, digitalni model bi trebalo da se automatski ažurira kroz dinamičku vezu sa fizičkim sistemom, ali je u pojedinim slučajevima neophodno obaviti dopunu modela ukoliko se pojave nove karakteristike u sistemu (Agouzoul et al., 2021; Ni et al., 2023; Spudys et al., 2023).

Kreiranje digitalnih blizanaca objedinjuje više tehnologija, kao što su Internet “stvari” (prikupljanje i prenošenje podataka u realnom vremenu putem senzora i interne informaciono-komunikacione mreže), računarstvo u “oblaku” (skladištenje velike količine podataka), Koncept Velikih podataka (obrada velike količine prikupljenih raznovrsnih podataka), modeli mašinskog učenja (prepoznavanje šablona u funkcionisanju energetskog sistema zgrade i predviđanje njegovih budućih stanja) (Bortolini et al., 2022; Ni et al., 2021). Shodno tome, tehnologija digitalnog blizanca pruža menadžerima bolji uvid u korišćenje energije zgrade. Pomoću ove tehnologije, menadžeri zgrade mogu proaktivno optimizovati energetske sisteme, kako bi se izbegla suvišna potrošnja energije. Na ovaj način, moguće je ostvariti uštedu energije, kao i unaprediti komfor za korisnike zgrada (Ni et al., 2023).

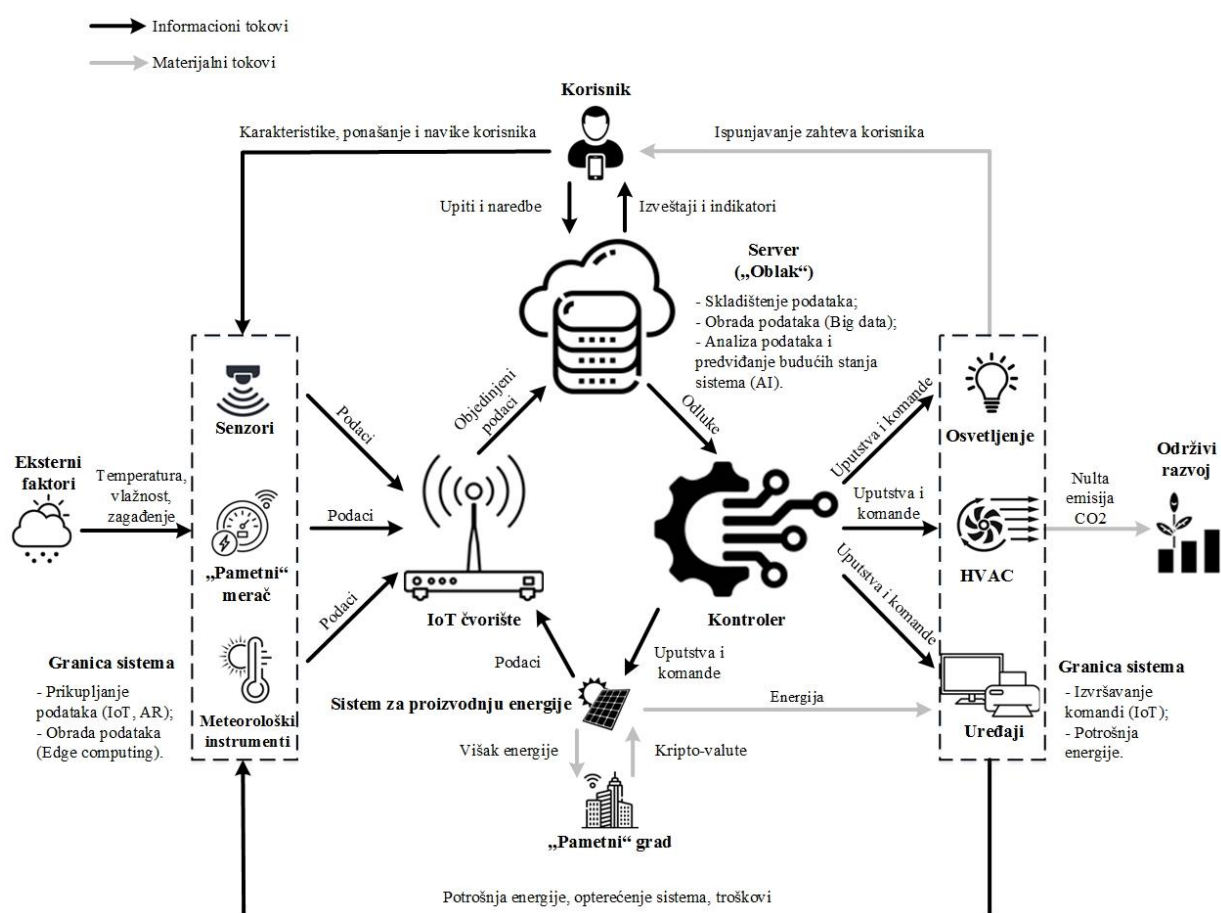
2.3.7 Blokčejn

Upravljanje energijom u zgradama danas se ne ograničava samo na pojedinačne objekte, već se sve više sagledava u kontekstu optimizacije potrošnje energije na nivou više pametnih zgrada. Mnoge organizacije, kako bi smanjile troškove i povećale pouzdanost snabdevanja, proizvode sopstvenu energiju iz obnovljivih izvora (solarni paneli, vetro-turbine, mini hidroelektrane, geotermalni resursi itd). Ove organizacije se nazivaju proizvođači-potrošači (eng. *prosumers*) i u nekim slučajevima mogu u potpunosti zadovoljiti svoje potrebe za energijom. Međutim, višak energije koja se proizvodi, može takođe biti i predmet trgovine između organizacija uz pomoć blokčejn tehnologije. Na taj način se eliminišu gubici u proizvodnji energije na nivou zajednice (Stephant et al., 2018; Khatoon et al., 2019; Van Cutsem et al., 2020). Blokčejn tehnologija podrazumeva da se podaci o obavljenim transakcijama bilo kog tipa čuvaju u sistemu umreženih računara. Ova tehnologija funkcioniše bez centralnog administratora ili centralizovane baze podataka. Podaci mogu biti raspoređeni na nekoliko lokacija, a kvalitet podataka se održava replikacijom i enkripcijom (Khatoon et al., 2019). U vezi sa energetskom efikasnošću u zgradama, mogu se kreirati kripto-valute ili tzv. zeleni sertifikati za nagrađivanje proizvođača obnovljive energije ili energetski efikasnih potrošača, kako bi se podstakla proizvodnja iz obnovljivih izvora energije ili smanjila potrošnja energije. Takođe je moguće uspostaviti lokalno energetsko tržište između proizvođača i potrošača, gde bi se trgovina viškom energije vršila posredstvom digitalne platforme, a plaćanje odvijalo u kripto-valutama (Stephant et al., 2018).

3.4 Diskusija o sistemu automatizacije upravljanju energijom u zgradama

Koncept pametnih zgrada, koji se intenzivno razvija preko 20 godina, doneo je sa sobom značajna poboljšanja u domenu upravljanja energijom. Naime, sistemi automatizacije, pokazali su se veoma korisnim kada se radi o unapređenju energetske efikasnosti u zgradama, kao i poboljšanju komfora za korisnike zgrada. Kroz raznovrsne eksperimente, potvrđeno je da sistemi automatizacije zgrada mogu doprineti ostvarivanju energetske uštede u zgradama i preko 60%. Osim energetske uštede, pokazano je i da automatizacija upravljanja energijom u zgradama omogućava i jednostavnije upravljanje energetskim sistemom, kao i njegovu bolju preglednost i predvidivost funkcionisanja.

Savremeni sistem upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama podrazumeva korišćenje digitalnih tehnologija u svim svojim procesima (Slika 1).



Slika 1. Automatizovani energetski sistem u ne-rezidencijalnim zgradama

Naime, ovaj sistem podrazumeva:

- korišćenje senzora, “pametnih” merača i aplikacija u svrhu prikupljanja i vizuelizacije podataka iz internog i eksternog okruženja (Internet “stvari” i Proširena stvarnost);
- obradu podataka na mestu njihovog prikupljanja (Računarstvo “na ivici”);
- skladištenje i dodatnu analizu prikupljenih podataka (Računarstvo “u oblaku”);
- sveobuhvatnu analizu raznovrsnih skupova podataka (Koncept Velikih podataka);
- predviđanje potrošnje energije i donošenje odluka o budućem načinu funkcionisanja energetskog sistema (Veštačka inteligencija);
- automatsko preduzimanje aktivnosti na prilagođavanju funkcionisanja energetskog sistema, shodno prethodno donetim odlukama (Internet “stvari”);
- samostalnu proizvodnju energije iz obnovljivih izvora i trgovinu viškom energije između povezanih zgrada (Blokčejn) (Vučković et al., 2020; Vučković & Pitić, 2022).

Sa ovako definisanim sistemom automatizacije, cilj je minimizovati ljudsko učešće u upravljanju energijom u zgradi, oslanjajući se uglavnom na digitalnu tehnologiju. Takođe, sistem omogućava minimalnu potrošnju energije uz zadovoljenje potreba korisnika i nultu emisiju gasova “staklene bašte”. Implementacijom automatizovanih sistema upravljanja energijom, moguće je eliminisati iracionalnu potrošnju ili ljudske greške koje mogu dovesti do energetske potrošnje koja je veća od optimalne. Automatizacija upravljanja energijom u zgradama omogućava organizacijama da prikupljaju i analiziraju podatke o različitim parametrima energetskog sistema, kao i da predviđaju buduću potrošnju, troškove, emisije ugljen-dioksida i druge faktore. Dostupnost ovih informacija omogućava organizacijama da sistematično upravljaju energijom, tj. da postavljaju ciljeve, formulišu strategije i planove, prate ključne pokazatelje performansi i sprovode mere za poboljšanje. Primenom automatizacije, upravljanje energetskim sistemom postaje jednostavnije, pa se organizacije mogu više fokusirati na svoje osnovne aktivnosti. Stoga, automatizacija energetskog sistema u zgradama doprinosi povećanoj poslovnoj efikasnosti i uspešnijoj implementaciji organizacionih strategija.

Već je pomenuto da automatizovani energetski sistem u zgradama ima za cilj da smanji ljudsko učešće u upravljanju energijom. Ipak, ljudi nisu u potpunosti isključeni iz sistema upravljanja energijom, već i dalje imaju ključnu ulogu. Sama činjenica da energetski sistem u zgradi postoji zbog ljudi, ukazuje da mora postojati način kako ljudi mogu uticati na rad sistema. Korisnik ima kontakt sa automatizovanim energetskim sistemom putem korisničkog interfejsa, koji može biti u vidu mobilne aplikacije, tableta, računara ili drugog uređaja. Korisnici su osobe na koje rad energetskog sistema utiče i koje u većoj ili manjoj meri imaju mogućnosti da prate i odlučuju o radu energetskog sistema. Primera radi, korisnici energetskog sistema mogu biti zaposleni u organizaciji, čiji uticaj na sistem je ograničen, ali mogu biti i rukovodioci, koji imaju detaljan uvid u sistem i svojim odlukama mogu prilagođavati njegovo funkcionisanje. Komunikacija korisnika i energetskog sistema je dvosmerna. Naime, korisnik može putem interfejsa da šalje upit za informacijama i potom kreira i preuzima izveštaje o stanju energetskog sistema. Slično ovome, korisnik je u mogućnosti i da u realnom vremenu prati indikatore energetskih performansi. Ove informacije pomažu korisnicima u kreiranju politika, strategija, ciljeva i planova upravljanja energijom. Shodno svojim potrebama za komforom, korisnici mogu putem interfejsa preneti energetskom sistemu naredbe o tome kako da uređaji u zgradi prilagode svoj rad (Stluka et al., 2018).

Fokus aktuelnih istraživanja u domenu sistema automatizacije zgrada je na poboljšanju performansi tehnologije u svakom elementu sistema upravljanja energijom. Kada je reč o senzorima, radi se na tome da se poveća njihova preciznost, čime se poboljšava kvalitet prikupljenih podataka (Al-Obaidi et al., 2022; Shah et al., 2022). Povezano sa tim, istražuju se i mogućnosti razvoja komunikacionih mreža, kako bi prenos informacija u sistemu bio brži i pouzdaniji (Shehab et al., 2022). Značajna pažnja u istraživanjima se posvećuje analitici, tj. mogućnostima energetskeg sistema da obradi što veću količinu raznovrsnih podataka u realnom vremenu. Na ovaj način, pospešuje se sposobnost brzog donošenja odluka i automatske korekcije u funkcionisanju sistema (Himeur et al., 2023). Svakako, veštačka inteligencija je nešto što trenutno zaokuplja najveću pažnju istraživača u mnogim oblastima života i rada. Stoga i ne iznenađuje da i kada se radi o upravljanju energijom u zgradama, mnogi istraživači rade na tome da unaprede sposobnost energetskeg sistema u zgradama da što preciznije predviđa faktore internog i eksternog okruženja (Lee et al., 2022; Zhang et al., 2022).

3. UTICAJ ORGANIZACIONIH FAKTORA NA PRIMENU MERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA

3.1. Karakteristike savremenog strategijskog menadžmenta

Primena mere energetske efikasnosti u ne-rezidencijalnim zgradama može doneti značajne koristi organizacijama koje obavljaju svoje aktivnosti u pomenutim zgradama. Neke od tih koristi su energetske i finansijske uštede, bolji komfor za korisnike zgrada, poboljšanje produktivnosti zaposlenih u organizaciji, ispunjavanje zakonskih obaveza, poboljšanje imidža organizacije, itd. (Mihić et al., 2012). S tim u vezi, ukoliko organizacija želi da maksimalno iskoristi potencijale mera energetske efikasnosti, mora ovom pitanju pristupiti sa strategijskog aspekta. Drugim rečima, upravljanja energijom mora biti deo strategija i planova na najvišem organizacionom nivou. Takođe, sama organizacija mora prilagoditi svoje sisteme upravljanja zahtevima savremenog poslovnog okruženja, kako bi na pravi način prepoznala i iskoristila mogućnosti poboljšanja energetske efikasnosti.

Organizaciona strategija je skup odluka i aktivnosti usmerenih na ostvarenje ciljeva određene organizacije, pri čemu se njene sposobnosti i raspoloživi resursi stalno usklađuju sa šansama i opasnostima u njenom neposrednom okruženju. Strategijom se određuje pravac poslovanja organizacije i način na koji će se ona prilagoditi i razvijati u promenljivom okruženju (Coulter, 2008; Henry, 2021; Wunder, 2023). Strategijski menadžment je menadžment disciplina, koja se sastoji od analiza, odluka i akcija, koje određena organizacija preduzima kako bi stvorila i održala konkurentsku prednost. Naime, strategijski menadžment nastoji da primenom odgovarajućih alata i tehnika definiše način na koji organizacija može da zadovolji potrebe svojih korisnika, efektivnije i efikasnije od svojih konkurenata (Dess et al., 2007; Coulter, 2008). Ključne karakteristike strategijskog menadžmenta su:

- *Usmerenost na sveukupne ciljeve i zadatke organizacije.* Drugim rečima, napori organizacije treba da se usmere ka onome što je najbolje za organizaciju u celini, a ne samo za jedan njen funkcionalni deo.
- *Donošenje odluka kojim se moraju uzeti u obzir interesi brojnih stejkholdera.* Pri donošenju odluka, menadžeri se ne smeju neprestano fokusirati na zahteve samo jednog stejkholdera (npr. vlasnika) i zanemariti ostale (npr. korisnike, zaposlene, društvenu zajednicu), jer na taj način mogu na dugi rok ugroziti poslovanje organizacije.
- *Uključivanje kratkoročne i dugoročne perspektive.* Drugim rečima, menadžeri moraju da imaju viziju budućnosti svoje organizacije, istovremeno se fokusirajući na njene trenutne operativne potrebe.
- *Eksterna i interna orijentisanost.* Strategijski menadžment je eksterno orijentisan, odnosno, on podrazumeva interakciju organizacije sa njenim eksternim okruženjem, ali je i interno orijentisan, jer podrazumeva analiziranje specifičnih resursa i kapaciteta, odnosno sposobnosti date organizacije (Dess et al., 2007; Coulter, 2008; Henry, 2021).

Strategijski menadžment omogućava da se razne organizacione jedinice, poslovne divizije i odeljenja mogu uskladiti i usmeriti na postizanje opštih ciljeva organizacije. Zaposleni iz bilo kog sektora i na bilo kom organizacionom nivou ili poziciji, formulišu, sprovode i procenjuju strategije koje treba da doprinesu organizaciji da ostvari željeni učinak. Strategijski menadžment se primenjuje upravo za koordinaciju njihovih aktivnosti (Coulter, 2008).

U današnje vreme, određeni globalni megatrendovi su potpuno redefinisali tržišne uslove. S tim u vezi, organizacije moraju da unesu drastične promene u celokupnom svom poslovanju kako bi se prilagodile novonastalim uslovima. Trendovi koji oblikuju savremeni strategijski menadžment, dati su u nastavku.

3.1.1 Razvoj tehnologije i digitalna transformacija

Ubrzani razvoj tehnologije i njen upliv u sve aspekte društva je svakako jedno od glavnih obeležja savremenog doba. Prema Ivanova et al. (2019), Nadkarni & Prügl (2021) i Trbovich et al. (2020), glavne karakteristike tehnološkog razvoja u današnje vreme su:

- Nove tehnologije i materijali koji omogućavaju razvoj novih ili poboljšanih proizvoda i procesa;
- Nove tehnologije koje omogućavaju porast produktivnosti rada, uštedu materijala, goriva i energije, smanjenje troškova proizvoda i ubrzanje procesa prenosa informacija;
- Skraćenje životnog ciklusa proizvoda i ubrzanje stope ekonomskog zastarevanja tehnologije;
- Globalizacija naučnih i tehnoloških odnosa, kao i razvoj koncepata otvorenih i povezanih inovacija;
- Povećanje stope inovacija u svetu, uz poseban naglasak na stopu disruptivnih inovacija;

Razvoj tehnologije donosi brojne i velike izazove, kao i mogućnosti, te je stoga neophodno da organizacije pristupe ovom pitanju sa strategijskog aspekta i uz maksimalnu posvećenost. U sveukupnom tehnološkom razvoju, naročito je primetna brzina razvoja digitalnih tehnologija. Razvoj u ovom domenu, stvorio je uslove za sprovođenje digitalne transformacije u organizacijama o čemu je bilo reči u potpoglavlju 1.2. Ipak, uspešno sprovođenje digitalne transformacije zahteva i određena prilagođavanja na strategijskom nivou organizacija. Prema Nadkarni & Prügl (2021), turbulentno i promenljivo digitalno okruženje primorava menadžere da donose odluke i implementiraju strategije znatno brže nego što je to ranije bilo potrebno. Isti autori navode i da u uslovima digitalne transformacije, rukovodioci i zaposleni moraju da razviju sposobnosti rada u mrežama i ekosistemima, kao i sposobnosti stalnog praćenja okruženja, kako bi identifikovali nove prilike za razvoj (Nadkarni & Prügl, 2021).

3.1.2 Fokus na korisnicima

Više istraživanja je potvrdilo da se u mnogim privrednim granama beleži pad lojalnosti korisnika brendovima (Dawes et al. 2015; Ivanova et al., 2019; Cambalikova, 2021). Drugim rečima, korisnici su u današnje vreme skloniji prelasku sa korišćenja jednog brenda na drugi, te je i kompanijama sve teže da ih zadrže. Kao razlozi za smanjenu lojalnost korisnika, navode se:

- široka ponuda tradicionalnih, ali i inovativnih proizvoda i supstituta;
- velika brzina kojom novi proizvodi na tržištu smenjuju postojeće;
- veća dostupnost informacija o proizvodima i uslugama;
- skraćena pažnja i sklonost korisnika da se brzo “zasite” određenog proizvoda;
- porast svesti o kvalitetu i kritički odnos korisnika prema brendovima (Dawes et al. 2015; Ivanova et al., 2019; Cambalikova, 2021).

Ovaj trend ukazuje da kompanije moraju da budu u stalnoj potrazi za novim načinima kako da zadovolje potrebe korisnika. Svakako, u osnovi ovakvog pristupa je razumevanje specifičnosti i jedinstvenosti svakog korisnika i potom prilagođavanje proizvoda i usluga tome. U tu svrhu, često se koriste metode personalizacije i kastomizacije. Personalizacija predstavlja proces kreiranja proizvoda i pružanja usluga u skladu sa unapred poznatim preferencijama svakog pojedinačnog kupca ili klijenta. Na osnovu prikupljenih informacija, organizacije pripremaju specifične proizvode ili usluge, namenjene svakom pojedinačnom korisniku. S druge strane, kastomizacija predstavlja proces stvaranja proizvoda i pružanja usluga, koje korisnik može prilagoditi svojim preferencijama. Drugim rečima, proizvod ili usluga koju organizacija prodaje ili pruža korisniku, odlikuje se fleksibilnošću u pogledu toga da je svako od njih može samostalno prilagođavati, kako bi zadovoljio svoje zahteve (Arora et al., 2008).

Imajući prethodno navedeno u vidu, jasno je da se fokus strategijskog menadžmenta sve više prebacuje sa ekonomije obima na kvalitet i inovacije proizvoda, prilagođenih zahtevima uskih grupa ili čak pojedinačnih korisnika.

3.1.3 Usaglašenost poslovanja sa principima održivog razvoja

Sa porastom brige o klimatskim promenama, dolazi i do transformacije ekonomije i njenoj sve većoj usmerenosti ka ispunjavanju zahteva održivog razvoja. Zelena ekonomija predstavlja ekonomske procese, koji imaju za cilj povećano ekonomsko blagostanje i društvenu jednakost, uz očuvanje životne sredine i održivu potrošnju prirodnih resursa (Loiseau et al., 2016). Brojni faktori u domenu održivog razvoja povećavaju pritisak na organizacije da usvoje principe zelene ekonomije. Neki od faktora u ovom domenu su:

- regulatorni pritisci (zakoni i propisi u domenu održivog razvoja);
- očekivanja kupaca, investitora, društvene zajednice i drugih zainteresovanih strana u pogledu poštovanja principa održivog razvoja od strane kompanija;
- nesigurnost snabdevanja resursima koji nisu obnovljive prirode;
- visoki troškovi resursa, naročito energije, što nameće potrebu za većom resursnom efikasnošću;
- usvajanje održivih praksi u domenu ljudskih resursa i poslovne etike u kompanijama širom sveta, što postaje i standard za rad ostalih kompanija (Henisz et al., 2019).

Uzimajući u obzir navedene faktore, može se zaključiti da organizacije koje teže ostvarivanju konkurentске prednosti, moraju značajnu pažnju posvetiti integrisanju principa održivog razvoja u svoje poslovanje (Marulanda-Grisales, 2021). Poslednjih godina, intenzivno se razvija koncept poslovanja koji nalaže organizacijama da vode računa o životnoj sredini, potrebama društva i sistemima upravljanja (eng. *environment, society, governance – ESG*). Ovaj koncept podrazumeva da kompanije treba da na sistematski i organizovan način sprovode analizu, definišu ciljeve i planove, sprovode akcije i izveštavaju o usklađenosti svog poslovanja sa principima održivog razvoja (Li et al., 2021; Henisz et al., 2019; Pérez et al., 2022). Važan element u usvajanju ESG principa je zelena tranzicija. Naime, zelena tranzicija znači prelazak ka ekonomski održivom rastu i ekonomiji koja nije zasnovana na fosilnim gorivima i prekomernoj potrošnji prirodnih resursa. Drugim rečima, zelena tranzicija podrazumeva nastojanje organizacije da eliminiše sve direktne, ali i indirektne ekološke efekte svog poslovanja uz istovremeno ostvarivanje planiranih poslovnih rezultata (MEF, 2023). Kroz zelenu tranziciju, organizacije mogu da dokažu svoju posvećenost dobrobiti društvene zajednice (Henisz et al., 2019).

Svakako, to nije i jedini način kako organizacije mogu biti društveno odgovorne. Neke od bitnijih aktivnosti u ovom domenu podrazumevaju saradnju sa lokalnom zajednicom na rešavanju društvenih problema, brigu o psiho-fizičkom zdravlju zaposlenih, osnaživanje zaposlenih i njihovo uključivanje u donošenje odluka, poštovanje različitosti i ravnopravnosti u organizaciji, etičnost i transparentnost u poslovanju itd (Engert et al., 2016; Fuertes et al., 2020; Henisz et al., 2019; Pérez et al., 2022).

3.1.4 Fleksibilnost i inovativnost

Od 2020. godine do danas, svet su zadesili događaji, čiji uticaj nije mimoišao nijednu organizaciju. Neki od tih događaja su nedavna pandemije virusa COVID-19, aktuelne političke krize i sukobi na istoku Evrope i Bliskom Istoku, prirodne nepogode, zaoštavanje trgovinskih odnosa Evropske unije i SAD-a sa Kinom itd. Pojedini događaji su nastupili naglo i neočekivano, ostavljajući pritom duboke i dugotrajne posledice u vidu poremećenih lanaca snabdevanja, inflacije i recesije (Itakura, 2020; Bodan, 2023; EC, 2023; Chetty et al., 2024). Iznenadnost i ozbiljnost pomenutih promena, zatekla je mnoge organizacije nespemne. One organizacije koje su godinama naviknute na istovetan sistem rada sa okoštalim organizacionim strukturama i rigidnom organizacionom kulturom, imale su problem da se prilagode, zbog čega su trpele velike finansijske gubitke (Klöckner et al., 2023). Ipak, događaji na globalnom nivou, doneli su sa sobom i vredne lekcije koje organizacije treba da savladaju kako bi unapredile svoju otpornost.

Strategijski menadžment sam po sebi podrazumeva da organizacija treba da bude prilagodljiva, odnosno da uvek treba da pronalazi načine kako da upotrebi svoje snage i umanji slabosti, kako bi iskoristila šanse i izbegla pretnje iz okruženja (Dess et al., 2007; Coulter, 2008). Ipak, u današnjem političkom, ekonomskom i društvenom kontekstu, nameće se potreba za još većom fleksibilnošću i prilagodljivošću organizacija. Naime, organizacije koje danas imaju najviše šansi da ostvare konkurentsku prednost su one koje su otvorene ka promenama i koje prihvataju da su promene redovna i uobičajna pojava. Takođe, prednost na savremenom tržištu mogu ostvariti i one organizacije koje same kreiraju promene, odnosno stalno rade na inoviranju svojih proizvoda i procesa. Prihvatanjem, ali i razvojem inovacija, kompanije su u mogućnosti da proaktivno pristupe izazovima savremenog poslovanja i uspešnije odgovore na promenljive zahteve kupaca, hiperkonkurenciju, tehnološki razvoj, političke i ekonomske krize (Savić et al., 2018; Pitić & Vučković, 2021). S tim u vezi, strategijski menadžment mora obuhvatiti razvoj sistema stalnih poboljšanja u svakom delu i na svakom nivou organizacije, kao i razvoj organizacione kulture koja neguje preduzetnički način razmišljanja.

3.2 Pojam i faktori organizacionih inovacija

Sprovođenje mera energetske efikasnosti u organizaciji predstavlja vrstu organizacionog poboljšanja. U tom kontekstu, opravdano je pretpostaviti da određeni faktori koji utiču na razvoj inovacija ili korporativno preduzetništvo, takođe mogu uticati na odlučnost i posvećenost organizacije u primeni mera energetske efikasnosti.

Prema Covin & Miles (1999), korporativno preduzetništvo predstavlja koncept razvoja novih ideja i mogućnosti za poboljšanje poslovanja u okviru već postojećih organizacija. Drugim rečima, korporativno preduzetništvo obuhvata razvoj novih ili poboljšanje postojećih proizvoda i usluga, razvoj novih poslovnih modela, ulazak na nova tržišta itd. Korporativno preduzetništvo podrazumeva da "preduzetnička" filozofija prožima celokupno poslovanje organizacije.

Naime, korporativno preduzetništvo se odnosi na preduzetničke aktivnosti i inicijative usmerene ka transformaciji organizacije (Goodale et al., 2011). Kroz korporativno preduzetništvo se organizacija prilagođava promenljivim uslovima u spoljnom okruženju putem primene novih znanja, promene organizacione strukture i efikasnijeg korišćenja resursa za razvoj novih proizvoda, usluga, procesa i upravljačkih sistema (Morris et al., 2011, str. 11). Vezom između korporativnog preduzetništva i inovacija, bavili su se McFadzean et al. (2005) i definisali su korporativno preduzetništvo kao razvoj inovacija u neizvesnom okruženju. Prema istim autorima, inovacija je proces koji pruža dodatnu vrednost organizaciji, njenim dobavljačima i kupcima putem razvoja novih procedura, rešenja, proizvoda i usluga, kao i novih metoda komercijalizacije. U okviru ovog procesa, osnovna uloga korporativnog preduzetnika je izazivanje birokratije, procena novih prilika, usklađivanje i iskorišćavanje resursa (McFadzean et al., 2005). Prema Schumpeter (1934), organizacione inovacije uključuju: (1) lansiranje novog proizvoda ili nove vrste već poznatog proizvoda, (2) primena novih metoda proizvodnje ili prodaje proizvoda (koje još nisu dokazane u privrednoj grani), (3) ulazak na novo tržište, (4) sticanje novih izvora snabdevanja sirovinama ili polu-proizvodima, (5) redefinisane postojeće uloge na tržištu. Kada je reč o značaju inovacija i korporativnog preduzetništva za organizacije, Covin i Miles (1999) ukazuju da korporativno preduzetništvo može omogućiti organizacijama da ostvare prednost na osnovu diferencijacije putem stvaranja novih i jedinstvenih proizvoda, ali da mogu ostvariti i vođstvo u troškovima putem poboljšanja efikasnosti poslovnih procesa. Kuratko et al. (2001) ukazuju da strategijski pristup korporativnom preduzetništvu u organizacijama doprinosi poboljšanju dugoročnih performansi organizacije. Zahra et al. (1999) skreću pažnju na činjenicu da korporativno preduzetništvo ne samo što doprinosi poboljšanju tržišnih i finansijskih performansi kompanije, već doprinosi i stvaranju novih znanja i razvoju kompetencija u kompaniji. Korporativno preduzetništvo i inovacije u organizacijama, vrlo su česte teme u naučnoj literaturi. Tokom poslednjih nekoliko decenija, sprovedeno je mnogo istraživačkih studija sa ciljem utvrđivanja najvažnijih faktora za razvoj inovativnosti u organizacijama. Takođe, objavljeni su brojni pregledni radovi u kojima su sumirani rezultati pomenutih istraživanja i definisani zaključci o najvažnijim organizacionim faktorima koji utiču na organizacionu inovativnost.

Hornsby et al. (1993), na osnovu široke analize istraživanja u oblasti organizacione inovativnosti, definisali su interaktivni model korporativnog preduzetništva, koji obuhvata organizacione i individualne faktore. Kada su u pitanju organizacioni faktori, utvrdili su da pet faktora pozitivno utiče na nivo korporativnog preduzetništva: 1) podrška menadžmenta (brzo usvajanje ideja zaposlenih, priznavanje doprinosa ljudi koji osmišljavaju ideje, podrška malim eksperimentalnim projektima i obezbeđivanje sredstava za pokretanje inovacionih projekata), 2) radna autonomija (visok stepen u kojem su zaposleni u mogućnosti da donose odluke o izvođenju svog posla na način koji smatraju najefikasnijim), 3) nagrade/podsticaji (nagrade i podsticaji povećavaju motivaciju zaposlenih za angažovanje u inovacionim poduhvatima), 4) obezbeđivanje dovoljno vremena za inkubaciju novih ideja, 5) uklanjanje organizacionih barijera, tj. stvarnih i zamišljenih ograničenja, koja sprečavaju ljude da razmatraju probleme van svojih redovnih poslova.

Subramanian i Nilakanta (1996) pružaju pregled studija koje su se bavile, sa jedne strane, uticajem organizacionih faktora na inovacije u organizacijama, a sa druge strane, uticajem organizacionih inovacija na performanse organizacije. Prema ovim autorima, decentralizovana i neformalna organizaciona struktura, visok nivo specijalizacije posla i dovoljna količina organizacionih resursa, smatraju se organizacionim faktorima koji pozitivno utiču na inovativnost. Utvrđeno je da ovi faktori značajno povećavaju broj inovacija i skraćuju vreme potrebno za njihovo usvajanje u organizaciji.

Smith et al. (2008), u svom pregledu literature ukazuju na sledeće faktore koji pozitivno utiču na broj inovacija u organizaciji: 1) organizaciona strategija u koju je inkorporirana težnja ka razvoju inovativnosti, 2) fleksibilna organizaciona struktura, 3) participativni i demokratski stil upravljanja, 4) spremnost za učenjem zaposlenih i rukovodstva, 5) otvorenost i saradnja na svim nivoima organizacije, 6) spremnost da se prihvate nove tehnologije, 7) visoke kompetencije zaposlenih, 8) raspolaganje dovoljnom količinom resursa u vidu novca, materijala i vremena.

Na osnovu pregleda literature, Vučković et al. (2017) ističu sledeće faktore kao ključne za efikasnost procesa korporativnog preduzetništva: 1) organizaciona kultura (promovisanje inovativnosti na svim nivoima organizacije, participativno liderstvo, preuzimanje rizika i visoka motivacija za rad), 2) organizaciona infrastruktura (uključuje ravnu organizacionu strukturu, jasne i konkretne politike, strategije, planove i procedure za upravljanje inovacijama u organizaciji, i na kraju, jednostavne i jasne komunikacione kanale za razmenu informacija u vezi upravljanja inovacijama), 3) organizacioni resursi i sposobnosti (dovoljno ljudskih, materijalnih i finansijskih resursa potrebnih za sprovođenje novih ideja).

Prema Pitić & Vučković (2021), postoji više organizacionih faktora koji pozitivno doprinose inovativnosti u organizaciji. Naime, u njihovom istraživanju je dokazano da kompanije koje češće uvede inovacije proizvoda i procesa ujedno imaju i: 1) formalnu, pisanu poslovnu strategiju, 2) proizvodne ciljeve koji se tiču obima proizvodnje, kvaliteta, efikasnosti, otpada, isporuke na vreme, 3) više od 10 indikatora performansi koji se prate u kompaniji, 4) visoka ulaganja u pribavljanje eksternog znanja, 5) visoka ulaganja u istraživačko-razvojne aktivnosti unutar kompanije, 6) formalni program treninga za stalno zaposlene, 7) sertifikovan sistem upravljanja kvalitetom, 8) razvijenu svest, i rukovodstva i zaposlenih o kompanijnim proizvodnim ciljevima. Istraživanjem je utvrđeno i da velike kompanije češće inoviraju proizvode i procese u odnosu na srednje i male. Takođe je potvrđeno i da su kompanije koje posluju na međunarodnom tržištu sklonije inovacijama od onih koje posluju na lokalnom ili nacionalnom. Autori su dokazali i da kompanije koje teže dostižu svoje proizvodne ciljeve, izlaz iz ove situacije vide u inoviranju poslovnih procesa.

3.3 Pregled rezultata istraživanja uticaja organizacionih faktora na primenu mera energetske efikasnosti

U potpoglavlju 1.3, istaknuto je da se maksimalne energetske uštede u ne-rezidencijalnim zgradama mogu ostvariti jedino kombinacijom tehničkih i organizacionih mera. U istom delu rada, ukazano je i na to da donošenje odluke o primeni mera energetske efikasnosti u organizaciji, ne zavisi samo od njihovih tehničkih karakteristika, već i od brojnih eksternih i internih faktora. Drugim rečima, da bi organizacija usvojila i primenila odgovarajuće mere energetske efikasnosti, neophodno je da prethodno uspostavi sistem upravljanja energijom koji je zasnovan na relevantnim pravilima, procedurama i praksama. Organizacioni faktori su od suštinske važnosti i za automatizuju energetskog sistema. Naime, bez odgovarajuće upravljačke podrške, organizacije nisu u mogućnosti da pravilno procene potrebu za automatizacijom, kao i da optimizuju energetski sistem zgrade (Antunes i dr., 2014). S tim u vezi, neophodno je istražiti faktore koji utiču na funkcionisanje sistema upravljanja energijom u organizaciji, ali prvenstveno na primenu mera energetske efikasnosti.

U naučnoj literaturi su opisane dve vrste faktora koji utiču na donošenje odluke o primeni mera energetske efikasnosti u organizaciji, a to su barijere i pokretači. Barijere (prepreke) se definišu kao faktori koji ometaju ili potpuno onemogućavaju primenu mera energetske efikasnosti u organizaciji. S druge strane, pokretači su faktori koji podstiču i olakšavaju primenu ranije pomenutih mera. Barijere i pokretači mogu biti tehnološke, ekonomske i društvene prirode. Takođe, ovi faktori mogu poticati, kako iz eksternog, tako i internog okruženja (Brown & Sherriff, 2014; Brunke et al., 2014). Sagledavanjem barijera i pokretača primene mera energetske efikasnosti, može se kreirati model upravljanja energijom u organizaciji koji podstiče i podržava primenu pomenutih mera.

U nastavku je dat pregled rezultata originalnih istraživanja, koja su imala za cilj da identifikuju faktore koji pozitivno ili negativno utiču na donošenje odluke o primeni mera energetske efikasnosti u organizaciji. Cilj ovog pregleda je da sumira i objedini sve faktore koje autori istraživanja smatraju najvažnijim za poboljšanje energetske efikasnosti. Naučni radovi, obuhvaćeni pregledom, pronađeni su pomoću veb-pretraživača Google Scholar. Pretraga je vršena kombinacijom sledećih pojmova “energy efficiency factors”, “energy efficiency barriers”, “energy efficiency drivers” sa pojmovima “organization”, “company”, “enterprise”, “non-residential buildings”. Od ponuđenih rezultata pretrage, izabrani su:

- naučni radovi koji prikazuju rezultate originalnih istraživanja, sprovedenih na uzorku od preko 10 organizacija. Naime, u cilju prikupljanja što relevantnijih rezultata, akcenat prilikom pretraživanja je stavljen na ona istraživanja gde su autori proveravali svoje hipoteze na što većem uzorku. S tim u vezi, izabrana su istraživanja gde je uzorkom obuhvaćeno od nekoliko desetina pa do nekoliko hiljada preduzeća.
- naučni radovi objavljeni 2011. godine i kasnije. Okruženje u kojem kompanije posluju, stalno je pod uticajem promena, tako da se i metodologija i praksa menadžmenta menjaju u korak s tim. Među promenama koje su vidljive poslednjih godina, naročito se izdvaja razvoj tehnologije, gde spada i tehnologija u domenu upravljanja energijom. Ne treba zanemariti i zahteve za poštovanjem principa održivog razvoja u poslovanju, koji postaju sve glasnjiji u poslednje vreme. Još jedan razlog zašto stariji radovi nisu obuhvaćeni pregledom je i taj što je prvi međunarodni ISO standard, koji se tiče upravljanja energijom – ISO 50001, objavljen upravo 2011. godine (ISO, 2018). Ovaj standard ima veliki uticaj na organizacije u pogledu uspostavljanja sistema upravljanja energijom. Stoga, opravdano je zaključiti da je objavljivanje Standarda ISO 50001 upravo jedna od prelomnih tačaka u razvoju upravljanja energijom kao menadžment discipline. U vezi sa svim prethodno navedenim, prikazani pregled literature obuhvata isključivo one radove koji uzimaju u obzir faktore savremenog menadžmenta.

Pregledom istraživanja, obuhvaćeni su rezultati 13 studija. Podaci u ovim istraživanjima su prikupljeni kroz ankete u kojima su učestvovali najviši rukovodioci preduzeća ili menadžeri zaduženi za upravljanje energijom. Zadatak učesnika ankete je bio da izdvoje ili rangiraju po važnosti ponuđene barijere ili pokretače primene mera energetske efikasnosti u svojim organizacijama. U nekim istraživanjima je sprovedena i analiza korelacije između određeneih organizacionih karakteristika i praksi, sa jedne strane, i primene mera energetske efikasnosti, s druge strane. Istraživanjima su obuhvaćena mala, srednja i velika preduzeća u Švedskoj, Finskoj, Italiji, Sloveniji, Nemačkoj, Holandiji, Velikoj Britaniji, Francuskoj, Poljskoj, Španiji, Portugaliji, Srbiji i Australiji.

U Tabeli 13, dat je pregled najvažnijih barijera primene mera energetske efikasnosti do kojih se došlo u ranije pomenutim istraživanjima.

Tabela 13. Barijere primene mera energetske efikasnosti u preduzećima

Barijere	Autori istraživanja
Nedostatak finansijskih sredstava i ograničen pristup spoljnim finansijskim podsticajima za primenu mera energetske efikasnosti	Brown & Sherriff, 2014; Brunke et al., 2014; Cagno et al. 2015; Henriques & Catarino, 2016; Meath et al., 2016; Trianni et al., 2016; Sa et al., 2017; Vučković & Džunić, 2023.
Rukovodstvo smatra da energetska efikasnost nije među najvažnijim prioritetima kompanije	Brunke et al., 2014; Cagno et al. 2015; Henriques & Catarino, 2016; Meath et al., 2016; Hrovatin et al., 2021; Blomquist et al. 2022.
Nedostatak informacija o karakteristikama i potencijalnim prednostima mera energetske efikasnosti	Henriques & Catarino, 2016; Trianni et al., 2016; Sa et al., 2017; Blomquist et al. 2022
Averzija rukovodstva i zaposlenih prema promenama	Cagno et al. 2015; Meath et al., 2016; Hrovatin et al., 2021.
Organizacije koje nisu vlasnici zgrada u kojima posluju, nisu voljne da ulažu u mere energetske efikasnosti	Brown & Sherriff, 2014; Meath et al., 2016; Olsthoorn et al., 2017.
Moguće zaustavljanje proizvodnje tokom primene mera energetske efikasnosti	Brunke et al., 2014; Henriques & Catarino, 2016; Sa et al., 2017.
Nedostatak sistematičnosti u procesu kontrole organizacionih performansi	Cagno et al. 2015; Sa et al., 2017.
Komplicovan proces donošenja odluka u organizaciji	Cagno et al. 2015.
Nedostatak svesti rukovodstva i zaposlenih o značaju energetske efikasnosti	Trianni et al., 2016
Nedovoljno stručnog kadra u organizaciji u oblasti upravljanja energijom	Blomquist et al. 2022

Na osnovu Tabele 13, može se uočiti da je najčešće spominjana barijera nedostatak finansijskih sredstava i ograničen pristup spoljnim finansijskim podsticajima za primenu mera energetske efikasnosti. Kao što je opisano u potpoglavlju 1.2, određene mere energetske efikasnosti zahtevaju finansijska ulaganja, koja u nekim slučajevima mogu biti izuzetno velika. Ipak, postoji niz mera koje ne zahtevaju finansijska ulaganja (mere za racionalnu potrošnju energije) ili zahtevaju relativno mala ulaganja (niskobudžetne mere). S tim u vezi, percepcija nedostatka finansijskih sredstava za primenu mera energetske efikasnosti je zapravo posledica nedostatka informacija o merama energetske efikasnosti, koje je moguće primeniti. Takođe, nedostatak informacija proizilazi iz nedovoljno funkcionalnog sistema upravljanja energijom, koji nije u stanju da proaktivno deluje po pitanju poboljšavanja energetske efikasnosti.

Druga najčešće spominjana barijera u istraživanjima je ta što rukovodstvo smatra da energetska efikasnost nije među najvažnijim prioritetima kompanije. Ova barijera se takođe često percipira kao važna usled nedostatka informacija o potencijalima mera energetske efikasnosti, kao i usled nedostatka svesti rukovodstva o značaju održivog razvoja. Posvećenost održivom razvoju je već danas bitan element u stvaranju i održavanju konkurentne prednosti kompanija i za očekivati je da će njegov značaj još više rasti u godinama koje dolaze. S tim u vezi, zanemarivanje energetske efikasnosti je često rezultat neadekvatnog strategijskog upravljanja, koje ne prepoznaje šanse i pretnje u eksternom okruženju.

Među prikazanim barijerama, moguće je uočiti i nekoliko onih koje su rezultat lošeg upravljanja na nivou čitave organizacije i što posledično ima negativan uticaj na primenu mera energetske efikasnosti. Te barijere su nedostatak sistematičnosti u procesu kontrole organizacionih performansi i komplikovan proces donošenja odluka u organizaciji. Takođe, i organizaciona kultura je uzrok postojanja određenih barijera, kao što je već spomenuti nedostatak svesti o energetske efikasnosti, kao i averzija rukovodstva i zaposlenih prema promenama.

Tehnički razlozi mogu biti uzrok određenih barijera za primenu mera energetske efikasnosti. Primera radi, u procesnoj industriji, kao što je prerada metala, zaustavljanje proizvodnje može biti tehnički složeno i skupo. Takođe, u nekim istraživanjima je utvrđeno da organizacije koje nisu vlasnici zgrada u kojima obavljaju posao, nisu voljne ni da sprovedu tehničke mere energetske efikasnosti. Uprkos tome, i u ovakvim slučajevima je moguće sprovesti mere racionalne potrošnje energije, čime se ostvaruju troškovne uštede bez finansijskih ulaganja. Jedna od barijera koja se spominje u istraživanjima je i nedostatak kadrova specijalizovanih za upravljanje energijom u organizaciji. I ovde se rešenje može naći u primeni mera racionalne potrošnje enegije, obzirom na to da za njihovu primenu nije neophodno obimno tehničko znanje.

U Tabeli 14, dat je pregled najvažnijih pokretača primene mera energetske efikasnosti do kojih se došlo u ranije pomenutim istraživanjima.

Tabela 14. Pokretači primene mera energetske efikasnosti u preduzećima

Pokretači	Autori istraživanja
Rast cena energije na tržištu i mogućnost smanjenja troškova poslovanja primenom mera energetske efikasnosti	Thollander et al., 2013; Brunke et al., 2014; Cagno et al. 2015; Meath et al., 2016; Trianni et al., 2016; Blomquist et al. 2022.
Visoka svest i posvećenost rukovodstva i zaposlenih energetskej efikasnosti	Thollander et al., 2013; Brunke et al., 2014; Trianni et al., 2016; König et al., 2020; Hrovatin et al., 2021; Blomquist et al. 2022.
Organizacioni kultura koja podržava otvorenost ka promenama, preuzimanje rizika i inovacije	Brown & Sherriff, 2014; Sa et al., 2017; König et al., 2020; Hrovatin et al., 2021.
Organizacija je definisala dugoročnu energetske strategiju	Brunke et al., 2014; Cagno et al. 2015; Trianni et al., 2016; Blomquist et al. 2022
Organizacija ima pisanu i jasnu poslovnu strategiju, koja prepoznaje značaj održivog razvoja	Sa et al., 2017; König et al., 2020; Vučković & Džunić, 2023
Pritisak kupaca i drugih zainteresovanih strana, kao i zakonske obaveze u domenu zaštite životne sredine	Brown & Sherriff, 2014; Meath et al., 2016; Trianni et al., 2016
Organizacija je definisala indikatore energetske performansi i redovno ih prati, a sprovodi i energetske preglede (temeljnu analizu sistema upravljanja energijom)	Olsthoorn et al., 2017; Hrovatin et al., 2021; Vučković & Džunić, 2023
Veličina firme, tj. veće firme su znatno sklonije primeni mera energetske efikasnosti u odnosu na manje firme	König et al., 2020; Vučković & Džunić, 2023
Dostupnost subvencija i eksterne tehničke podrške za primenu mera energetske efikasnosti	Cagno et al. 2015; Trianni et al., 2016
Organizacija je imenovala menadžera odgovornog za životnu sredinu	Olsthoorn et al., 2017; Vučković & Džunić, 2023.
Proizvodne kompanije u većoj meri primenjuju mere energetske efikasnosti u odnosu na one koje se bave uslugama, mada u nekim istraživanjima je dokazano da pripadnost određenoj privrednoj grani nema uticaja	Brown & Sherriff, 2014; Vučković & Džunić, 2023
Vrednost energetske uštede, tj. što su veće potencijalne uštede, organizacije su sklonije primeni mera energetske efikasnosti.	Brown & Sherriff, 2014
Organizacija je definisala strategijske ciljeve među kojima i one koji se tiču pitanja životne sredine i klimatskih promena	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija je definisala ciljeve koji se tiču obima, kvaliteta, efikasnosti i ažurnosti proizvodnje i smanjenja otpada	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija je definisala indikatore poslovnih performansi i redovno ih prati	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija poseduje sertifikat o usaglašenosti poslovanja sa međunarodnim standardima kvaliteta	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija posluje uglavnom na međunarodnom tržištu	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija je definisala ciljeve u vezi potrošnje energije	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija se pridržava međunarodnih standarda za upravljanje energijom	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija redovno sprovodi inovacije u domenu svojih proizvoda i procesa	Vučković & Džunić, 2023
Organizacija koristi energiju iz obnovljivih izvora	Olsthoorn et al., 2017
Energetski intenzitet kompanije, tj. što je kompanija energetski intenzivnija, to je verovatnije da će primeniti mere energetske efikasnosti	Hrovatin et al., 2021
Organizacija poseduje iskustvo u primeni mera energetske efikasnosti, tj. primenjivala ih je u prošlosti	König et al., 2020

U Tabeli 14, među najčešće pominjanim pokretačima primene mera energetske efikasnosti, nalazi se nekoliko eksternih faktora. U pitanju su faktori koji potiču iz spoljnog okruženja organizacije i tu se ubrajaju porast cena energije na tržištu, dostupnost subvencija i tehničke podrške, pritisak kupaca i drugih zainteresovanih strana, kao i zakonske obaveze u domenu zaštite životne sredine. Ipak, postojanje ovih faktora, samo po sebi, ne mora uticati na donošenje odluke o primeni pomenutih mera. Naime, organizacija mora da poseduje odgovarajuće upravljačke kapacitete kako bi uočila i pravilno procenila ove faktore, te preduzela odgovarajuće aktivnosti u skladu sa njima. S tim u vezi, eksterni faktori su pokretači primene mera energetske efikasnosti, ali samo u kombinaciji sa internim faktorima.

Kao pokretače iz domena organizacionog upravljanja u celini, moguće je izdvojiti:

- Organizacija ima pisanu i jasnu poslovnu strategiju, koja prepoznaje značaj održivog razvoja;
- Organizacija je definisala stratezijske ciljeve među kojima i one koji se tiču pitanja životne sredine i klimatskih promena;
- Organizacija je definisala ciljeve koji se tiču obima, kvaliteta, efikasnosti i ažurnosti proizvodnje i smanjenja otpada;
- Organizacija redovno sprovodi inovacije u domenu svojih proizvoda i procesa;
- Organizacija poseduje sertifikat o usaglašenosti poslovanja sa međunarodnim standardima kvaliteta.

Ovi faktori ukazuju na postojanje sistematičnosti u organizacionom upravljanju, te je samim tim organizacija usmerena na korišćenje prilika iz okruženja, kao i stalno poboljšavanje organizacionih kapaciteta. Takva organizacija je sklonija da primenu mera energetske efikasnosti prepozna kao šansu za razvoj celokupnog poslovanja.

Kada je reč o pokretačima u domenu energetske menadžmenta, izdvajaju se:

- Organizacija je definisala dugoročnu energetske strategiju;
- Organizacija je definisala indikatore energetske performansi i redovno ih prati, a sprovodi i energetske preglede (temeljnu analizu sistema upravljanja energijom);
- Organizacija je imenovala menadžera odgovornog za životnu sredinu;
- Organizacija je definisala ciljeve u vezi potrošnje energije;
- Organizacija se pridržava međunarodnih standarda za upravljanje energijom.

Faktori energetske menadžmenta podstiču implementaciju mera energetske efikasnosti pružajući strukturiran pristup razumevanju, kontroli i smanjenju potrošnje energije.

Istraživanja, čiji su rezultati prikazani u Tabeli 14, prepoznala su i nekoliko pokretača koji se tiču organizacione kulture. Naime, ustanovljeno je da su organizacije koje prihvataju i podstiču inovacije sklonije primeni mera energetske efikasnosti, obzirom na to da ove mere takođe predstavljaju oblik organizacionog poboljšanja. Takođe, organizacije koje su prepoznale značaj održivog razvoja i poseduju visoku svest o tome, češće primenjuju mere energetske efikasnosti u odnosu na ostale organizacije. Dodatno, organizacije koje su u prošlosti sprovodile poboljšanja energetske efikasnosti, kao i one koje koriste obnovljivu energiju, pokazuju da poseduju visoku svest o održivom razvoju. Samim tim, veća je verovatnoća da će ove organizacije primenjivati mere energetske efikasnosti u budućnosti.

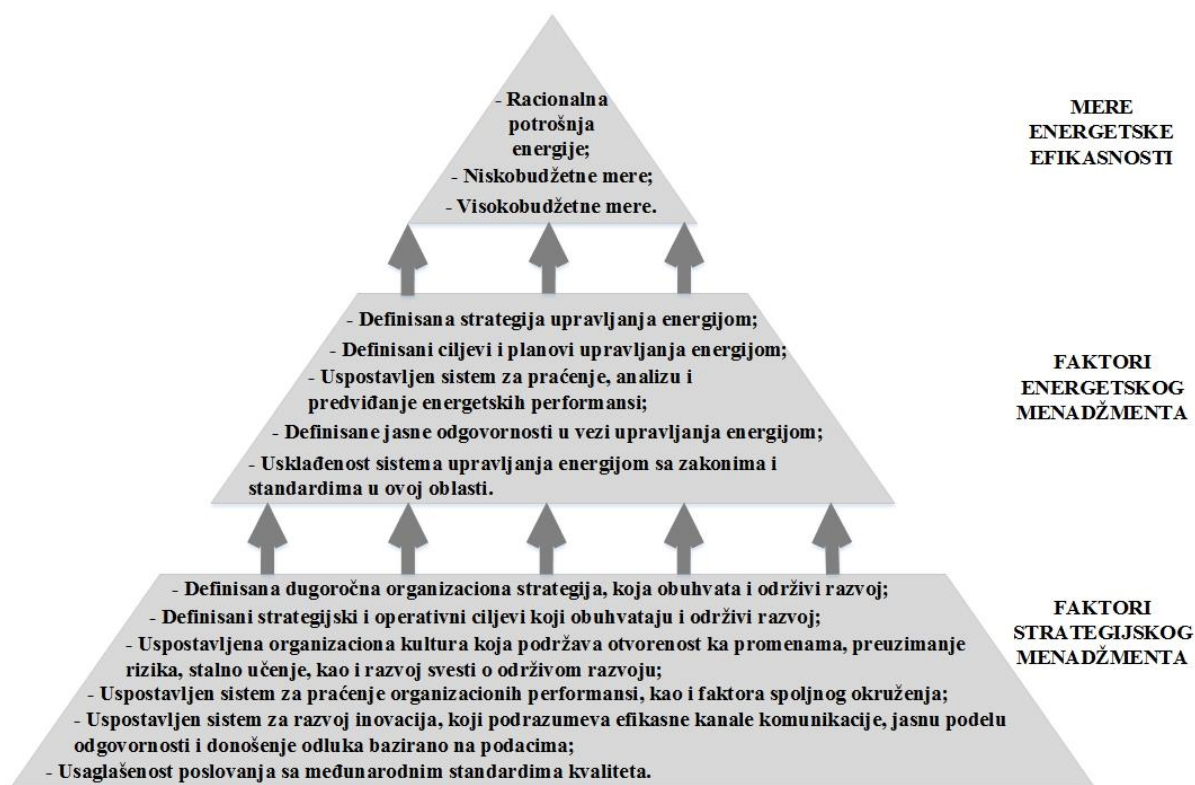
U pojedinim prikazanim istraživanjima, veličina potencijalnih ušteda predstavlja faktor koji pozitivno doprinosi primeni mera energetske efikasnosti. Naime, što su potencijalne uštede veće, to su i organizacije spremnije da primene pomenute mere. Ova pravilnost je potpuno razumljiva, obzirom na to da se većina odluka u kompaniji sagledava kroz prizmu finansijskih troškova i koristi. Takođe, što je organizacija veći potrošač energije, to je i spremnija da sprovede mere energetske efikasnosti. U ovim organizacijama, potrošnja energije predstavlja veliku troškovnu stavku, pa bi i primena mera energetske efikasnosti mogla da dovede do značajnih finansijskih ušteda. Proizvodne kompanije su energetski intenzivnije od uslužnih, pa se zato smatra da češće primenjuju mere energetske efikasnosti. Ipak, usvajanje mera energetske efikasnosti može unaprediti poslovanje, kako proizvodnih, tako i uslužnih kompanija.

Primena mera energetske efikasnosti je češća u velikim kompanijama, gledano po broju zaposlenih. Naime, velike kompanije obično troše i veliku količinu energije, pa samim tim, nastoje da smanje troškove u ovoj oblasti što je više moguće. Takođe, velike kompanije, za razliku od malih i srednjih, često imaju dovoljno finansijskih sredstava za sprovođenje visokobudžetnih mera energetske efikasnosti. Međutim, treba napomenuti da mnoge mere energetske efikasnosti zahtevaju minimalna ulaganja, a ponekad su i potpuno besplatne, pa ih mogu primeniti i organizacije sa manjim finansijskim resursima (Vučković & Džunić, 2023).

Međunarodne kompanije češće primenjuju mere energetske efikasnosti u odnosu na kompanije koje posluju na lokalnim ili nacionalnim tržištima. Naime, međunarodne kompanije se takmiče sa značajnim brojem jačih konkurenata nego lokalne ili nacionalne kompanije, pa više vode računa o svojim troškovima i teže da unaprede efikasnost gde god je to moguće. Činjenica je da visoki troškovi energije čine krajnje proizvode skupljim i smanjuju konkurentnost kompanija, bez obzira na tržište na kojem posluju. Stoga, poboljšavanje energetske efikasnosti može biti način da kompanije ojačaju svoju međunarodnu poziciju, ali i ubrzaju razvoj na lokalnim i/ili nacionalnim tržištima (Vučković & Džunić, 2023).

3.4 Faktori strategijskog i energetskeg menadžmenta koji utiču na primenu mera energetske efikasnosti u organizaciji

Sistem upravljanja energijom nije odvojen od sistema upravljanja čitavom organizacijom. Drugim rečima, sistem upravljanja energijom je deo celokupnog organizacionog sistema. Stoga, svako poboljšanje u domenu upravljanja energijom, mora da bude zasnovano na strategijama, ciljevima i planovima na nivou čitave organizacije. Takođe, digitalna transformacija sistema upravljanja energijom, mora da bude deo sveukupnih napora organizacije da sprovede digitalnu transformaciju u svim aspektima svog poslovanja. Iz navednog proizilazi da implementacija mera energetske efikasnosti, kao i digitalna transformacija sistema upravljanja energijom počivaju na faktorima strategijskog i energetskeg menadžmenta (Slika 2).



Slika 2. Hijerarhija faktora strateškog i energetske menadžmenta koji doprinose primeni mera energetske efikasnosti u organizaciji

Slika 2 prikazuje hijerarhiju najvažnijih organizacionih faktora koji utiču na primenu mera energetske efikasnosti u organizacijama. Sa slike se može videti da faktori strateškog menadžmenta predstavljaju osnovu za upravljanje energijom u organizaciji. Takođe, faktori upravljanja energijom predstavljaju osnovu za sprovođenje konkretnih mera energetske efikasnosti. Prikazana hijerarhija faktora je kreirana na osnovu rezultata istraživanja, prikazanih u Tabelama 13 i 14.

Strateški menadžment predstavlja osnovu na kojoj se zasniva upravljanje pojedinačnim funkcionalnim oblastima u organizaciji. Strategije, ciljevi i planovi na nivou čitave organizacije, sprovode se u delo kroz implementaciju strategija, ciljeva i planova na nivou pojedinačnih odeljenja i poslovnih procesa. Stoga, i upravljanje energijom proističe iz strateškog menadžmenta. Upravljanje energijom postaje jedan od strateških prioriteta onda kada se uskladi sa širim ciljevima kompanije, kao što su smanjenje troškova, poboljšanje održivosti ili povećanje konkurentnosti. Uključivanje upravljanja energijom u organizacione strategije omogućava da se neophodni resursi (budžet, osoblje i tehnologija) optimalno raspodele kako bi podržali inicijative za poboljšanje energetske efikasnosti. Takođe, strateški menadžment podstiče usvajanje dugoročnih mera za uštedu energije koje idu dalje od kratkoročnog smanjenja troškova. U suštini, strateški menadžment pruža okvir kompanijama da integrišu upravljanje energijom u svoju ukupnu poslovnu strategiju, osiguravajući da su odluke vezane za energiju usklađene sa dugoročnim ciljevima, ograničenim resursima i tržišnom dinamikom.

Primena konkretnih mera energetske efikasnosti zavisi i od strategija, ciljeva i planova, definisanih na nivou upravljanja energijom u organizaciji. Naime, upravljanje energijom uključuje sprovođenje temeljne procene obrazaca potrošnje energije u kompaniji, identifikovanje oblasti neefikasnosti i kvantifikaciju potencijalnih ušteda. Ovaj pristup, zasnovan na podacima, pruža osnovu za implementaciju adekvatnih mera energetske efikasnosti. Upravljanje energijom igra ključnu ulogu i u podizanju svesti zaposlenih o energetskej efikasnosti i pružanju neophodne obuke za podršku primeni pomenutih mera. Sveukupno gledano, upravljanje energijom služi kao organizacioni okvir koji podstiče i podržava primenu mera energetske efikasnosti.

U nastavku će uticaj faktora strategijskog i energetskeg menadžmenta na primenu mera energetske efikasnosti biti detaljnije opisan. Takođe, biće prikazana i uloga ovih faktora u digitalnoj transformaciji sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama.

3.4.2 Faktori strategijskog menadžmenta

Efikasno upravljanje energijom može dovesti do značajnih ušteda troškova, povećavajući profitabilnost kompanije i unapređujući njenu konkurentnost na tržištu. S tim u vezi, na Slici 2 su prikazani faktori strategijskog menadžmenta koji pozitivno doprinose primeni mera energetske efikasnosti u organizaciji. Detaljnije objašnjenje svakog od faktora je dato u nastavku.

- *Definisana dugoročna organizaciona strategija, koja obuhvata i održivi razvoj*

Kompanije koje imaju jasnu, pisanu i formalizovanu organizacionu strategiju, češće primenjuju mere energetske efikasnosti. Naime, kompanije koriste strategiju da definišu pravac svog dugoročnog poslovanja, kao i načine za ostvarivanje održive konkurentske prednosti. U tom smislu, kompanije kroz svoje strategije, između ostalog, izražavaju posvećenost postizanju poslovne efikasnosti, a poslednjih godina i posvećenost smanjenju potrošnje energije i ekološkog otiska. Dakle, organizaciona strategija je okvir gde se definišu namere kompanije u pogledu njenih ključnih aspekata rada i, shodno tome, predstavlja osnovu za sve aktivnosti organizacionog poboljšanja. Odavde sledi i da primena mera energetske efikasnosti u kompaniji počiva upravo na organizacionoj strategiji, koja prepoznaje održivi razvoj kao svoj integralni deo (Sa et al., 2017; König et al., 2020; Vučković & Džunić, 2023). Po istom principu, i digitalna transformacija kao jedan vid organizacionih poboljšanja, takođe počiva na postojanju dugoročne i formalizovane strategije.

- *Definisani strategijski i operativni ciljevi koji obuhvataju i održivi razvoj*

Postojanje strategijskih ciljeva u organizaciji, među kojima i onih koji se tiču ekoloških pitanja, takođe pozitivno utiče na donošenje odluke o sprovođenju mera energetske efikasnosti. Naime, organizaciona strategija se operacionalizuje definisanjem konkretnih, merljivih, dostižnih i vremenski određenih strategijskih ciljeva. U pitanju su ciljevi kojima se opisuje stanje koje kompanija nastoji da dostigne u periodu od 2 do 5 godina. U skladu s tim, organizacije koje su svesne važnosti smanjenja potrošnje energije za ukupno poslovanje, kreiraju strateške ciljeve u vezi energetske efikasnosti. Primena konkretnih mera energetske efikasnosti direktno zavisi od strateških ciljeva organizacije. Optimalan izbor i planiranje mera, mogu se izvršiti jedino ukoliko se prethodno definišu očekivane koristi koje te mere treba da donesu organizaciji (Vučković & Džunić, 2023). Osim strategijskih ciljeva, važnu ulogu u primeni mera energetske efikasnosti, imaju i operativni ciljevi. Definisanje proizvodnih ciljeva u vezi sa obimom proizvodnje, kvalitetom, efikasnošću, otpadom i pravovremenom isporukom ima pozitivan uticaj na primenu mera energetske efikasnosti u organizaciji. Naime, ciljevi organizacije treba da podrazumevaju efektivnost i efikasnost u obavljanju poslovnih aktivnosti. Efikasnost se meri kao odnos uložених

resursa i postignutih rezultata, a organizacije teže da izrađuju svoje proizvode po najnižim mogućim troškovima. Troškovi energije u zgradama i proizvodnim procesima takođe doprinose ukupnim troškovima organizacije. Stoga, organizacije koje teže proizvodnoj efikasnosti takođe teže i energetske efikasnosti. Drugim rečima, organizacije koje definišu jasne i precizne proizvodne ciljeve, nastoje da unaprede i energetske efikasnost, čime smanjuju svoje ukupne troškove (Vučković & Džunić, 2023). Definisanje strategijskih i operativnih ciljeva organizacije može u današnje vreme biti značajno poboljšano kroz digitalnu transformaciju. Naime, “pametni” merači i senzori, koji su deo automatizovanog energetskog sistema, prikupljaju veliku količinu podataka, koji mogu pomoći u predviđanju energetskih performansi i troškova i, shodno tome, definisanju strategijskih i operativnih ciljeva.

- *Uspostavljena organizaciona kultura koja podržava otvorenost ka promenama, preuzimanje rizika, stalno učenje, kao i razvoj svesti o održivom razvoju*

Organizaciona kultura, zasnovana na inovacijama, igra ključnu ulogu, kako u sprovođenju mera energetske efikasnosti, tako i u digitalnoj transformaciji. Kultura inovacija podstiče stalno poboljšavanje, ohrabrujući zaposlene da traže i implementiraju nove tehnologije koje mogu poboljšati energetske efikasnost i ubrzati digitalnu transformaciju. Ovaj pristup podstiče proaktivno prepoznavanje neefikasnosti i istraživanje novih rešenja. Kultura inovacija često se poklapa sa ciljevima održivosti, čineći energetske efikasnost prirodnim prioritetom. Organizacije koje cene inovacije, sklonije su ulaganju u održive tehnologije i prakse koje smanjuju negativan uticaj na životnu sredinu (Brown & Sherriff, 2014; Sa et al., 2017; König et al., 2020; Hrovatin et al., 2021). Više reči o ulozi organizacione kulture u digitalnoj transformaciji sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, biće u poglavlju 4.

- *Uspostavljen sistem za praćenje organizacionih performansi, kao i faktora spoljnog okruženja*

Praćenje pokazatelja poslovnog učinka u organizaciji je još jedan faktor koji pozitivno utiče na primenu mera energetske efikasnosti u organizacijama. Naime, ovi pokazatelji uključuju merenje različitih aspekata organizacionog učinka, uključujući i one vezane za poslovnu efikasnost. Organizacije koje nastoje da imaju uvid u efikasnost poslovanja, tj. potrošnju resursa u odnosu na postignute performanse, neminovno nastoje da sagledaju i troškove energije. Uvid u potrošnju i troškove energije je preduslov za uočavanje prostora za unapređenje energetske efikasnosti. Dakle, samo organizacije koje su svesne svojih troškova i performansi, težiće ka unapređenju ukupne efikasnosti organizacije sprovođenjem mera energetske efikasnosti (Cagno et al. 2015; Sa et al., 2017. Vučković & Džunić, 2023). Primenom tehnologije zasnovane na Internetu “stvari”, kao što su “pametni” merači i senzori, kao i napredne tehnologije za obradu i analizu podataka (Koncept “Velikih podataka” i veštačka inteligencija) praćenje i analiza organizacionih performansi može postati automatizovano. Kada je reč o eksternim faktorima poput cene energije na tržištu, organizacija mora uspostaviti sistem za praćenje svih relevantnih faktora, kako bi na vreme uočila i odreagovala prilagođavanjem svog energetskog sistema.

- *Usaglašenost poslovanja sa međunarodnim standardima kvaliteta*

Organizacije sa sertifikovanim međunarodnim standardom za upravljanje kvalitetom, sklonije su primeni mera energetske efikasnosti. Naime, ovi standardi propisuju uspostavljanje sistema upravljanja u organizaciji zasnovanog na principima koji, između ostalog, podrazumevaju sprovođenje stalnih poboljšavanja. Ova stalna poboljšavanja se sprovode da bi se zadovoljile potrebe korisnika, ali i unapredila organizaciona efikasnost. U tom smislu, organizacije čiji su sistemi upravljanja usklađeni sa međunarodnim standardima za upravljanje kvalitetom, sistematski traže mogućnosti za stalno poboljšavanje, a mere energetske efikasnosti se prepoznaju kao jedna od takvih mogućnosti (Vučković & Džunić, 2023).

- *Uspostavljen sistem za razvoj inovacija, koji podrazumeva efikasne kanale komunikacija, jasnu podelu odgovornosti i donošenje odluka bazirano na podacima*

Organizacije koje često sprovode inovacije proizvoda i/ili procesa, takođe su sklonije implementaciji mera energetske efikasnosti. Ovaj rezultat se može tumačiti činjenicom da savremeno poslovno okruženje zahteva od kompanija da budu inovativne, kako bi se izborile sa konkurencijom. Organizacije koje imaju svest o važnosti inovacija, nastoje da pronađu i iskoriste sve prilike za poboljšanje koje postoje u njihovim poslovnim procesima. Shodno tome, proaktivne organizacije uspevaju da prepoznaju potencijal koji donose mere energetske efikasnosti, koje poput inovacija, predstavljaju jedan vid organizacionog poboljšanja (Vučković & Džunić, 2023). Svakako, digitalna transformacija, kao još jedan vid organizacione promene, češće se sreće u onim organizacijama otvorenim ka inovacijama (Pitić et al., 2018). Sistem inovacija u organizaciji treba da bude podržan odgovarajućom organizacionom infrastrukturom, što podrazumeva efikasne kanale komunikacije, fleksibilnu organizacionu strukturu, jasnu podelu odgovornosti, donošenje odluka na osnovu podataka i otvorenost prema promenama (Hornsby et al., 1993; Subramanian & Nilakanta, 1996; Smith et al., 2008; Vučković et al., 2017).

3.4.3 Faktori energetske menadžmenta

Sistem menadžmenta se definiše kao organizaciona struktura, odgovornosti, prakse, procesi, aktivnosti i resursi, potrebni za razvoj, primenu, postizanje i održavanje politike i ciljeva organizacije (Filipović & Đurić, 2010). Drugim rečima, to je skup međusobno povezanih i uzajamno delujućih elemenata, namenjen rukovođenju i upravljanju organizacijom radi postizanja ciljeva ili ishoda u određenoj oblasti (kvalitet, zdravlje i bezbednost, životna sredina, energija, finansije, bezbednost hrane, marketing, ljudski resursi, društvena odgovornost itd.) (Filipović & Đurić, 2010).

Zrelost određenog procesa predstavlja nivo do kojeg je taj proces jasno definisan, potom, kako se njime upravlja, mere njegovi rezultati, kontroliše njegov tok i koliko je efikasan. Modeli zrelosti omogućavaju organizaciji da sagleda svoje nedostatke na nivou pojedinačnog procesa i da potom, na osnovu toga, preduzme mere za poboljšanje. Zrelost određenog sistema menadžmenta predstavlja meru kvaliteta prakse upravljanja određenim aspektom organizacije, što se najčešće ogleda u nivou jasnoće definisanja ciljeva i odgovornosti, stepenu upotrebe relevantnih metoda i tehnika, načinu komunikacije, itd (Mihić et al., 2015; Vučković, 2018). Modeli zrelosti identifikuju snage i slabosti organizacije u vezi sa praksom upravljanja u određenoj oblasti. Podaci prikupljeni analizom zrelosti, koriste se za benčmarking, kao i za praćenje razvoja prakse upravljanja tokom vremena. Zrelost određenog procesa ili sistema menadžmenta direktno pozitivno utiče na performanse pomenutog procesa ili sistema menadžmenta. Drugim rečima, procesi ili sistemi menadžmenta koji imaju viši nivo zrelosti, ostvaruju i bolje rezultate u odnosu na one sa nižim nivoom (Mihić et al., 2015; Vučković, 2018).

U literaturi je opisano više modela zrelosti upravljanja energijom, ali se svi uglavnom zasnivaju na principima međunarodnog standarda za upravljanje energijom - ISO 50001 (Vučković, 2018). Metodologija prikazana u standardu se zasniva na PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) ciklusu ili u prevodu, ciklusu Planiraj-Uradi-Proveri-Deluj (ISO, 2018). Drugim rečima, ova metodologija ukazuje da je u sistemu upravljanja energijom potrebno definisati energetske politiku i ciljeve, sprovoditi ih, proveravati njihovo sprovođenje i po potrebi preduzimati odgovarajuće preventivne i korektivne mere, kao i mere za stalno poboljšavanje (ISO, 2018). Pomenuti modeli ističu značaj postizanja visokog nivoa zrelosti upravljanja energijom kao preduslova za unapređenje energetske efikasnosti u organizacijama (Vučković, 2018).

Osim što pozitivno doprinosi primeni mera energetske efikasnosti, visok nivo zrelosti energetskeg menadžmenta ima pozitivan uticaj i na nivo ostvarenih energetskeg ušteda nakon tih mera. Vučković (2018) je kroz istraživanje projekata energetske efikasnosti u javnim zgradama dokazao da organizacije koje imaju viši nivo zrelosti energetskeg menadžmenta, ostvaruju i veće uštede energije kao rezultat pomenutih projekata. Naime, sama primena mera energetske efikasnosti ne garantuje i da će sve planirane energetske uštede biti ostvarene. Mere energetske efikasnosti pružaju mogućnost za ostvarivanje ušteda, a da li će one i u kojoj meri biti ostvarene, zavisi od upravljanja energijom u post-projektnom periodu (Vučković, 2011; Vučković et al., 2020). Istraživanjem je pokazano da organizacije koje nemaju uspostavljen funkcionalan sistem upravljanja energijom, nedovoljno racionalno troše energiju što dovodi do ušteda manjih od planiranih. S druge strane, organizacije koje na sistematski i organizovan način upravljaju energijom, ostvaruju uštede i veće od planiranih (Vučković, 2018).

U nastavku su opisani faktori energetskeg menadžmenta, za koje su istraživanja ustanovila da pozitivno doprinose primeni mera energetske efikasnosti u organizacijama.

- *Definisana strategija upravljanja energijom*

Energetska strategija pruža jasan pravac i okvir za postizanje ciljeva energetske efikasnosti. Ona definiše prioritete, ciljeve i potrebne akcije, osiguravajući da organizacija ostane usmerena na sistematsko sprovođenje mera energetske efikasnosti. Dobro definisana energetska strategija omogućava da energetska efikasnost bude usklađena sa širim poslovnim ciljevima organizacije. Energetska strategija često uključuje mehanizme za praćenje, evaluaciju i unapređenje mera energetske efikasnosti tokom vremena. Ovaj proces stalnog poboljšavanja osigurava da organizacija ne samo usvoji, već i održava i unapređuje praksu energetske efikasnosti (Brunke et al., 2014; Cagno et al. 2015; Trianni et al., 2016; Blomquist et al. 2022).

- *Definisani ciljevi i planovi upravljanja energijom*

Definisanje ciljeva upravljanja energijom (energetskih ciljeva) omogućava da se energetskim sistemom zgrade upravlja na organizovan način. Energetskim ciljevima se definiše željeno stanje energetskeg sistema koje organizacija želi da ostvari u budućnosti. Ovi ciljevi su užii od strategijskih ciljeva. Za razliku od strategijskih ciljeva koji se tiču dugoročnog razvoja organizacije kao celine, energetski ciljevi se odnose na elemente energetskeg sistema organizacije (Vučković, 2018; Vučković & Džunić, 2023). Energetske ciljeve moraju da prate i odgovarajući planovi kojima se pomenuti ciljevi sprovode u delo. Ovim planovima se definiše tip mera energetske efikasnosti koje treba primeniti, kao i način njihove implementacije. Planovima se takođe može definisati i pristup digitalizaciji energetskeg sistema u zgradi.

- *Uspostavljen sistem za praćenje, analizu i predviđanje energetskeg performansi*

Praćenje potrošnje energije u organizaciji se može obavljati na više načina. Najlakše je potrošnju energije pratiti putem računa za potrošenu energiju ili nabavljene energente, koje organizacija dobija od isporučilaca ovih dobara. Iako sadrže neke od najbitnijih informacija, računi, ipak ne pružaju uvid u kompletno stanje energetskeg sistema. S tim u vezi, postoji mogućnost praćenja potrošnje energije i putem dodatne opreme, kao što su kalorimetri, digitalni termometri, termovizijska oprema itd (Vučković, 2018). U ovu svrhu, danas se koriste i uređaji sposobni da pruže prilagođen i dubinski uvid u stanje energetskeg sistema, kao što su “pametni” merači”. U eri Interneta “stvari”, velika količina podataka se može prikupiti i pomoću raznih senzora koji sagledavaju, ne samo termalne uslove u zgradi, već i ponašanje korisnika. Mobilne aplikacije koje koriste tehnologiju proširene stvarnosti, dodatno mogu unaprediti prikupljanje informacija o stanju određenih instalacija i uređaja. Radi kompletnijeg uvida u performanse sistema i njihovog praćenja, primenjuju se i odgovarajući energetski indikatori.

Ovi indikatori najčešće stavljaju u odnos količinu potrošene energije u određenom periodu i konstantne veličine poput površine zgrade, broja njenih korisnika, vremena rada sistema itd. Takođe, energetske indikatore se dodatno mogu uzeti u obzir i faktori poput spoljnih temperatura ili stepena iskorišćenosti energetskog sistema (Vučković, 2018; Vučković & Džunić, 2023). Još jedan važan aspekt praćenja energetske performansi je poređenje prošle i sadašnje potrošnje energije, kao i predviđanje buduće potrošnje. Poređenjem prošle i sadašnje potrošnje energije se omogućava organizaciji da uoči postojanje nedostataka u energetskom sistemu i da preduzme aktivnosti ka utvrđivanju uzroka tih nedostataka. Nakon utvrđivanja uzroka, moguće je preduzeti odgovarajuće korektivne mere, kao i mere za poboljšanje. Procena buduće potrošnje energije predstavlja osnovu za definisanje i sprovođenje konkretnih ciljeva, planova i aktivnosti, koje treba da doprinesu optimalnim performansama energetskog sistema (Vučković, 2018). Razvoj veštačke inteligencije u domenu upravljanja energijom, omogućio je veoma precizno predviđanje budućih stanja energetskog sistema, čime se doprinosi donošenju optimalnih odluka u domenu izbora mera energetske efikasnosti koje će biti primenjene. Vođenje odgovarajuće evidencije omogućava da se pokazatelji efikasnosti potrošnje energije prate tokom vremena i shodno tome, uoče određeni nedostaci ili mogućnosti za poboljšanje. Takođe, postojanje zapisa o potrošnji energije i drugim energetske indikatore, predstavlja osnovu za vršenje procena buduće potrošnje, obzirom na to da se pomenuta procena delimično zasniva i na podacima o prethodnoj potrošnji (Vučković, 2018).

- *Definisane jasne odgovornosti u vezi upravljanja energijom*

Izbor predstavnika rukovodstva ili menadžera za upravljanje energijom u organizaciji podrazumeva imenovanje osobe koja bi imala ovlašćenja i odgovornosti u pogledu prikupljanja podataka o potrošnji energije i drugim performansama energetskog sistema, analiziranja prikupljenih podataka, priprema predloga o upravljanju energijom za najviše rukovodstvo, promovisanja svesti u organizaciji o energetskoj efikasnosti itd. Takođe, menadžer za upravljanje energijom bi bio odgovoran i za praćenje trendova u svetu u domenu upravljanja energijom, naročito u domenu razvoja tehnologije. Menadžer upravljanja energijom bi bio zadužen i za prikupljanje i analizu informacija o potencijalnim merama energetske efikasnosti i informisanje rukovodstva o eventualnim troškovima i koristima primene ovih mera (Olsthoorn et al., 2017; Vučković, 2018; Vučković & Džunić, 2023).

- *Usklađenost sistema upravljanja energijom sa zakonima i standardima u ovoj oblasti*

Upoznatost sa zakonskim propisima predstavlja preduslov za njihovo poštovanje, čime se doprinosi optimalnom upravljanju energetskim sistemom (Vučković, 2015). U tesnoj vezi s ovim je i upoznatost sa zahtevima Standarda za sistem menadžmenta energijom – ISO 50001. Ipak, sama upoznatost sa zahtevima zakona i standardima nije dovoljna da bi se unapredila zrelost upravljanja energijom. Naime, da bi organizacije maksimalno unapredile zrelost energetskog menadžmenta i, samim tim, primenjivale više mera energetske efikasnosti, neophodno je puno poštovanje zahteva relevantnih zakona i propisa, kao i Standarda ISO 50001. Kao što je ranije pomenuto, Standard ISO 50001 zahteva od preduzeća da na organizovan i sistematski način upravljaju energijom, pridržavajući se PDCA ciklusa. Na ovaj način, poboljšanje energetske efikasnosti u organizacijama prestaje da bude *ad hoc* aktivnost, već postaje stalan proces u kome svi zaposleni učestvuju (Vučković, 2015; 2018).

4. ULOGA ORGANIZACIONE KULTURE U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI SISTEMA UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA

4.1 Organizaciona kultura i inovacije

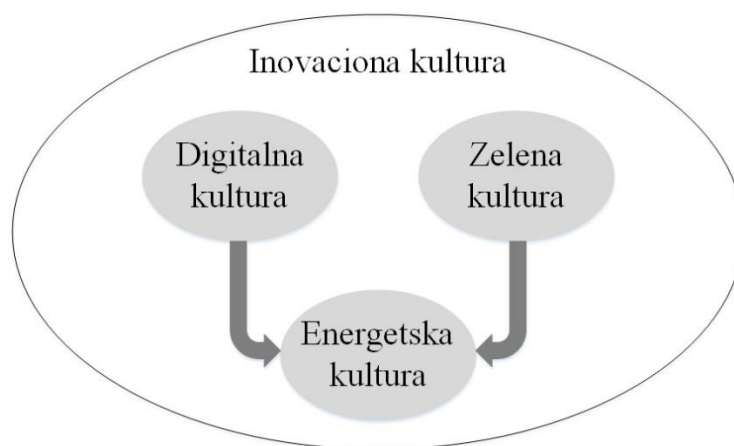
Organizaciona kultura predstavlja skup suštinskih vrednosti, uverenja i stavova, koje dele članovi jedne organizacije. Ona predstavlja “vezivno tkivo” organizacije, prožima sve aspekte njenog rada i ima ključni uticaj na donošenje odluka, upravljanje procesima, međuljudske odnose i odnose organizacije sa okruženjem. Izvor organizacione kulture predstavljaju njeni osnivači i rukovodioci. Oni urezuju u organizaciju svoja uverenja, stavove i vrednosti i predstavljaju primer koji zaposleni potom slede (Schein, 2010; Shahzad et al., 2012). Empirijski dokazi sugerišu da organizaciona kultura ima veći doprinos upravljanju znanjem i organizacionoj efikasnosti od organizacione strategije i strukture. Naime, kultura organizacije snažno utiče na ponašanje zaposlenih izvan formalnih sistema kontrole, procedura i autoriteta. Kao takva, organizaciona kultura je moćno sredstvo za postizanje željenih organizacionih rezultata (Hogan & Coote, 2014).

Kompanije trenutno posluju u okruženju koje se odlikuje sve jačom globalnom konkurencijom, promenljivim zahtevima kupaca, brzim tehnološkim promenama i neizvesnošću. U ovom kontekstu, inovacije se smatraju ključnim za postizanje održive konkurentске prednosti kompanije. Naime, inovativne kompanije su fleksibilnije i mogu brže reagovati na promene (Naranjo-Valencia et al., 2016; Tian et al., 2018). Pomoću inovacija, kompanije mogu poboljšati postojeće ili razviti nove proizvode i usluge, unaprediti efikasnost svojih poslovnih procesa, ali i transformisati čitavo poslovanje kroz razvoj novih poslovnih modela. Razvojem inovacija, kompanije nastoje da izađu u susret potrebama kupaca na bolji način nego konkurencija i tako ojačaju svoju tržišnu poziciju i ostvare veći prihod. Takođe, inovacijama u domenu poslovnih procesa, moguće je unaprediti njihovu efikasnost, a time i smanjiti troškove poslovanja (Poškienė, 2006; Dobni, 2008; Tian et al., 2018).

Inovativnost određene organizacije u velikoj meri zavisi od njene kulture. Inovaciona kultura se definiše kao skup ponašanja, stavova i uverenja zaposlenih, kojima se podstiče i podržava razvoj novih ili poboljšanih proizvoda, procesa i poslovnih modela u organizaciji. Inovaciona kultura podrazumeva da u organizaciji postoji svest o neophodnosti razvoja inovacija, osmišljavanje novih ideja se aktivno podstiče i podržava, a otpori sprovođenju inovacijama se uspešno savladavaju (Dobni, 2008; Villaluz & Hechanova, 2019). Karakteristike inovacione kulture su bile predmet brojnih istraživanja (Büschgens et al., 2013; Williams, 2013; Naranjo-Valencia et al., 2016; Vučković et al., 2017; Tian et al., 2018). Sumirajući njihove rezultate, moguće je prepoznati određene zajedničke karakteristike inovacione kulture, koje su prisutne u svakoj organizaciji gde ovakva kultura postoji. Te karakteristike su:

- usmerenost organizacije na potrebe kupaca/korisnika;
- podsticanje kreativnosti kod zaposlenih i davanje autonomije u razvoju inovacija;
- učešće zaposlenih u odlučivanju i liderstvo na bazi ličnog primera;
- otvorenost ka promenama i ohrabrivanje preuzimanja rizika;
- poboljšanje zadovoljstva, a time i motivacije zaposlenih;
- organizaciona prilagodljivost;
- jasna organizaciona vizija i doslednost u njenom ostvarivanju;
- otvorena komunikacija, timski rad i međusektorska saradnja;
- stalno usavršavanje rukovodilaca i zaposlenih.

Organizacije koje nastoje da sprovedu digitalnu transformaciju sistema upravljanja energijom u zgradi, zapravo se opredeljuju za jedan vid organizacione inovacije, koja treba da unapredi njene poslovne procese. Samim tim, organizacija mora da na odgovarajući način bude pripremljena u pogledu normi, stavova i ponašanja zaposlenih, kako bi integracija novih digitalnih tehnologija u energetske sistem ostvarila puni efekat. S tim u vezi, u novijoj naučnoj literaturi, razvijen je koncept energetske kulture koja predstavlja katalizator promena u domenu upravljanja energijom u organizaciji. Energetska kultura se u velikoj meri zasniva na principima inovacione kulture, ali kombinuje i principe tzv. digitalne i zelene kulture (Slika 3).



Slika 3. Međupovezanost energetske kulture sa inovacionom, digitalnom i zelenom kulturom

U nastavku će pojmovi digitalne i zelene kulture biti detaljnije objašnjeni, kao i elementi, faktori i efekti energetske kulture.

4.2 Digitalna kultura

Digitalna kultura, uopšteno gledano, predstavlja način života i rada pojedinaca i organizacija, oblikovan pod uticajem savremenih digitalnih tehnologija (“pametni” uređaji, obilje informacija, usluge preko interneta, itd.). Konkretnije, digitalnom kulturom, uzima se u obzir da usled sveprisutne digitalizacije dolazi do stvaranja novih načina razmišljanja, ponašanja, navika, društvenih odnosa i komunikacije, te sistema vrednosti i uverenja ljudi (Duerr et al., 2018; Zhen et al., 2021; Leal-Rodríguez et al., 2023).

Digitalna transformacija podrazumeva razvoj novih proizvoda, procesa i poslovnih modela, zasnovanih na digitalnim tehnologijama. Organizacije često vrše značajna prilagođavanja kulture, kako bi uspešno prihvatile i integrisale nove tehnologije u svoje svakodnevne operacije (Bozkus, 2024). Eksperimentisanje sa novim, naprednim tehnologijama često zahteva preuzimanje rizika i donošenje odluka u uslovima neizvesnosti. S tim u vezi, uspeh digitalnih inovacija u velikoj meri zavisi od sposobnosti organizacije da izgrade digitalnu kulturu (Zhen et al., 2021). Digitalna kultura podstiče preuzimanje rizika i preduzetnički način razmišljanja (Hartl & Hess, 2017). Takođe, digitalna kultura podrazumeva orijentaciju ka potrebama korisnika, prilagodljivost menadžmenta i zaposlenih, stalno usavršavanje i međusektorsku saradnju (Bozkus, 2024). Za lidere unutar ove kulture nije dovoljno da poseduju znanje o tehnologiji, već moraju da se odlikuju radoznalošću, kooperativnim pristupom poslu, analitičkim razmišljanjem i otvorenosti prema promenama (Leal-Rodríguez et al., 2023).

Digitalna kultura oblikuje svaku fazu procesa digitalne transformacije. Postojanje svesti o potrebama za promenom, kreiranje vizije poboljšane organizacije, savladavanje otpora prema promenama u organizaciji, fleksibilnost i stalno usavršavanje, ključni su za sprovođenje digitalne transformacije u svakoj njenoj fazi (Bozkus, 2023).

4.3 Zelena kultura

Razvoj zelene kulture u organizacijama, deo je globalnog trenda u razvoju svesti o održivom razvoju. Svest o posledicama klimatskih promena i neophodnosti aktivnijeg učešća u njihovom smanjenju, postaje prisutna u sve većem broju organizacija u svetu. S tim u vezi, organizacije nastoje da doprinesu održivom razvoju kroz racionalnu potrošnju energije, vode i drugih prirodnih resursa, korišćenje obnovljivih izvora energije, smanjenje i reciklažu otpada itd (Tahir et al., 2019).

Zelena organizaciona kultura se definiše kao skup vrednosti, principa i uverenja koji oblikuju aktivnosti organizacije u vezi sa životnom sredinom. Ona izražava čvrstu posvećenost organizacije rešavanju ekoloških problemima. Organizacije koje se odlikuju zelenom kulturom, nastoje da maksimizuju ekonomske efekte svojih operacija, ali uz minimalan negativni uticaj na životnu sredinu (Aggarwal & Agarwala, 2021; Imran et al., 2021). Pokazano je da zelena kultura povećava produktivnost organizacije, razvija pozitivnu sliku o organizaciji kao poslodavcu, unapređuje organizacionu inovativnost i kreativnost, te služi kao izvor konkurentske prednosti za firmu (Aggarwal & Agarwala, 2021). Prema Aggarwal & Agarwala (2021) i Imran et al. (2021), postoji nekoliko uslova od kojih zavisi stvaranje uspešne zelene kulture:

- Pro-ekološko liderstvo, gde lideri organizacije ističu očuvanje životne sredine kao jedan od organizacionih prioriteta;
- Iskrenost i doslednost organizacije u sprovođenju inicijativa za smanjenje ekološkog otiska organizacije;
- Podizanje svesti, ali i razvoj znanja i veština zaposlenih u domenu zaštite životne sredine;
- Međusobna saradnja zaposlenih na svim nivoima, kako bi se omogućilo uspešno sprovođenje “zelenih” inicijativa.

Zelena kultura igra bitnu ulogu u stvaranju tzv. zelenih inovacija. Zelena inovacija se definiše kao inovacija u proizvodima i procesima, koja treba da doprinese smanjenju ekološkog otiska organizacije. Ovaj tip inovacija povećava produktivnost kroz uštedu materijala, manju potrošnju energije i veću reciklažu otpada. Na ovaj način, zelene inovacije, ne samo što smanjuju negativne efekte na životnu sredinu, već pružaju i konkurentsku prednost kroz smanjenje troškova (Gürlek & Tuna, 2018; Roespinoedji et al. 2019).

4.4 Energetska kultura

Organizaciona kultura igra važnu ulogu u sistemu upravljanja energijom u zgradama. Pojedini autori poput Rau et al (2020) i Soorige et al. (2022), koriste termin energetska kultura kako bi opisali ponašanje pojedinca ili organizacije, koje se tiče upravljanja energijom. Prema istim autorima, energetska kultura se sastoji od tri elementa: 1) norme – zajednička uverenja u vezi sa ponašanjem osoba u kontekstu potrošnje energije, 2) prakse – uobičajne aktivnosti u čijem obavljanju se troši energija, 3) fizički elementi – uređaji i sistemi čijim radom dolazi do potrošnje energije. Energetska kultura različitih subjekata, kao što su pojedinci, domaćinstva, preduzeća ili države, može se proučavati posmatranjem interakcije između ova tri elementa.

Norme utiču na izbore energetske tehnologije (fizički elementi) i aktivnosti koje troše energiju (prakse). Uređaji i sistemi (fizički elementi) oblikuju korišćenje energije (prakse i norme). Takođe, prakse kontrolišu upotrebu energetske tehnologije (fizički elementi) i delimično utiču na stavove, vrednosti i sistem uverenja (norme). Osim toga, energetska kultura se oblikuje i spoljašnjim uticajima, koji su najčešće van kontrole internih aktera. Spoljni uticaji, obično uključuju politike, propise, cene energije, subvencije, kampanje informisanja i promocije, kao i šire društvene norme (Rau et al, 2020; Soorige et al, 2022).

Na osnovu rezultata istraživanja u domenu vrednosti, stavova i ponašanja korisnika (Stephenson et al., 2010; Ishak, 2017; Rotzek et al., 2018; Rau et al, 2020; Soorige et al, 2022) uspešnu energetske kulture čine sledeći elementi:

- *Konkretna podrška najvišeg rukovodstva merama energetske efikasnosti u zgradi*

Kao što je u prethodnom delu poglavlja istaknuto, lideri predstavljaju kreatore organizacione kulture. Njihov odnos prema inovacijama je ono na šta se zaposleni ugledaju i što slede. S tim u vezi, u procesu izgradnje energetske kulture, rukovodstvo mora pokazati svoju posvećenost poboljšanju energetske efikasnosti, tako što će pružiti jasnu i konkretnu podršku ovim inicijativama. Ta podrška se ogleda u obezbeđivanju resursa i informacija za projekte energetske efikasnosti, te sveukupni pokroviteljski odnos prema ovakvim projektima.

- *Puna upoznatost zaposlenih u zgradi sa ciljevima i značajem energetske efikasnosti, kao i sa trenutnom i planiranom potrošnjom energije*

Nedostatak informacija je često uzrok nepoverenja zaposlenih prema promenama. Oblik, obim i značaj promena su informacije koje rukovodstvo mora jasno i pouzdano preneti zaposlenima, kako bi promene bile prihvaćene i podržane. Kada je reč o organizacionim inicijativama u domenu poboljšanja energetske efikasnosti, zaposleni bi trebalo da budu upoznati sa obimom potrošnje energije na nivou organizacije, uticajem potrošnje energije na životnu sredinu, kao i o mogućnostima i značajem poboljšanja energetske efikasnosti. Takođe, bitno je zaposlene upoznati i sa potencijalnim doprinosom koje svako od njih može pružiti u domenu poboljšanja energetske efikasnosti.

- *Sloboda iznošenja i uvažavanje mišljenja zaposlenih o mogućnostima za poboljšanje energetske efikasnosti.*

Otvorenost organizacije prema promenama, demonstrira se njenom sposobnošću da uključi što više ljudi u inovacioni proces. Jedan od bitnih faktora inovacione, a samim tim i energetske kulture jeste omogućavanje svakom od zaposlenih da iznese svoj predlog u vezi organizacionog poboljšanja. Takođe, podjednako bitno je i uvažavanje iznesenih predloga. Drugim rečima, predlozi zaposlenih u vezi poboljšanja energetske efikasnosti moraju biti saslušani, zabeleženi i razmotreni. Ovo se odnosi na sve predloge, bez obzira da li imaju potencijal da budu sprovedeni ili ne. Zaposleni čiji predlozi bivaju ignosrisani ili omalovažavani, neće biti motivisani da nastave sa razmišljanjem u pravcu poboljšanja energetske efikasnosti. Treba imati u vidu da čak i neadekvatni predlozi predstavljaju deo inovacionog procesa, jer mogu podstaći ili inspirisati razvoj boljih predloga.

- *Nagrađivanje i promovisanje ideja koje se tiču poboljšanje energetske efikasnosti u zgradi.*

Organizaciona kultura se gradi organizacionim pričama i organizacionim herojima. Priče o organizacionim herojima – pojedincima ili timovima koji su svojom vrlinama savladali određene organizacione izazove, deluju inspirativno na zaposlene i ukazuju na norme i ponašanje, koje se smatraju poželjnim u organizaciji. Da bi organizacija izgradila uspešnu energetske kulture,

moraju se nagrađivati i promovisati ideje i pojedinci koji značajno doprinose poboljšanju energetske efikasnosti. Na ovaj način, pomenuti pojedinci postaju organizacioni heroji, a njihov rad na poboljšanju energetske efikasnosti postaje deo organizacionih priča, koje se prepričavaju u organizaciji i prenose na novozaposlene.

- *Redovna komunikacija između zaposlenih o energetskej efikasnosti*

Da bi organizacija ostala posvećena poboljšanju energetske efikasnosti, ova tema mora biti predmet sastanaka i diskusija između zaposlenih u svim delovima organizacije i na svim nivoima. Poboljšanje energetske efikasnosti mora biti tema sastanaka na strategijskom nivou, kao i na nivou pojedinačnih organizacionih celina. Na ovim sastancima je neophodno razmatrati trenutno stanje u domenu potrošnje energije u organizaciji i njenim delovima, kao i ciljeve i planove za naredni period. Takođe, neophodno je periodično organizovati i panel diskusije, gde bi se predstavljali trendovi u domenu energetske efikasnosti i gde bi zaposleni mogli da iznesu svoje mišljenje o tome. Kroz sastanke i diskusije, tema poboljšanja energetske efikasnosti se zadržava u fokusu rada organizacije.

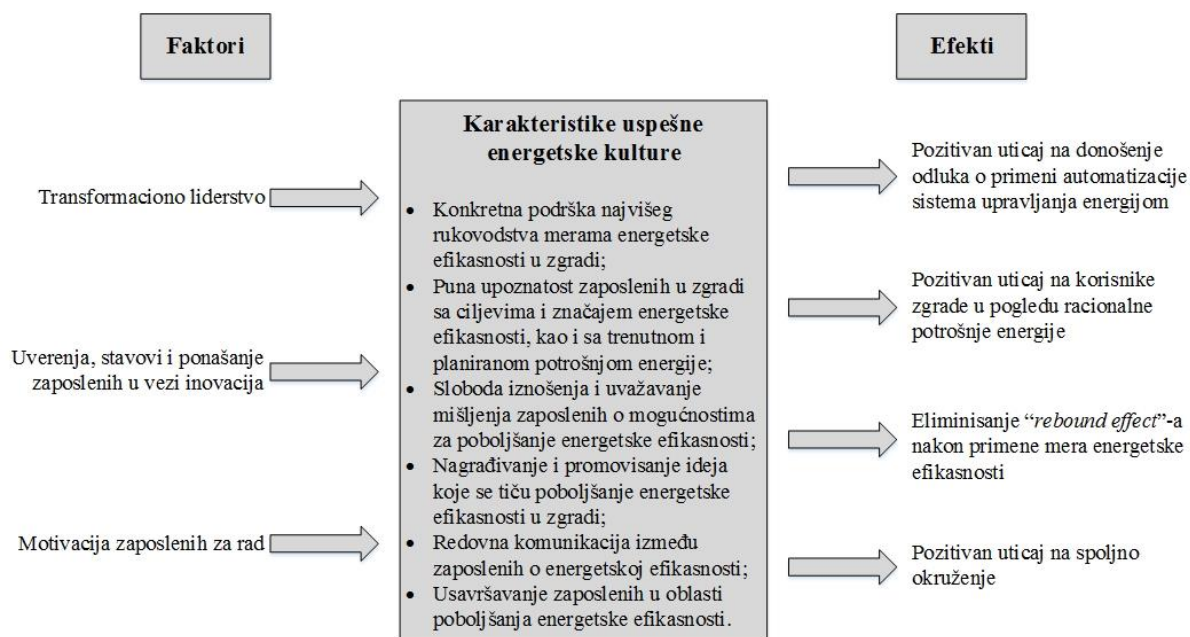
- *Usavršavanje zaposlenih u oblasti poboljšanja energetske efikasnosti*

Razvoj i primena inovacija je neraskidivo povezana sa upravljanjem znanjem, tj. sa prikupljanjem, čuvanjem i širenjem znanja u organizaciji. Inovacije u određenoj oblasti je moguće razvijati samo ukoliko se ovlada postojećim fondom znanja iz te oblasti. Shodno tome, poboljšanje energetske efikasnosti u organizaciji, primarno se oslanja na prikupljanje i usvajanje znanja, kako iz domena energetske i digitalne tehnologije, tako i iz domena upravljanja energijom. Imajući u vidu da je poboljšavanje energetske efikasnosti u organizaciji stalan proces, samim tim, i usavršavanje zaposlenih u ovom domenu mora biti stalno. Zaposlenima moraju biti predstavljeni svrha i značaj pomenutog usavršavanja. Na taj način, zaposleni neće doživeti to kao nametnutu obavezu, već kao uslov dugoročnog razvoja organizacije.

Prema istraživanjima Ucci et al. (2014) i Vučković (2018), korisnici zgrada u najvećem broju slučajeva poseduju visoku svest o tome da je racionalna potrošnja energije neophodna kako bi se doprinelo očuvanju životne sredine. Takođe, većina korisnika iskazuje načelnu spremnost da doprinese poboljšanju energetske efikasnosti i racionalno troši energiju (Ali et al., 2020). Ipak, puna primena mera energetske efikasnosti izostaje zbog:

- suštinske nezainteresovanosti korisnika da uzmu aktivniju ulogu u štednji energije;
- nepoznavanja načina kako se energija može uštedeti promenom ponašanja;
- nedovoljno sastanaka ili događaja na kojima se diskutuje o energiji;
- otpora promenama menadžmenta i zaposlenih;
- nepostojanje zajedničke vizije i misije sa kojom se zaposleni identifikuju.

Stvaranje uspešne energetske kulture zavisi od određenih faktora u domenu celokupne organizacione kulture. Ti preduslovi su postojanje transformacionog liderstva u organizaciji, pozitivan odnos zaposlenih prema inovacijama, kao i visoka motivacija zaposlenih za rad. Uspešna energetska kultura može pozitivno da se odrazi na volju organizacije da primeni mere energetske efikasnosti, kao i na odnos korisnika zgrade prema potrošnji energije. Takođe, organizacije sa uspešnom energetsom kulturom nastoje da doprinesu podizanju svesti o energetskej efikasnosti i u spoljnom okruženju. Slikovit prikaz karakteristika uspešne energetske kulture, kao i njenih faktora i efekata, dat je na Slici 4.



Slika 4. Karakteristike uspešne organizacione kulture, kao i njeni faktori i efekti

U nastavku će biti dat detaljniji opis faktora koji utiču na stvaranje uspešne energetske kulture, kao i efekata do kojih ovakva kultura dovodi.

4.5 Faktori stvaranja uspešne energetske kulture

4.5.1 Transformaciono liderstvo

Rezultati istraživanja ukazuju da su organizacioni lideri neki od glavnih faktora koji imaju uticaj na stvaranje organizacione kulture (Sarros et al., 2002; Klein et al., 2013; Szczepańska-Woszczyzna, 2015). Lideri smešteni na vrhu organizacione hijerarhije imaju moć da utiču na svakog člana organizacije (Sürücü & Yeşilada, 2017). Vrednosti, norme i ponašanje top menadžera, šire se ka nižim menadžerima, koji dalje šire i propagiraju pomenute elemente organizacione kulture (Li et al., 2018). Članovi organizacije često imitiraju svoje lidere. Nakon određenog vremena, imitacija postaje navika i biva trajno ukorenjena u svesti članova. Kako broj članova organizacije koji imitiraju lidere raste, formira se i organizaciona kultura (Sürücü & Yeşilada, 2017). Lideri igraju ključnu ulogu u formiranju organizacione kulture delom i zato što su zaduženi za izbor novih članova organizacije. Naime, novi članovi bivaju upravo i odabrani ukoliko imaju iste vrednosti, norme i ponašanje, kao i lideri organizacije (Klein et al., 2013). Takođe, lideri imaju najveći uticaj na stvaranje organizacionih pravila, koja dalje usmeravaju način razmišljanja i ponašanja članova (Szczepańska-Woszczyzna, 2015). Iako se transformacije vrednosti i ponašanja u određenom broju slučajeva dešavaju u organizaciji “odozdo prema gore”, snažno liderstvo i prihvatanje promena na vrhu organizacije je ono što promenama daje legitimitet (Klein et al., 2013).

Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom predstavlja određenu vrstu organizacione inovacije. S tim u vezi, izgradnja energetske kulture koja je potrebna za ovaj vid organizacione promene, takođe zahteva i postojanje liderstva koje podržava razvoj i primenu inovacija. Uspostavljanje i negovanje preduzetničkog ponašanja i praksi, tako da postanu deo organizacione kulture, može doprineti pokretanju i razvoju inovacija.

Lideri sa preduzetničkim razmišljanjem mogu biti pokrovitelji i zagovornici inovacija u organizaciji (Szczepańska-Woszczyna, 2015). Ovakav tip liderstva se naziva transformacionim i karakteriše ga okrenutost ka promenama, orijentacija ka dugoročnoj perspektivi, kao i inspirisanje i motivisanje zaposlenih ličnim primerom i vizijom. S druge strane, transakciono liderstvo, kao mnogo zastupljeniji tip liderstva, karakteriše fokus na hijerarhijskom odnosu između rukovodilaca i zaposlenih, te motivisanje zaposlenih nagradama i kaznama (Li et al., 2018). Transformaciono liderstvo ima za cilj promenu ili poboljšanje organizacione kulture, za razliku od transakcionog liderstva koji uglavnom deluju unutar postojeće kulture. Transformaciono liderstvo primarno promoviše kreativne promene i rast kroz stvaranja osećaja zajedničke vizije i svrhe, naspram transakcionog liderstva koje akcenat stavlja usko na ostvarivanje zacrtanih poslovnih performansi (Xenikou, 2022). Prema Li et al. (2018) i Xenikou (2022), organizacije koje se odlikuju visokom inovativnošću, imaju upravo transformacioni tip liderstva.

4.5.2 Uverenja, stavovi i ponašanje zaposlenih u vezi inovacija

Osobe retko kad donose odluke da se proekološki ponašaju iz čisto altruističkih razloga. Umesto toga, faktori koji utiču na te odluke uključuju smanjenje troškova, fizičku ili psihološku udobnost, navike i/ili društvene norme (Hewitt, 2021). Kada je reč o navikama i društvenim normama kao faktorima energetske kulture, Bull i Janda (2018) su sprovedi opširan pregled literature i predstavili svoja zapažanja. Ovi autori ukazuju na to da su se najuspešnije inicijative za poboljšanje energetske efikasnosti sastojale od kombinacije tehnološke automatizacije i pružanja prilika korisnicima zgrada da se kroz obrazovanje i obuke tešnje povežu u domenu upravljanja energijom. Ukazano je da mehanizam povratnih informacija, kojima rukovodioci upoznaju korisnike zgrada sa potrošnjom energije, iako doprinosi određenim poboljšanjima, ipak treba da bude zamenjen savremenijim pristupom. Naime, savremeni pristupi upravljanja energijom podrazumevaju formiranje partnerskog umesto hijerarhijskog odnosa između korisnika zgrada. Takođe, ukazuje se i na to da participativno upravljanje i ohrabrivanje preuzimanja rizika pozitivno utiču na spremnost zaposlenih da učestvuju u inicijativama za poboljšanje energetske efikasnosti. Sveukupno gledano, u onim organizacijama gde postoji pozitivan i proaktivan odnos prema inovacijama, veća je verovatnoća da inicijative za poboljšanje energetske efikasnosti zažive i donesu očekivane rezultate (Bull & Janda, 2018).

4.5.3 Motivacija zaposlenih za rad

Ključni faktor razvoja organizacionih inovacija su ljudi, tačnije, njihova sposobnost da osmisle ili prihvate rešenja koja su nova i drugačija (Santos-Rodrigues et al., 2010; Schweisfurth & Raasch, 2018). Kreativnost je osobina koja se može podsticati i razvijati kod zaposlenih. Temelj kreativnost leži u zadovoljstvu zaposlenih i njihovoj motivaciji za obavljanjem posla (Ngan, 2015; Ritala et al., 2020). Zadovoljstvo poslom i opšte blagostanje podstiču zaposlene da ulože dodatne napore kako bi osmislili ili prihvatili inovacije u domenu proizvoda, procesa ili poslovnih modela. S tim u vezi, postoji mnogo veća verovatnoća da zaposleni budu kreativni i otvoreni ka promenama u onim organizacijama, gde postoje bezbedni radni uslovi i adekvatne zarade, neguju se zdravi međuljudski odnosi, postoje prilike za usavršavanje i napredak u karijeri, posao je primeren kvalifikacijama izvršilaca, a doprinos pojedinca je prepoznat i uvažen (Auer Antoncic & Antoncic, 2011; Ngan, 2015; Santoso et al., 2022).

Digitalna transformacija sistema energetske efikasnosti u zgradi predstavlja primer organizacione promene koja zahteva podizanje svesti i prilagođavanje zaposlenih, kako u domenu digitalnih tehnologija, tako i u domenu održivog razvoja. Budući da je reč o promenama koje su novost za veliki broj zaposlenih, u onim organizacijama gde postoji loša radna atmosfera i neadekvatni radni uslovi, može se javiti otpor ili nezainteresovanost prema promenama. I jedna i druga situacija onemogućavaju ostvarivanje punog efekta mera energetske efikasnosti, kao i buduća poboljšanja sistema upravljanja energijom.

U vezi sa prethodno opisanim, uloga motivacije zaposlenih u procesu razvoja organizacionih inovacija ne sme biti zanemarena. Rukovodstvo je u obavezi da redovno prati i analizira potrebe zaposlenih i preduzima mere u pravcu povećanja njihovog zadovoljstva (Junaedi et al., 2021). Ovo je naročito bitno kada organizacija nastoji da sprovede inicijative poput primene mera energetske efikasnosti koje najčešće tek na dugi rok donose rezultate. S tim u vezi, motivisani i zadovoljni zaposleni su preduslov izgradnje uspešne energetske kulture.

4.6 Efekti uspešne energetske kulture

4.6.1 Pozitivan uticaj na donošenje odluka o primeni automatizacije sistema upravljanja energijom

U naučnoj literaturi je opisano više faktora koji utiču na to da li će određena organizacija primeniti mere energetske efikasnosti. Kao najvažniji faktor ističe se mogućnost ostvarivanja energetske uštede, ali se kao važni faktori pominju i sistem upravljanja u organizaciji, kao i organizaciona kultura (Blomqvist et al., 2022; Mihić et al., 2023). Energetska kultura na nekoliko načina može pozitivno uticati na donošenje odluka o primeni mera energetske efikasnosti. Naime, energetska kultura koja se oslanja na principe digitalne kulture, podrazumeva da se odluke u organizaciji donose na osnovu prikupljanja i analize relevantnih podataka i informacija. Samim tim, upoznatost rukovodstva i zaposlenih sa postojanjem i mogućnostima tehnologije za automatizaciju upravljanja energijom, može podstaći interesovanje za ovim tehnologijama, ali i pružiti relevantne informacije, neophodne za donošenje odluka o njihovoj primeni (Sa et al., 2017; Hrovatin et al., 2021).

Podsticanje i nagrađivanje inovativnih ideja doprinosi razvoju otvorenosti organizacije prema promenama. Na ovaj način, organizacija uči da svesno prihvata rizike i da se proaktivno prilagođava izazovima u okruženju. Organizacije koje već imaju kontinuitet u prihvatanju tehnoloških i drugih inovacija, češće se odlučuju i da primene mere energetske efikasnosti. Naime, organizacije sa izgrađenom energetsom kulturom gledaju na automatizaciju sistema upravljanja energijom kao na šansu, a ne pretnju (Osmundsen et al., 2018; Hrovatin et al., 2021).

4.6.2 Pozitivan uticaj na korisnike zgrade u pogledu racionalne potrošnje energije

Poboljšavanje energetske efikasnosti u organizaciji je stalan proces, koji se ne završava primenom pojedinačnih tehnoloških mera. Organizacije mogu ostvariti značajne uštede energije kroz promenu ponašanja korisnika zgrade. Naime, postoji skup mera energetske efikasnosti, koje se tiču racionalne potrošnje energije i koje ne zahtevaju finansijska ulaganja, već samo domaćinski odnos prema potrošnji energije. Primeri mera, koje se tiču racionalne potrošnje energije su (Mihić et al., 2011):

- zatvaranje vrata i prozora u prostorijama koje se greju/hlade;
- isključivanje uređaja i rasvete u prostorijama koje niko ne koristi;
- smanjivanje sobne temperature sa 22 na 21 °C tokom grejne sezone;
- poboljšavanje zaptivenosti spojeva prozora i vrata;
- prijavljivanje nadležnima kad god se uoči da je neka od instalacija u kvaru ili da ne radi adekvatno.

Ali et al. (2020) u svom istraživanju ukazuju na uticaj koji zajednica ima na promenu obrazaca ponašanja korisnika zgrade u pogledu potrošnje energije. Naime, prema autorima, korisnici zgrada se mogu kategorizovati kao veliki potrošači energije (VPE), srednji potrošači energije (SPE) i mali potrošači energije (MPE). VPE predstavljaju korisnike sa prekomernom potrošnjom energije, koji ne brinu o potrošnji energije ostavljajući svoje računare, svetla i HVAC uređaje uključene tokom neradnih sati. SPE korisnici ulažu izvestan napor u pogledu uštede energije i oni predstavljaju prosečnog potrošača. Naime, oni isključuju svoje računare pre nego što napuste kancelariju, ali ne i tokom pauza. Takođe, oni koriste prednosti prirodnog osvetljenja, ali koriste i veštačko osvetljenje kada nije uvek neophodno. Kada je reč o korišćenju HVAC sistema, ova grupa korisnika ih isključuje tokom neradnih sati. Ipak, kada uređaji rade, korisnici podešavaju temperaturu koja nije optimalna, čime dolazi do prekomerne potrošnje. MPE korisnici koriste energiju veoma efikasno, svesno ulažući napor ka uštedi energije. Oni isključuju svoje računare kada napuštaju kancelariju na kraju radnog vremena, kao i tokom pauza. Pravilno koriste prirodnu svetlost i koriste HVAC uređaje samo kada je potrebno i uz podešavanje optimalne temperature. Dok dele zajednički kancelarijski prostor, svaki korisnik utiče na druge svojim navikama. Na primer, u zajedničkom prostoru od četiri osobe, ako su dve osobe štedljive (MPE) a dve troše prekomerno energiju (VPE), postoji mogućnost da MPE korisnici utiču na VPE korisnike, pomažući im da usvoje navike štednje energije. Takođe, postoji i obrnuta mogućnost. Ali et al. (2020) su na osnovu prikupljenih podataka ustanovili da broj korisnika zgrada iz svake kategorije (VPE, SPE, MPE) podleže normalnoj raspodeli, pri čemu većina korisnika spada u kategoriju SPE, tj. ima prosečnu svest o štednji energije. Broj MPE i VPE korisnika je skoro jednak. Autori ukazuju da ako se na promenu ponašanja utiče isključivo kroz pružanje povratnih informacija o potrošnji energije, ta promena može trajati samo 3-10 nedelja. S druge strane, promena ponašanja usled podizanja svesti o štednji energije ima znatno dugoročniji efekat. Prema tome, sastanci, radionice, međusobna interakcija i diskusije o štednji energije, pokazuju se korisnijim umesto prostog pružanja povratnih informacija. Istraživanja u ovoj oblasti su pokazala da se modifikacijom ponašanja može ostvariti i do 30% ušteda u potrošnji energije u zgradama. Ovaj vid mera energetske efikasnosti je isplativiji od tehničkih mera kojima se može uštedeti više energije, ali zahtevaju i visoke kapitalne troškove (Ali et al., 2020).

4.6.3 Eliminisanje “rebound effect”-a nakon primene mera energetske efikasnosti

Realizacijom projekata energetske efikasnosti u zgradama, moguće je ostvariti različite koristi, poput ušteda energije, smanjenja emisije ugljen-dioksida i poboljšanja komfora u zgradi. Kao i kod projekata u drugim oblastima, ostvarivanje koristi se odvija u periodu nakon završetka projekta. Primenom mera energetske efikasnosti, stvara se mogućnost da se ostvare uštede energije, a da li će one zaista i biti ostvarene u meri i obimu u kojem je to očekivano, zavisi od načina upravljanja energetskim sistemom zgrade u post-projektnom periodu. U praksi se dešava da ostvarene energetske uštede budu manje od očekivanih (Vučković, 2015; 2018). Razlog za to se može naći u pojavi, koja se naziva „rebound effect“. Ova pojava nastaje kada korisnici, svesni niže cene potrošnje energije usled primene mera energetske efikasnosti, počnu da troše više energije nego što su je trošili pre primene pomenutih mera (Greening et al., 2000).

Razlozi za povećanje potrošnje mogu biti racionalne prirode (ukoliko korisnici žele da poboljšaju uslove za boravak i rad u zgradi) (Alcott, 2005), ali se mogu ticati i nedomaćinskog upravljanja energijom (zagrevanje prostorija iznad optimalne temperature, predugo ostavljanje otvorenih prozora u prostorijama koje se greju/hlade, ostavljanje upaljenih svetala u praznim prostorijama, rad postrojenja za zagrevanje i onda kada nema korisnika u zgradi, neadekvatno tehničko održavanje opreme i instalacija, itd.) (Vučković, 2015; 2018). Na ovaj način dolazi do smanjenog ostvarivanja ušteda energije. Ekstremna situacija u kojoj je potrošnja energije nakon primene mera energetske efikasnosti veća nego pre primene, naziva se „Dževonsov paradoks“ (Alcott, 2005). Primera radi, ako je primenom mera energetske efikasnosti predviđeno poboljšanje od 25% u grejanju prostora, a pri tom dođe do stvarnog smanjenja potrošnje energije od samo 15%, „*rebound effect*“ bi iznosio 40% – izračunato kao:

$$\frac{(25\% - 15\%)}{25\%} * 100\% = 40\%$$

Drugim rečima, stvarne uštede energije u ovom primeru su za 40% manje od predviđenih (Ehrhardt-Martinez & Laitner, 2010). Na osnovu pregleda većeg broja studija u različitim tipovima zgrada, Ucci et al. (2014) i Vučković (2018), ukazuju da „*rebound effect*“ u primeni mera energetske efikasnosti u zgradama varira od 10% do čak 98%.

Izgradnjom uspešne energetske kulture u organizaciji, podiže se svest zaposlenih o racionalnoj potrošnji energije. Samim tim, raste i verovatnoća da će sve uštede, predviđene merama energetske efikasnosti, biti zaista i ostvarene. Ponašanje zaposlenih koje se odlikuje domaćinskim odnosom prema potrošnji energije, utiče na minimizaciju ili potpuno eliminisanje „*rebound effect*“-a nakon primene mera energetske efikasnosti (Vučković, 2018).

4.6.4 Pozitivan uticaj na spoljno okruženje

Organizacije sa uspešnom energetsom kulturom, mogu širiti svoju kulturu i na spoljno okruženje. Podsećanja radi, Ali et al. (2020), ukazuju da društvena interakcija članova određene zajednice utiče na oblikovanje njihovih normi, stavova i ponašanja. S tim u vezi, opravdano je pretpostaviti da će zaposleni koji usvoje principe racionalne potrošnje energije u organizaciji, nastaviti da se tako ponašaju i van organizacije. Na taj način, pomenuti zaposleni doprinose štednji energije i u svojim domovima, ali i na drugim mestima gde se troši energija. Takođe, svojim primerom mogu motivisati i druge ljude u svom okruženju da racionalnije troše energiju.

Kao što su Schein (2010) i Shahzad et al. (2012) ukazali, organizaciona kultura, prožima sve aspekte rada određene organizacije i bitno utiče na donošenje stratejskih odluka. S tim u vezi, organizacije koje neguju uspešnu energetsom kulturu, nastoje da minimizuju svoj negativni ekološki ili društveni uticaj na spoljno okruženje. Ovo nastojanje se ne odnosi samo na aktivnosti unutar organizacije, već obuhvata i prošireni lanac vrednosti. Drugim rečima, organizacije posvećene energetskej efikasnosti i održivom razvoju uopšte, nastoje da uspostave saradnju isključivo sa onim partnerima koji dele iste vrednosti. Ovakve organizacije, ukoliko pojedinačno ili zbirno imaju jak uticaj na tržištu, posredno vrše pritisak i na svoje aktuelne ili potencijalne partnere da se prilagode. Na ovaj način, organizacije sa uspešnom energetsom kulturom donose na tržište nove standarde u poslovanju, motivišući i druge organizacije da menjaju svoju kulturu kako bi zadržale ili unapredile svoju tržišnu poziciju.

Organizacije sa uspešnom energetsom kulturom i, generalno, posvećene zaštiti životne sredine, često ističu tu posvećenost kroz svoje marketinške aktivnosti. One nastoje da budu deo rešenja globalnih ekoloških problema, pa samim tim, teže tome da inspirišu svoje okruženje da sledi njihov primer. Na ovaj način, doprinosi se podizanju svesti o energetskej efikasnosti i posredno utiče na racionalniju potrošnju energije u društvu (Mihic et al., 2011).

5. MODEL DIGITALNE TRANSFORMACIJE UPRAVLJANJA ENERGIJOM U NE-REZIDENCIJALNIM ZGRADAMA

U prethodnim poglavljima rada, dat je opis ključnih elemenata sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, a ujedno i faktora koji doprinose digitalnoj transformaciji ovog sistema. Uzimajući navedene faktore u obzir, moguće je definisati model sistema upravljanja energijom u zgradama, koji je usaglašen sa savremenom tehnologijom i menadžmentom i, shodno tome, efektivno ispunjava svoju svrhu. Drugim rečima, moguće je definisati kako treba da izgleda upravljanje energijom u zgradi, koje doprinosi ostvarenju ciljeva organizacije, korisnika koji borave i rade u zgradi i društvene zajednice u celini. U pitanju je sistem koji podrazumeva opsežnu primenu digitalnih tehnologija, ali uz suštinsku organizacionu transformaciju.

Na osnovu obimnog pregleda literature, prikazanog u ranijim poglavljima, može se zaključiti da savremeni sistem upravljanja energijom treba da bude:

- *Automatizovan*

Sistem upravljanja energijom treba da bude osposobljen da samostalno prikuplja informacije iz internog i eksternog okruženja zgrade, da ih adekvatno čuva, obrađuje i analizira, donosi odluke o optimalnom radu uređaja i instalacija i, na kraju, da pomenute odluke sprovodi u delo. Na ovaj način, olakšava se upravljanje energetske sistemom zgrade, smanjuje se mogućnost grešaka, a protok informacija se odvija neometano. Svi ovi efekti doprinose ispunjenju ciljeva sistema, koji se tiču zadovoljstva korisnika, minimalne potrošnje energije, poboljšanja konkurentnosti organizacije i nultog ekološkog otiska.

- *Integrisan u strateški menadžment*

Sistem upravljanja energijom treba da doprinese ostvarivanju širih organizacionih ciljeva poput smanjenja troškova, održivog razvoja i poboljšanja konkurentne pozicije. S tim u vezi, upravljanje energijom treba da bude deo strategija, ciljeva i planova na najvišem organizacionom nivou. Na ovaj način se prepoznaje značaj upravljanja energijom i pruža neophodna organizaciona i resursna podrška poboljšanju energetske efikasnosti. Sistem upravljanja energijom mora da bude podržan i odgovarajućom organizacionom kulturom koja promovise inovacije, primenu digitalnih tehnologija i racionalnu potrošnju energije.

- *Usklađen sa principima energetske menadžmenta, definisanim u Standardu ISO 50001*

Već je opisano da Standard ISO 50001 predstavlja okvir kojim se praksa upravljanja energijom u organizaciji usmerava ka zadovoljenju potreba zainteresovanih strana uz ostvarivanje maksimalne energetske efikasnosti. Stoga, sistem upravljanja energijom treba da bude zasnovan na PDCA ciklusu i da obuhvati primenu metoda i alata, kojima se energijom upravlja na organizovan, jasan i pregledan način. Takođe, sistem treba da bude podržan i odgovarajućom organizacionom infrastrukturuom u domenu upravljanja energijom. Na ovaj način, organizacija obezbeđuje da poboljšavanje energetske efikasnosti bude stalan proces.

- *Prilagođen potrebama korisnika*

Sistem upravljanja energijom treba da bude osposobljen da prikuplja i analizira podatke o ponašanju i navikama korisnika, da predviđa njihove potrebe i da potom prilagođava svoje funkcionisanje tim potrebama. Takođe, sistem treba da bude otvoren i pogodan za komunikaciju sa korisnicima, pružajući im informacije o svom radu, a takođe i primajući upite i naredbe.

Funkcionisanje energetskog sistema u zgradi treba da doprinese zadovoljenju potreba korisnika, ali uz minimalnu potrošnju energije. S tim u vezi, energetski sistem treba da samoreguliše svoj rad stalnim prikupljanjem informacija i njihovom obradom u realnom vremenu. Na taj način, potrošnja energije neprekidno biva usklađivana sa brojnim internim i eksternim faktorima. Takođe, sistem upravljanja energijom mora da obuhvati stalno praćenje energetskih performansi i uočavanje neefikasnosti, na osnovu kojih bi korisnici trebalo da primene odgovarajuće ispravke i korektivne mere. Ovim putem se sistem ponovo dovodi u optimalno stanje. Sistem upravljanja energijom mora da podrazumeva i redovnu analizu šansi i pretnji iz okruženja i, shodno tome, rad na stalnom poboljšavanju energetskog sistema. Naime, primena mera energetske efikasnosti nije jednokratna aktivnost, već proces koji se neprekidno ponavlja i razvija. Razvojem digitalnih tehnologija u svetu, otvara se prostor za primenu novih i boljih mera energetske efikasnosti. Takođe, tehnološki razvoj doprinosi i povećanju pouzdanosti, preciznosti i efektivnosti komponenti, koje su sastavni deo automatizovanog energetskog sistema u zgradi. Imajući navedeno u vidu, dobro organizovan sistem upravljanja energijom stalno nastoji da pronade nove mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti.

Organizacioni elementi upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama

Strategijski menadžment Energetski menadžment Energetska kultura

Strategije, ciljevi, planovi, procedure, vrednosti i uverenja Stalno poboljšavanje

Korisnik

Upiti, naredbe i stalno poboljšavanje Izveštaji i indikatori

Karakteristike, ponašanje i navike korisnika

Ispunjavanje zahteva korisnika

Automatizovani energetski sistem ne-rezidencijalne zgrade

→ Informacioni tokovi
→ Materijalni tokovi

Slika 5. Savremeni sistem upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama

Na Slici 5, može se uvideti da se sistem upravljanja energijom u ne-rezidencijalnoj zgradi suštinski sastoji iz dva dela, a to su organizacioni i tehnološki deo, pri čemu korisnik predstavlja sponu između njih. Organizacioni deo sistema podrazumeva tri elementa i to su: 1) faktori strategijskog menadžmenta, 2) faktori energetskeg menadžmenta i 3) energetska kultura. Tehnološki deo se odnosi na automatizovani energetske sistem zgrade, tj. energetske infrastrukturu, zasnovanu sa naprednim digitalnim tehnologijama (prikazano ranije na Slici 1). Korisnik se nalazi u centru sistema upravljanja energijom, budući da je svrha sistema da zadovolji njegove potrebe. Podsećanja radi, terminom korisnik, označavaju se sve osobe koje borave i rade u zgradi, pri čemu nastoje da zadovolje svoje potrebe za energijom i imaju manju ili veću mogućnost da upravljaju energetske sistemom.

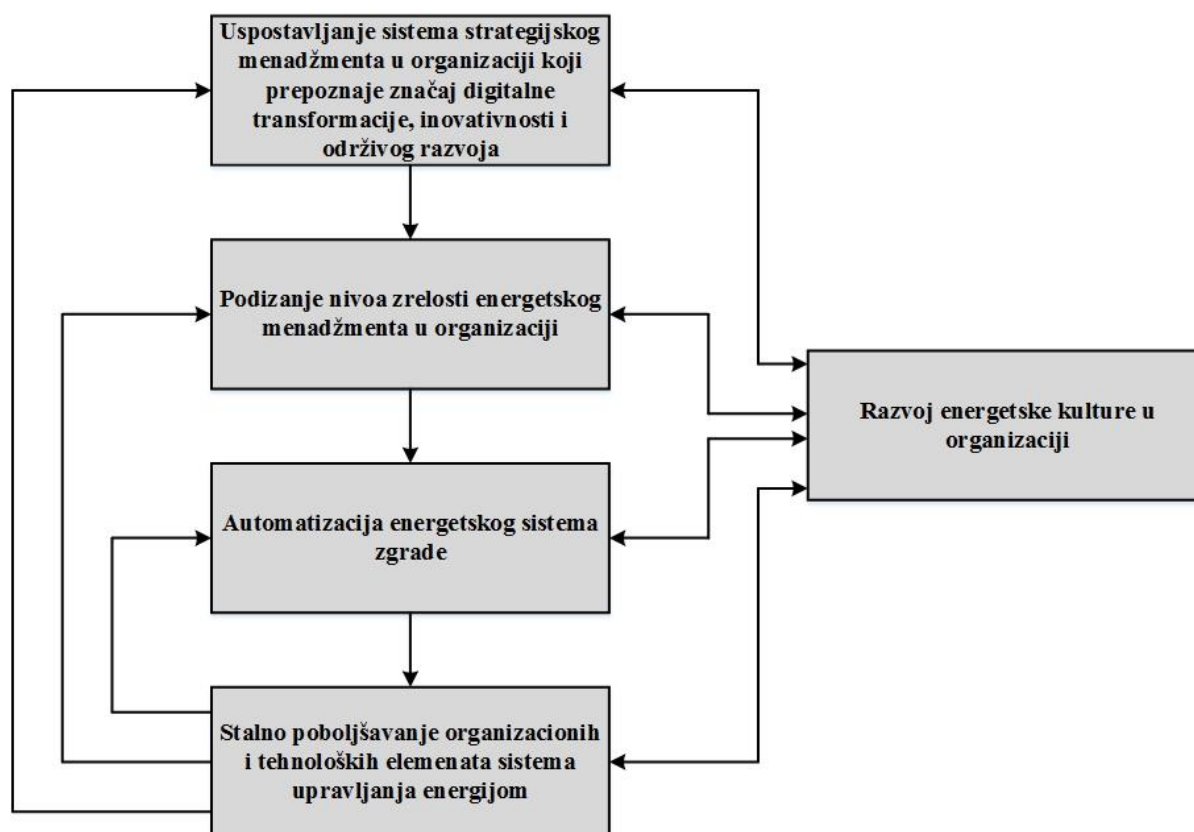
Sa Slike 5, može se videti da je uloga korisnika u sistemu upravljanja energijom u zgradi višestruka. Najpre, automatizovani energetske sistem zgrade samostalno prikuplja podatke o karakteristikama, ponašanju i navikama korisnika. Ovi podaci, zajedno sa drugim drugim podacima koje sistem prikuplja iz internog i eksternog okruženja, služe kako bi se rad uređaja i instalacija prilagodio potrebama korisnika. S tim u vezi, uređaji i instalacije su u mogućnosti da obavljaju svoje aktivnosti tako da zadovolje potrebe i očekivanja korisnika u pogledu funkcionalnosti, komfora, energetske efikasnosti i slično. Takođe, korisnik ima mogućnost da obavlja komunikaciju i interakciju sa automatizovanim energetske sistemom i putem korisničkog interfejsa. Naime, korisnik na ovaj način može da šalje sistemu upite za informacijama, kako bi stekao uvid u rad sistema. Energetske sistem putem interfejsa ima mogućnost da korisniku prikaže izveštaje i indikatore o radu sistema, čime se omogućava pregled trenutnog stanja, ali i praćenje performansi tokom vremena. Na osnovu prikupljenih informacija, ali i svojih preferencija, korisnik je u mogućnosti da putem interfejsa zadaje naredbe sistemu o tome kako da obavlja svoj rad u narednom periodu.

Optimalno upravljanje energijom u ne-rezidencijalnoj zgradi u velikoj meri zavisi od organizacionih elemenata. Naime, na Slici 5 je označeno da faktori strategijskog i energetskeg menadžmenta, kao i organizacione kulture oblikuju organizacione strategije, ciljeve, planove i procedure, kao i stavove i uverenja zaposlenih u organizaciji. Na osnovu pomenutih faktora, korisnici donose odluke o usvajanju mera energetske efikasnosti, kao i o odabiru vrste mera koje će biti primenjene. Dakle, odluka o automatizaciji energetskeg sistema počiva na organizacionim elementima upravljanja energijom u zgradi. Takođe, organizacioni elementi utiču i na to kako će energetske sistem biti podešen, kao i to na koji način će se pratiti i prilagođavati njegov rad. Dodatno, faktori strategijskog i energetskeg menadžmenta i organizacione kulture doprinose racionalnoj potrošnji energije od strane korisnika, čime se upotpunjuje efekat primene tehnoloških mera energetske efikasnosti.

Automatizacija energetskeg sistema u zgradi doprinosi prikupljanju obilja podataka i informacija, koje mogu unaprediti upravljanje energijom. Naime, informacije o indikatorima energetske performansi, poređenju aktuelne i prethodne potrošnje energije, predviđanju buduće potrošnje energije itd., pomažu u definisanju strategija, ciljeva i planova, kako na nivou upravljanja energijom, tako i na nivou upravljanja organizacijom u celini. Takođe, iskustva korisnika koja se tiču komfora i upravljivosti energetskeg sistema imaju ključni značaj u preispitivanju sistema upravljanja energijom. Na osnovu prikupljenih informacija iz energetskeg sistema, kao i na osnovu svojih iskustava, korisnici zgrade su u mogućnosti da sprovedu stalno poboljšavanje, kako upravljanja energijom, tako i organizacije u celini. Naime, na osnovu prethodno pomenutih informacija, korisnici mogu da definišu nove strategije i ciljeve koji će unaprediti poslovnu efikasnost, konkurentnost i održivost.

Slično ovome, omogućava se i sprovođenje stalnih poboljšavanja i modernizacije energetskog sistema kroz instaliranje nove i efikasnije opreme. Sveukupno gledano, podaci i informacije, prikupljene kroz automatizovani energetski sistem, služe kao temelj stalnih poboljšavanja strategijskog i energetskog menadžmenta, organizacione kulture i samog energetskog sistema.

Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama je proces koji zahteva značajna finansijska ulaganja, promenu upravljačkih sistema i postojeće prakse rada u organizaciji, kao i promenu organizacione kulture. Odavde proističe da digitalna transformacija u ovoj oblasti sa sobom nosi određene rizike, kao što su: 1) neostvarivanja planiranih energetskih ušteda i shodno tome, nastanak značajnih finansijskih gubitaka, 2) otpor dela rukovodstva i zaposlenih organizacionim i tehnološkim promenama, 3) nedovoljno znanja i veština rukovodilaca i zaposlenih za uspešno upravljanje i rad u tehnološki naprednom okruženju. Stoga, proces digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama je proces koji treba da se odvija postepeno kroz nekoliko unapred definisanih koraka. Grafički prikaz procesa digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama je dat na Slici 6.



Slika 6. Proces digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama

Sa Slike 6 se može uočiti cikličnost procesa digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama. Naime, u pitanju je proces koji nema svoj finalni završetak, već se stalno unapređuje i nadograđuje. Razlog za to su česte promene u domenu tehnologije i menadžmenta, ali i zahteva korisnika, što nameće neophodnost redovne analize efektivnosti i efikasnosti energetskog sistema i sprovođenje stalnih poboljšanja. U nastavku će svaki od elemenata prikazanog procesa biti detaljnije objašnjen, kao i veze između njih:

- *Uspostavljanje sistema strategijskog menadžmenta u organizaciji koji prepoznaje značaj digitalne transformacije, inovativnosti i održivog razvoja*

Uspostavljanje sistematičnog strategijskog menadžmenta u organizaciji je prvi korak u digitalnoj transformaciji sistema upravljanja energijom u zgradi. Ovim korakom se stvara osnova za organizacionu transformaciju koja treba da podrži integrisanje digitalnih tehnologija u energetski sistem zgrade. Uspostavljanje sistema strategijskog menadžmenta generalno podrazumeva: 1) definisanje misije i vizije, kao i dugoročnih i sveobuhvatnih strategija, ciljeva i planova, 2) uspostavljanje sistema za prikupljanje i analizu informacija iz internog i eksternog okruženja, 3) uspostavljanje internih pravila i procedura, 4) jasnu raspodelu ovlašćenja i odgovornosti i 5) definisanje indikatora poslovnih performansi i uspostavljanje sistema kontrole (Dess et al., 2007; Coulter, 2008). Sistematičnost strategijskog menadžmenta je uslov za organizacionu transformaciju, ali nije jedini. Naime, organizacije koje nameravaju da ostvare dugoročnu konkurentsku prednost u današnjim tržišnim uslovima, moraju da u svoje strategije i ciljeve integrišu inovativnost, digitalnu transformaciju i održivi razvoj. U brojnim slučajevima, ovo podrazumeva drastičnu promenu poslovne orijentacije i velika prilagođavanja organizacionih pravila i praksi. S tim u vezi, da bi digitalna transformacija sistema upravljanja energijom bila uspešno sprovedena, organizacija mora uspostaviti jasan i pregledan sistem strategijskog menadžmenta i uskladiti svoj rad sa savremenim poslovnim trendovima.

- *Podizanje nivoa zrelosti energetskog menadžmenta u organizaciji*

Nakon uspostavljanja sistema strategijskog menadžmenta u organizaciji, sledeći korak na putu digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u zgradi je podizanje nivoa zrelosti energetskog menadžmenta. Način upravljanja energijom u zgradi direktno proističe iz sistema strategijskog menadžmenta. Drugim rečima, ukoliko se strategijsko upravljanje obavlja na sistematičan i organizovan način i ukoliko organizacija prepoznaje inovacije, digitalnu transformaciju i održivi razvoj kao neke od stubova svog razvoja, može se očekivati da će upravljanju energijom biti posvećeno dovoljno pažnje u organizaciji. Ukoliko su ovi uslovi ispunjeni, može se pristupiti podizanju nivoa zrelosti upravljanja energijom u organizaciji. Razvoj zrelosti energetskog menadžmenta u organizaciji podrazumeva unapređenje prakse u ovoj oblasti kroz veću sistematičnost upravljanja i primenu odgovarajućih metoda i alata. S tim u vezi, da bi se energetska zrelost u organizaciji unapredila, neophodno je: 1) usvojiti energetska politiku i strategiju, 2) uspostaviti sistem za prikupljanje i analizu energetskih podataka, 3) definisati ciljeve, planove i procedure upravljanja energijom, 4) definisati indikatore energetskih performansi i uspostaviti sistem kontrole, 5) imenovati odgovorne osobe za upravljanje energijom i 6) obučavati zaposlene u domenu upravljanja energijom (ISO, 2018; Vučković, 2018). Ovako organizovano upravljanje energijom pruža mogućnost da se poboljšanje energetske efikasnosti pristupi sistematično i uz predvidive ishode. Shodno tome, visok nivo zrelosti upravljanja energijom je preduslov za sprovođenje uspešne automatizacije energetskog sistema.

- *Razvoj energetske kulture u organizaciji*

Automatizacija energetskeg sistema je skup i složen proces, koji podrazumeva primenu raznovrsnih tehnologija i suštinsku promenu načina upravljanja energijom u zgradi. Stoga, organizacije moraju ovom procesu pristupiti temeljno i posvećeno, kako bi se umanjio rizik neostvarivanja planiranih rezultata. Iz tog razloga, uporedo sa razvojem strategijskog i energetskeg menadžmenta, organizacija treba da razvija i energetske kulture. Postojanje visoke svesti u organizaciji o energetskej efikasnosti je osnova za automatizaciju energetskeg sistema. Naime, energetska kultura podstiče korisnike zgrade da se domaćinski ophode prema energetskej sistemu i racionalno troše energiju. Ukoliko svest o racionalnoj potrošnji energije nije dovoljno razvijena, primenjene mere energetske efikasnosti neće doneti planirane koristi usled „rebound effect“-a. Takođe, usled nedovoljno razvijene svesti, postoji rizik da poboljšanje energetske efikasnosti bude jednokratna aktivnost, a ne stalan proces. Jasno je da organizacije, ukoliko žele da primene visokobudžetne mere energetske efikasnosti i automatizuju energetske sistem, moraju najpre krenuti sa primenom mera racionalne potrošnje energije. Drugim rečima, pre nego što se pristupi sveobuhvatnom redefinisavanju energetskeg sistema u zgradi, korisnici moraju razviti ponašanje i navike koje garantuju da će se automatizovanim energetskej sistemom upravljati na optimalan način. Energetska kultura u organizaciji se gradi kroz raznorodne aktivnosti, kao što su: 1) kampanje informisanja i podizanja svesti o energetskej efikasnosti, 2) obuka zaposlenih o energetskej menadžmentu, 3) podsticanje i nagrađivanje zaposlenih za energetskej efikasno ponašanje, 4) lični primeri lidera koji promovišu energetskej efikasno ponašanje, 5) diskusije o energetskej efikasnosti na redovnim sastancima, 6) uključivanje zaposlenih u projekte poboljšanja energetske efikasnosti u organizaciji itd (Stephenson et al., 2010; Ishak, 2017; Rotzek et al., 2018; Rau et al, 2020; Soorige et al, 2022). Dakle, primenom ovih aktivnosti, može se podići svest zaposlenih o značaju energetske efikasnosti i stvoriti plodno tle za primenu automatizaciju energetskeg sistema.

- *Automatizacija energetskeg sistema zgrade*

Nakon što su u organizaciji uspostavljeni sistemi strategijskog i energetskeg menadžmenta, kao i energetska kultura, može se pristupiti automatizaciji sistema upravljanja energijom u zgradi. Naime, organizacioni i energetskej ciljevi i planovi, kao i rezultati analize internih i eksternih organizacionih faktora predstavljaju ulaz u proces automatizacije energetskeg sistema. Kao što je pomenuto ranije, proces automatizacije energetskeg sistema zgrade zahteva visoke troškove i nosi sa sobom rizik od neuspeha, pa je shodno tome, i ovom poduhvatu neophodno pristupiti postepeno. Drugim rečima, neophodno je automatizaciju započeti primenom jednostavnijih tehnologija i, vremenom, kako prihvatanje tehnologije i svest o energetskej efikasnosti u organizaciji budu rasli, treba ići ka primeni složenijih rešenja. S tim u vezi, automatizaciju je potrebno započeti instaliranjem „pametnih“ merača potrošnje energije. Ovim meračima se stiče detaljan uvid u razne aspekte potrošnje energije koji mogu pomoći u korigovanju ponašanja korisnika, kako bi racionalnije trošili energiju. Nakon toga, moguće je uvesti sistem, koji senzorima prati prisutnost ljudi u prostoriji i pomoću kontrolera gasi osvetljenje i uređaje kada nisu potrebni. Ovo je faza automatizacije gde se korisnici zgrade dodatno upoznaju sa naprednim digitalnim tehnologijama u domenu upravljanja energijom. Poslednja faza podrazumeva potpunu automatizaciju, gde su svi elementi energetskeg sistema međusobno povezani i optimizovani, kao što je prikazano na Slici 1. Time je automatizacija energetskeg sistema u zgradi kompletirana. Ipak, automatizovani sistem treba stalno poboljšavati, shodno potrebama zainteresovanih strana, kao i usled intenzivnog tehnološkog razvoja komponenti i tehnologija koje ga čine.

- *Stalno poboljšavanje organizacionih i tehnoloških elemenata sistema upravljanja energijom*

Stalno poboljšavanje treba da bude svojstveno svakom organizacionom procesu i sistemu. Kroz stalna poboljšanja, sistemi i procesi se podižu na viši nivo funkcionisanja i bivaju osposobljeni da ispune promenljive i evoluirajuće zahteve zainteresovanih strana. Proces stalnog poboljšavanja upravljanja energijom u zgradi se zasniva na pouzdanom i funkcionalnom sistemu za praćenje i kontrolu energetske performansi. Pomenuto je ranije da automatizovani energetski sistem ima mogućnost da generiše i prikuplja mnoštvo informacija. S tim u vezi, informacije prikupljene radom automatizovanog energetskog sistema mogu pomoći u poboljšanju čitavog sistema upravljanja energijom u organizaciji. Naime, prikupljene informacije omogućavaju da se uoče neefikasnosti i shodno tome, da se definiše prostor za poboljšanje u domenu upravljanja organizacijom. Na taj način, moguće je unaprediti praksu strategijskog i energetskog menadžmenta u organizaciji. Slično ovome, prikupljene informacije mogu pomoći da se podigne svest korisnika o energetske efikasnosti i, samim tim, dodatno ojača energetska kultura. Na kraju, prikupljene informacije mogu pomoći da se osmisle načini da se i sam energetski sistem unapredi, kako bi bio precizniji, brži i pouzdaniji.

Na osnovu prikazanog proizilazi da proces digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama mora biti detaljno isplaniran i postupno sproveden. Ovaj proces zahteva posvećenost celokupne organizacije, od najvišeg rukovodstva do izvršilaca. Takođe, ovaj proces može biti uspešno realizovan samo ukoliko se tehnološka i organizaciona transformacija sprovedu u celosti. Sinergetski efekat koji nastaje na ovaj način, omogućava da se ostvare maksimalne energetske, ekonomske i društvene koristi kao rezultat poboljšanja energetske efikasnosti u organizaciji.

ZAKLJUČAK

Teme digitalne transformacije i energetske efikasnosti u današnje vreme dobijaju na značaju među istraživačima i menadžerima kompanija. Razlog povećanog interesovanja za ovim temama leži u globalnim izazovima kao što su energetske krize, održivi razvoj, Četvrta industrijska revolucija, hiperkonkurencija, promenjeni zahtevi potrošača itd. S tim u vezi, neophodno je napraviti istraživački iskorak i objediniti teme digitalne transformacije i poboljšanja energetske efikasnosti u jedan jedinstveni koncept. U ovoj monografiji je po prvi put prikazan koncept digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama, koji kompletno integriše sve bitne elemente: 1) automatizaciju energetskog sistema zgrade, 2) uticaj organizacionih faktora na primenu mera energetske efikasnosti i 3) razvoj energetske kulture.

Pregledom istraživanja, prikazanih u ovom radu, potvrđeno je da primena digitalnih tehnologija u upravljanju energijom doprinosi značajnim energetskim uštedama. S tim u vezi, razni tipovi digitalnih tehnologija su našli primenu u ovoj oblasti i zajedno doprinose potpunoj automatizaciji energetskog sistema u zgradi. Ovaj sistem podrazumeva:

- korišćenje senzora, “pametnih” merača i aplikacija u svrhu prikupljanja i vizuelizacije podataka iz internog i eksternog okruženja zgrade;
- obradu podataka na mestu njihovog prikupljanja;
- skladištenje i dodatnu analizu raznovrsnih skupova podataka;
- predviđanje potrošnje energije i donošenje odluka o budućem načinu funkcionisanja energetskog sistema;
- automatsko preduzimanje aktivnosti na prilagođavanju funkcionisanja energetskog sistema, shodno prethodno donetim odlukama;
- samostalnu proizvodnju energije iz obnovljivih izvora i trgovinu viškom energije sa povezanim zgradama.

Automatizovani energetski sistem u zgradi doprinosi optimalnoj potrošnji energije, jednostavnom upravljanju energijom i brzom prikupljanju raznovrsnih informacija, značajnih za upravljanje energijom i organizacijom u celini.

Energetska efikasnost je prepoznata u nauci i praksi kao važan faktor u stvaranju i održavanju konkurentske prednosti. Naime, poboljšanjem energetske efikasnosti, kompanije mogu ostvariti značajne finansijske uštede, unaprediti komfor za korisnike zgrada, ispuniti zakonske obaveze i zahteve potrošača u domenu održivog razvoja itd. Ipak, primena mera energetske efikasnosti mora biti podržana odgovarajućim organizacionim faktorima kako bi ostvarila puni efekat. Na osnovu pregleda literature, ustanovljeno je da jedan broj faktora strategijskog i energetskog menadžmenta u organizaciji igra bitnu ulogu prilikom donošenja odluke o primeni mera energetske efikasnosti. Faktori strategijskog menadžmenta u organizaciji koje pozitivno utiču na primenu mera energetske efikasnosti su:

- Definisana dugogorčna organizaciona strategija, koja obuhvata i održivi razvoj;
- Definisani strategijski i operativni ciljevi koji obuhvataju i održivi razvoj;
- Uspostavljena organizaciona kultura koja podržava otvorenost ka promenama, preuzimanje rizika, stalno učenje, kao i razvoj svesti o održivom razvoju;
- Uspostavljen sistem za praćenje organizacionih performansi i faktora spoljnog okruženja;
- Usaglašenost poslovanja sa međunarodnim standardima kvaliteta;
- Uspostavljen sistem za razvoj inovacija, koji podrazumeva efikasne kanale komunikacije, jasnu podelu odgovornosti i donošenje odluka bazirano na podacima.

Kada je reč o faktorima energetske menadžmenta u organizaciji koji pozitivno utiču na primenu mera energetske efikasnosti, to su:

- Definisana strategija upravljanja energijom;
- Definisani ciljevi i planovi upravljanja energijom;
- Uspostavljen sistem za praćenje, analizu i predviđanje energetske performansi;
- Definisane jasne odgovornosti u organizaciji u vezi upravljanja energijom;
- Usklađenost sistema upravljanja energijom sa zakonima i standardima u ovoj oblasti.

Organizacioni faktori pružaju mogućnost da upravljanje energijom bude uključeno u dugoročne organizacione strategije i ciljeve. S tim u vezi, kompanije koje na sistematičan i organizovan način upravljaju energijom, ali i organizacijom u celini, imaju više šansi da uspešno sprovedu automatizaciju energetske sistema.

Energetska kultura nije odvojena od organizacije. Ona se gradi na isti način kao i organizaciona kultura uopšte. U njenoj osnovi, nalazi se orijentacija organizacije ka inovacijama, otvorenost ka digitalnim tehnologijama i posvećenost očuvanju životne sredine. Rukovodioci i zaposleni u organizacijama koje neguju energetske kulturu, konstantno istražuju mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti i usavršavaju se u oblasti upravljanja energijom. Takođe, u ovim organizacijama, rukovodstvo pruža punu podršku primeni automatizacije sistema upravljanja energijom, ali i usvajanju principa racionalne potrošnje energije. Ključnu ulogu u stvaranju energetske kulture ima rukovodstvo organizacije koje kroz participativno liderstvo, lični primer i otvorenost prema promenama, usmerava napore zaposlenih ka poboljšanju energetske efikasnosti. Uverenja, stavovi i ponašanje zaposlenih, kao i njihova motivacija za rad su takođe faktori od izuzetnog značaja za stvaranje energetske kulture. Primena tehnoloških mera energetske efikasnosti u organizaciji koja nema uspešnu energetske kulturu, ne može ostvariti maksimalan efekat. Ponašanje korisnika zgrada može imati i pozitivan i negativan efekat na primenu mera energetske efikasnosti. Naime, u onim organizacijama, gde energetska kultura nije dovoljno razvijena, nakon primene mera, može doći do pojave *“rebound effect-a”*, čime se umanjuju predviđene energetske uštede. S druge strane, kod organizacija sa uspešnom energetske kulturom, racionalna potrošnja energije je nešto što se podrazumeva, a poboljšavanje energetske efikasnosti predstavlja stalan proces. Organizacija u kojoj postoji uspešna energetska kultura, doprinosi podizanju svesti o energetske efikasnosti i u spoljnom okruženju.

Na osnovu prethodno opisanih analiza, došlo se do zaključka da savremeni sistem upravljanja energijom u ne-rezidencijalnoj zgradi, treba da bude:

- Automatizovan;
- Integrisan u strateški menadžment;
- Usklađen sa principima energetske menadžmenta, definisanim u Standardu ISO 50001;
- Prilagođen potrebama korisnika;
- Energetski efikasan;

Osnovne faze u procesu digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama su:

- Uspostavljanje sistema strateškog menadžmenta u organizaciji koji prepoznaje značaj digitalne transformacije, inovativnosti i održivog razvoja;
- Podizanje nivoa zrelosti energetske menadžmenta u organizaciji;
- Razvoj energetske kulture u organizaciji;
- Automatizacija energetske sistema zgrade;
- Stalno poboljšavanje organizacionih i tehnoloških elemenata sistema upravljanja energijom.

Digitalna transformacija sistema upravljanja energijom u ne-rezidencijalnim zgradama podrazumeva celokupnu organizacionu i tehnološku transformaciju. Stoga, preduslov automatizacije i primene mera energetske efikasnosti uopšte, mora biti razvoj strateškog i energetske menadžmenta i energetske kulture. Na ovaj način se doprinosi uspešnoj automatizaciji energetske sistema, a takođe se obezbeđuje i da poboljšavanje energetske efikasnosti postane stalan proces u organizaciji.

Uticaj tehnologije na ostvarivanje energetske uštede je detaljno istražen u literaturi. Potvrđeno je da automatizacija energetske sistema može doneti i preko 60% uštede energije. Stoga, fokus mnogih istraživanja u današnje vreme je usmeren ka novim tehnologijama koje doprinose većoj brzini, preciznosti i pouzdanosti energetske sistema, a ujedno i njenoj lakšoj upravljivosti. Razlog ovog interesovanja je činjenica da se tehnologije koje čine automatizovani energetske sistem brzo razvijaju, te da se stalno otvaraju nove mogućnosti za poboljšanje energetske sistema.

Kada je reč o organizacionim faktorima, postoji određen broj istraživanja koje potvrđuju značaj faktora energetske menadžmenta za usvajanje mera energetske efikasnosti. Ipak, u literaturi nije dovoljno pažnje posvećeno uticaju strateškog menadžmenta na energetske efikasnost u organizaciji. Shodno značajnoj ulozi koju održivi razvoj u današnje vreme dobija u okviru strateškog menadžmenta, neophodno je pojačati istraživačke napore u tom domenu.

Najviše prostora za istraživanje, kada je reč o upravljanju energijom, ima u domenu energetske kulture. Naime, u naučnoj literaturi nedostaju istraživanja kojima se kvantitativnim metodama proverava uticaj energetske kulture na primenu mera energetske efikasnosti i ostvarivanje energetske uštede. Takođe, nije kvantitativno istražen ni uticaj energetske kulture u organizaciji na spoljno okruženje. S tim u vezi, energetska kultura se nameće kao bitna oblast budućih istraživanja upravljanja energijom.

Svakako, oblast digitalne transformacije sistema upravljanja energijom u zgradama je još uvek mlada u naučnom smislu i za očekivati je da će budućnost doneti nove istraživačke rezultate kojima će se svi elementi ove oblasti dalje unapređivati.

LITERATURA

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(1), 150-168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003>
- Abid, M. R., Lghoul, R., & Benhaddou, D. (2017). ICT for renewable energy integration into smart buildings: IoT and big data approach. In *2017 IEEE AFRICON* (pp. 856-861). IEEE. DOI: 10.1109/AFRCON.2017.8095594
- Aggarwal, P., & Agarwala, T. (2021). Green organizational culture: an exploration of dimensions. *Global Business Review*. DOI: <https://doi.org/10.1177/09721509211049890>
- Agouzoul, A., Tabaa, M., Chegari, B., Simeu, E., Dandache, A., & Alami, K. (2021). Towards a digital twin model for building energy management: case of Morocco. *Procedia Computer Science*, 184, 404-410. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.051>
- Ahmed, S. F., Hazry, D., Tanveer, M. H., Joyo, M. K., Warsi, F. A., Kamarudin, H., ... & Hussain, A. T. (2015, May). Energy conservation and management system using efficient building automation. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1660, No. 1, p. 090019). AIP Publishing LLC. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4915863>
- Ali, Q., Thaheem, M. J., Ullah, F., & Sepasgozar, S. M. (2020). The performance gap in energy-efficient office buildings: how the occupants can help?. *Energies*, 13(6), 1480. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13061480>
- Allcott, H. & Greenstone, M. (2012). Is there an energy efficiency gap? *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), 3-28. DOI: 10.1257/jep.26.1.3
- Al-Obaidi, K. M., Hossain, M., Alduais, N. A., Al-Duais, H. S., Omrany, H., & Ghaffarianhoseini, A. (2022). A review of using IoT for energy efficient buildings and cities: A built environment perspective. *Energies*, 15(16), 5991. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15165991>
- Alonso-Rosa, M., Gil-de-Castro, A., Moreno-Munoz, A., Garrido-Zafra, J., Gutierrez-Ballesteros, E., & Cañete-Carmona, E. (2020). An IoT based mobile augmented reality application for energy visualization in buildings environments. *Applied Sciences*, 10(2), 600. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10020600>
- Angrisani, L., Bonavolontà, F., Liccardo, A., Schiano Lo Moriello, R., & Serino, F. (2018). Smart power meters in augmented reality environment for electricity consumption awareness. *Energies*, 11(9), 2303. DOI: <https://doi.org/10.3390/en11092303>
- Antunes, P., Carreira, P., & da Silva, M. M. (2014). Towards an energy management maturity model. *Energy policy*, 73, 803-814. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.06.011
- Arora, N., Dreze, X., Ghose, A., Hess, J. D., Iyengar, R., Jing, B. ... & Zhang, Z. J. (2008). Putting one-to-one marketing to work: Personalization, customization, and choice. *Marketing Letters*, 19, 305-321. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11002-008-9056-z>
- Arowoiya, V. A., Moehler, R. C., & Fang, Y. (2023). Digital Twin Technology for Thermal Comfort and Energy Efficiency in Buildings: A State-of-the-Art and future directions. *Energy and Built Environment*, 5(5), 641-656. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2023.05.004>
- Auer Antoncic, J., & Antoncic, B. (2011). Employee satisfaction, intrapreneurship and firm growth: a model. *Industrial Management & Data Systems*, 111(4), 589-607. DOI: <https://doi.org/10.1108/02635571111133560>

- Backlund, S., Broberg, S., Ottosson, M., & Thollander, P. (2012). Energy efficiency potentials and energy management practices in Swedish firms. In *Summer Study on energy efficiency in industry (ecee 2012)*, European Council for an Energy Efficient Economy, 11–14 September, Arnhem, Netherlands.
- Backlund, S., Thollander, P., Palm, J., & Ottosson, M. (2012a). Extending the energy efficiency gap. *Energy Policy*, 51, 392-396. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.08.042
- Baheti, R., & Gill, H. (2011). Cyber-physical systems. *The impact of control technology*, 12(1), 161-166.
- Balaras, C. A., Dascalaki, E. G., Droutsas, K. G., Micha, M., Kontoyiannidis, S., & Argiriou, A. A. (2017). Energy use intensities for non-residential buildings. *Zbornik Međunarodnog kongresa o KGH*, 48(1), 369-389. DOI: <https://doi.org/10.24094/kgkh.017.48.1.369>
- Batra, N., Singh, A., Singh, P., Dutta, H., Sarangan, V., & Srivastava, M. (2014). Data driven energy efficiency in buildings. *arXiv preprint arXiv:1404.7227*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1404.7227>
- Blomqvist, S., Ödlund, L., & Rohdin, P. (2022). Understanding energy efficiency decisions in the building sector—A survey of barriers and drivers in Sweden. *Cleaner Engineering and Technology*, 9, 100527. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100527>
- Bodan, K. (2023). Impact of Russia and Ukraine War on the global economy. *Journal of International Relations*, 3(1), 29-39. DOI: <https://doi.org/10.47604/jir.1867>
- Bortolini, R., Rodrigues, R., Alavi, H., Vecchia, L. F. D., & Forcada, N. (2022). Digital twins' applications for building energy efficiency: A review. *Energies*, 15(19), 7002. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15197002>
- Bozkus, K. (2024) *Organizational Culture Change and Technology: Navigating the Digital Transformation*. in Sarfraz, M. & Ul Hassan Shah, W. (eds) (2024) *Organizational Culture - Cultural Change and Technology*. Business, Management and Economics. IntechOpen. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.111316>.
- Brown, P., & Sherriff, G. A. (2014). *Research to assess the barriers and drivers to energy efficiency in small and medium sized enterprises*. Department of Energy and Climate Change, Government of the United Kingdom.
- Brunke, J. C., Johansson, M., & Thollander, P. (2014). Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. *Journal of cleaner production*, 84, 509-525. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.078>
- Buckman, A. H., Mayfield, M., & BM Beck, S. (2014). What is a smart building? *Smart and Sustainable Built Environment*, 3(2), 92-109. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/SASBE-01-2014-0003>
- Bull, R., & Janda, K. B. (2018). Beyond feedback: introducing the 'engagement gap' in organizational energy management. *Building Research & Information*, 46(3), 300-315. DOI: <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1366748>
- Büschgens, T., Bausch, A., & Balkin, D. B. (2013). Organizational culture and innovation: A meta-analytic review. *Journal of product innovation management*, 30(4), 763-781. DOI: <https://doi.org/10.1111/jpim.12021>
- Cagno, E., Trianni, A., Abeelen, C., Worrell, E., & Miggiano, F. (2015). Barriers and drivers for energy efficiency: Different perspectives from an exploratory study in the Netherlands. *Energy conversion and management*, 102, 26-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.04.018>

- Cambalikova, A. (2021). Modern trends in business management in the light of globalization. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 92, p. 02009). EDP Sciences. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219202009>
- Cao, J., Zhang, Q., & Shi, W. (2018). *Edge computing: a primer*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer International Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02083-5>
- Capehart, B. L., Turner, W. C., & Kennedy, W. J. (2006). *Guide to energy management*. Boca Raton, USA: Crc Press.
- Casado-Mansilla, D., Moschos, I., Kamara-Esteban, O., Tsolakis, A. C., Borges, C. E., Krinidis, S., ... & López-de-Ipina, D. (2018). A human-centric & context-aware IoT framework for enhancing energy efficiency in buildings of public use. *IEEE Access*, 6, 31444-31456. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2837141
- Casini, M. (2014). Internet of Things for Energy Efficiency of Buildings. *International Scientific Journal Architecture and Engineering*, 2(1), 24-28.
- Chasta, R., Singh, R., Gehlot, A., Mishra, R. G., & Choudhury, S. (2016). A smart building automation system. *International Journal of Smart Home*, 10(8), 91-98. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijsh.2016.10.8.10>
- Chetty, R., Friedman, J. N., & Stepner, M. (2024). The economic impacts of COVID-19: Evidence from a new public database built using private sector data. *The Quarterly Journal of Economics*, 139(2), 829-889. DOI: <https://doi.org/10.1093/qje/qjad048>
- Chew, M. Y. L., Teo, E. A. L., Shah, K. W., Kumar, V., & Hussein, G. F. (2020). Evaluating the roadmap of 5G technology implementation for smart building and facilities management in Singapore. *Sustainability*, 12(24), 10259. DOI: <https://doi.org/10.3390/su122410259>
- Clements-Croome, D. (Ed.). (2013). *Intelligent buildings: an introduction*. Routledge.
- Colombo, A. W., Karnouskos, S., Kaynak, O., Shi, Y., & Yin, S. (2017). Industrial cyberphysical systems: A backbone of the fourth industrial revolution. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), 6-16.
- Coulter, M. (2008). *Strategic Management in Action*, 4th edition. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Covin, J.G., & Miles, M.P. (1999). Corporate entrepreneurship and the pursuit of competitive advantage. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 23, 47-63. DOI: <https://doi.org/10.1177/104225879902300304>
- Crespi, N., Drobot, A. T., & Minerva, R. (2023). The Digital Twin: What and Why?. In *The Digital Twin* (pp. 3-20). Cham: Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21343-4_1
- D'agostino, D., Zangheri, P., & Castellazzi, L. (2017). Towards nearly zero energy buildings in Europe: A focus on retrofit in non-residential buildings. *Energies*, 10(1), 117. DOI: <https://doi.org/10.3390/en10010117>
- D'Oca, S., Corgnati, S. P., & Buso, T. (2014). Smart meters and energy savings in Italy: Determining the effectiveness of persuasive communication in dwellings. *Energy Research & Social Science*, 3, 131-142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.07.015>
- Dawes, J., Meyer-Waarden, L., & Driesener, C. (2015). Has brand loyalty declined? A longitudinal analysis of repeat purchase behavior in the UK and the USA. *Journal of Business Research*, 68(2), 425-432. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.06.006>
- Dess G.G., Lumpkin, G.T. & Eisner, A.B. (2007). *Strategic Management: Text and Cases*, 3rd edition. The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Di Foggia, G. (2021). Energy-efficient products and competitiveness in the manufacturing sector. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 33. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc7010033>
- Dobni, C. B. (2008). Measuring innovation culture in organizations: The development of a generalized innovation culture construct using exploratory factor analysis. *European journal of innovation management*, 11(4), 539-559. DOI: <https://doi.org/10.1108/14601060810911156>
- Doerner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (Eds.). (2022). *Virtual and augmented reality (VR/AR): Foundations and methods of extended realities (XR)*. Springer Nature.
- Domingues, P., Carreira, P., Vieira, R., & Kastner, W. (2016). Building automation systems: Concepts and technology review. *Computer Standards & Interfaces*, 45, 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csi.2015.11.005>
- dos Reis, P. R. J., Junior, D. L. G., de Araújo, A. S., Junior, G. B., Silva, A. C., & de Paiva, A. C. (2014). Visualization of power systems based on panoramic augmented environments. In *Augmented and Virtual Reality: First International Conference, AVR 2014, Lecce, Italy, September 17-20, 2014, Revised Selected Papers 1* (pp. 175-184). Springer International Publishing.
- Doukas, H., Patlitzianas, K. D., Iatropoulos, K., & Psarras, J. (2007). Intelligent building energy management system using rule sets. *Building and environment*, 42(10), 3562-3569. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.024>
- Duerr, S., Holotiuk, F., Wagner, H. T., Beimborn, D., & Weitzel, T. (2018). What is digital organizational culture? Insights from exploratory case studies. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 5126-5135. Link: <http://hdl.handle.net/10125/50529>
- EC (2023). *8 crises the world must not look away from in 2024*. European Commission. Dostupno na: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/news-stories/stories/8-crises-world-must-not-look-away-2024_en (Pristupljeno: 25.08.2024.)
- Economist Intelligence (2023). *Energy Outlook 2023*. A Report by EIU. Dostupno na: <https://www.eiu.com/n/campaigns/energy-in-2023/> (Pristupljeno: 14.07.2024.)
- Ehrhardt-Martinez, K., & Laitner, J. A. (2010). Rebound, technology and people: mitigating the rebound effect with energy-resource management and people-centered initiatives. *Proceedings of the 2010 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, 73-89.
- Engert, S., Rauter, R., & Baumgartner, R. J. (2016). Exploring the integration of corporate sustainability into strategic management: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2833-2850. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.031>
- Erickson, V. L., Carreira-Perpinán, M. A., & Cerpa, A. E. (2014). Occupancy modeling and prediction for building energy management. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*, 10(3), 1-28. DOI: <https://doi.org/10.1145/2594771>
- Farrokhifar, M., Nie, Y., & Pozo, D. (2020). Energy systems planning: A survey on models for integrated power and natural gas networks coordination. *Applied Energy*, 262, 114567. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114567>
- Filipović, J. & Đurić, M. (2010). *Sistem menadžmenta kvaliteta*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- Fuertes, G., Alfaro, M., Vargas, M., Gutierrez, S., Ternero, R., & Sabattin, J. (2020). Conceptual framework for the strategic management: a literature review—descriptive. *Journal of Engineering*, 2020(1), 6253013. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/6253013>

- Gerarden, T. D., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2017). Assessing the energy-efficiency gap. *Journal of economic literature*, 55(4), 1486-1525. DOI: 10.1257/jel.20161360
- Gillingham, K. T., & Palmer, K. L. (2013). Bridging the energy efficiency gap: insights for policy from economic theory and empirical analysis. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8(1).
- Goodale, J. C., Kuratko, D. F., Hornsby, J. S., & Covin, J. G. (2011). Operations management and corporate entrepreneurship: The moderating effect of operations control on the antecedents of corporate entrepreneurial activity in relation to innovation performance. *Journal of Operations Management*, 26(5), 669–688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.07.005>
- Gordić, D., Babić, M., Jovičić, N., Šušteršič, V., Končalović, D., & Jelić, D. (2010). Development of energy management system—Case study of Serbian car manufacturer. *Energy Conversion and Management*, 51(12), 2783-2790.
- Gupta, J., & Chakraborty, M. (2021). Energy efficiency in buildings. In *Sustainable Fuel Technologies Handbook* (pp. 457-480). Academic Press. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822989-7.00016-0>
- Gürlek, M., & Tuna, M. (2018). Reinforcing competitive advantage through green organizational culture and green innovation. *The service industries journal*, 38(7-8), 467-491. DOI: <https://doi.org/10.1080/02642069.2017.1402889>
- Häckel, B., Pfosser, S., & Tränkler, T. (2017). Explaining the energy efficiency gap—expected utility theory versus cumulative prospect theory. *Energy Policy*, 111, 414-426. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.026>
- Hannan, M. A., Faisal, M., Ker, P. J., Mun, L. H., Parvin, K., Mahlia, T. M. I., & Blaabjerg, F. (2018). A review of internet of energy based building energy management systems: Issues and recommendations. *IEEE access*, 6, 38997-39014. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2852811
- Harish, V. S. K. V., & Kumar, A. (2016). A review on modeling and simulation of building energy systems. *Renewable and sustainable energy reviews*, 56, 1272-1292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.040>
- Harris, D. (2016). *A guide to energy management in buildings*. Abingdon, UK: Taylor & Francis.
- Hartl, E. & Hess, T. (2017). The Role of Cultural Values for Digital Transformation: Insights from a Delphi Study. *AMCIS 2017 Proceedings*. Available at: <https://aisel.aisnet.org/amcis2017/Global/Presentations/8>
- Hartoyo, A., & Panjaitan, S. D. (2012). Development of Automation System for Room Lighting Based on Fuzzy logic Controller. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 2(6), 955. DOI: 10.7763/IJIEE.2012.V2.249
- Henisz, W., Koller, T., & Nuttall, R. (2019). Five ways that ESG creates value. *McKinsey Quarterly*, 4, 1-12.
- Henriette, E., Feki, M., & Boughzala, I. (2015). The shape of digital transformation: A systematic literature review. *MCIS 2015 Proceedings*, 431-443.
- Henriques, J., & Catarino, J. (2016). Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 139, 42-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.026>
- Henry, A. (2021). *Understanding strategic management*. Oxford University Press.
- Hewitt, E. (2021). Contradictory Conservation: The Role of Leadership in Shaping Energy Efficiency Culture in Urban Residential Cooperative Buildings. *Energies*, 14(3), 648. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14030648>

- Himeur, Y., Elnour, M., Fadli, F., Meskin, N., Petri, I., Rezgui, Y., ... & Amira, A. (2023). AI-big data analytics for building automation and management systems: a survey, actual challenges and future perspectives. *Artificial Intelligence Review*, 56(6), 4929-5021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10286-2>
- Hogan, S. J., & Coote, L. V. (2014). Organizational culture, innovation, and performance: A test of Schein's model. *Journal of business research*, 67(8), 1609-1621. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.09.007>
- Holden, E., Linnerud, K., & Rygg, B. J. (2021). A review of dominant sustainable energy narratives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110955>
- Hornsby, J., Naffziger, D.W., Kuratko, D., & Mantagno, R.W. (1993). An interactive model of corporate entrepreneurship process. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 17(2) 29-37. DOI: <https://doi.org/10.1177/104225879301700203>
- Hrovatin, N., Cagno, E., Dolšak, J., & Zorić, J. (2021). How important are perceived barriers and drivers versus other contextual factors for the adoption of energy efficiency measures: An empirical investigation in manufacturing SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 323, 129123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129123>
- Huang, H. Y., Yen, J. Y., Chen, S. L., & Ou, F. C. (2004). Development of an intelligent energy management network for building automation. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 1(1), 14-25. DOI: 10.1109/TASE.2004.829346
- Hurtado, L. A., Nguyen, P. H., Kling, W. L., & Zeiler, W. (2013). Building energy management systems—Optimization of comfort and energy use. In *2013 48th International Universities' Power Engineering Conference (UPEC)* (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/UPEC.2013.6714910
- Huseien, G. F., & Shah, K. W. (2022). A review on 5G technology for smart energy management and smart buildings in Singapore. *Energy and AI*, 7, 100116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2021.100116>
- IDC (2023). *Worldwide Digital Transformation Spending Forecast to Continue Its Double-Digit Growth Trajectory, According to IDC Spending Guide*. International Data Corporation. Dostupno na: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS51352323> (Pristupljeno: 14.07.2024.)
- IEA (2017). *Digitalisation and Energy*. International Energy Agency. Dostupno na: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy> (Pristupljeno: 14.07.2024.)
- IEA (2024). *Energy system – buildings*. International Energy Agency. Dostupno na: <https://www.iea.org/energy-system/buildings> (Pristupljeno: 08.07.2024.)
- IEA (2024a). *Digitalisation*. International Energy Agency. Dostupno na: <https://www.iea.org/energy-system/decarbonisation-enablers/digitalisation> (Pristupljeno: 14.07.2024.)
- Imran, M., Arshad, I., & Ismail, F. (2021). Green organizational culture and organizational performance: The mediating role of green innovation and environmental performance. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(4), 515-530. DOI: <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i4.32386>
- Ionescu, C., Baracu, T., Vlad, G. E., Necula, H., & Badea, A. (2015). The historical evolution of the energy efficient buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 243-253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.062>

- Ishak, M. H. (2017). Modelling energy consumption behaviour using “energy culture” concept for student accommodations in Malaysian public universities. *Facilities*, 35(11/12), 658-683. DOI: <https://doi.org/10.1108/F-12-2015-0084>
- Islam, M. M., & Hasanuzzaman, M. (2020). Introduction to energy and sustainable development. In *Energy for sustainable development* (pp. 1-18). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-814645-3.00001-8
- ISO (2018). *ISO 50001: Energy management systems – Requirements with guidance for use*. International Standardization Organisation, Geneva, Switzerland.
- Itakura, K. (2020). Evaluating the impact of the US–China trade war. *Asian Economic Policy Review*, 15(1), 77-93. DOI: <https://doi.org/10.1111/aepr.12286>
- Ivanova, A. S., Holionko, N. G., Tverdushka, T. B., Olejarz, T., & Yakymchuk, A. Y. (2019). The strategic management in terms of an enterprise’s technological development. *Journal of Competitiveness*, 11(4), 40. DOI: <https://doi.org/10.7441/joc.2019.04.03>
- Jaffe, A. B., & Stavins, R. N. (1994). The energy-efficiency gap – What does it mean?. *Energy policy*, 22(10), 804-810. DOI: [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(94\)90138-4](https://doi.org/10.1016/0301-4215(94)90138-4)
- Jamil, M., & Mittal, S. (2017). Building energy management system: A review. In *2017 14th IEEE India Council International Conference (INDICON)* (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/INDICON.2017.8488004
- Junaedi, A., Sunaryo, W., & Notosudjono, D. (2021). Determination of Work Motivation, Organizational Culture and Transformational Leadership in Improving Innovativeness of a Regional Government Employees. *International Journal of Science and Management Studies (IJSMS)*, 4(1), 11-21. DOI: 10.51386/25815946/ijms-v4i1p102
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT Sloan Management Review*.
- Ke, M. T., Yeh, C. H., & Su, C. J. (2017). Cloud computing platform for real-time measurement and verification of energy performance. *Applied Energy*, 188, 497-507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.034>
- Khajenasiri, I., Estebarsari, A., Verhelst, M., & Gielen, G. (2017). A review on Internet of Things solutions for intelligent energy control in buildings for smart city applications. *Energy Procedia*, 111, 770-779. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.239>
- Khatoon, A., Verma, P., Southernwood, J., Massey, B., & Corcoran, P. (2019). Blockchain in energy efficiency: Potential applications and benefits. *Energies*, 12(17), 3317. DOI: <https://doi.org/10.3390/en12173317>
- Klein, A. S., Wallis, J., & Cooke, R. A. (2013). The impact of leadership styles on organizational culture and firm effectiveness: An empirical study. *Journal of Management & Organization*, 19(3), 241-254. DOI: <https://doi.org/10.1017/jmo.2013.34>
- Klöckner, M., Schmidt, C. G., Wagner, S. M., & Swink, M. (2023). Firms’ responses to the COVID-19 pandemic. *Journal of Business Research*, 158, 113664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113664>
- König, W., Löbbe, S., Büttner, S., & Schneider, C. (2020). Establishing energy efficiency—drivers for energy efficiency in German manufacturing small-and medium-sized enterprises. *Energies*, 13(19), 5144. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13195144>

- Koseleva, N., & Ropaite, G. (2017). Big data in building energy efficiency: understanding of big data and main challenges. *Procedia Engineering*, 172, 544-549. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.064>
- Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig-Tierno, N. (2021). Digital transformation: An overview of the current state of the art of research. *Sage Open*, 11(3). DOI: <https://doi.org/10.1177/21582440211047576>
- Kubba, S. (2012). *Handbook of green building design and construction: LEED, BREEAM, and Green Globes*. Butterworth-Heinemann.
- Kumar, R., Aggarwal, R. K., & Sharma, J. D. (2013). Energy analysis of a building using artificial neural network: A review. *Energy and Buildings*, 65, 352-358. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.06.007>
- Kuratko, D. F., Ireland, R. D., & Hornsby, J. S. (2001). Improving firm performance through entrepreneurial actions: Acordia's corporate entrepreneurship strategy. *Academy of Management Perspectives*, 15(4), 60-71. DOI: <https://doi.org/10.5465/ame.2001.5897658>
- Leal-Rodríguez, A. L., Sanchís-Pedregosa, C., Moreno-Moreno, A. M., & Leal-Millán, A. G. (2023). Digitalization beyond technology: Proposing an explanatory and predictive model for digital culture in organizations. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), 100409. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100409>
- Lee, D. S., Chen, Y. T., & Chao, S. L. (2022). Universal workflow of artificial intelligence for energy saving. *Energy Reports*, 8, 1602-1633. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.12.066>
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23.
- Li, T. T., Wang, K., Sueyoshi, T., & Wang, D. D. (2021). ESG: Research progress and future prospects. *Sustainability*, 13(21), 11663. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132111663>
- Li, W., Bhutto, T. A., Nasiri, A. R., Shaikh, H. A., & Samo, F. A. (2018). Organizational innovation: the role of leadership and organizational culture. *International Journal of Public Leadership*, 14(1), 33-47. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPL-06-2017-0026>
- Liu, Y., Yang, C., Jiang, L., Xie, S., & Zhang, Y. (2019). Intelligent edge computing for IoT-based energy management in smart cities. *IEEE network*, 33(2), 111-117. DOI: 10.1109/MNET.2019.1800254
- Loiseau, E., Saikku, L., Antikainen, R., Droste, N., Hansjürgens, B., Pitkänen, K., ... & Thomsen, M. (2016). Green economy and related concepts: An overview. *Journal of cleaner production*, 139, 361-371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.024>
- Manic, M., Wijayasekara, D., Amarasinghe, K., & Rodriguez-Andina, J. J. (2016). Building energy management systems: The age of intelligent and adaptive buildings. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 10(1), 25-39. DOI: 10.1109/MIE.2015.2513749
- Marcham, A. (2021). *Understanding Infrastructure Edge Computing: Concepts, Technologies, and Considerations*. John Wiley & Sons.
- Marinakis, V. (2020). Big data for energy management and energy-efficient buildings. *Energies*, 13(7), 1555. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13071555>
- Marinakis, V., & Doukas, H. (2018). An advanced IoT-based system for intelligent energy management in buildings. *Sensors*, 18(2), 610. DOI: <https://doi.org/10.3390/s18020610>

- MarketsandMarkets (2023). *Digital Transformation Market*. MarketsandMarkets. Dostupno na: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-transformation-market-43010479.html> (Pristupljeno: 14.07.2024.)
- Marulanda-Grisales, N. (2021). Mapping trends in strategic management for sustainable production. *Producción+ Limpia*, 16(2), 63-91. DOI: <https://doi.org/10.22507/pml.v16n2a4>
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*, 57, 339-343. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
- McFadzean, E., O'Loughlin, A., & Shaw, E. (2005). Corporate entrepreneurship and innovation part 1: the missing link. *European Journal of Innovation Management*, 8(3), 350-372. DOI: <https://doi.org/10.1108/14601060510610207>
- Meath, C., Linnenluecke, M., & Griffiths, A. (2016). Barriers and motivators to the adoption of energy savings measures for small-and medium-sized enterprises (SMEs): the case of the ClimateSmart Business Cluster program. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3597-3604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.085>
- MEF (2023). *What is the Green Transition?*. Ministry of the Environment of the Republic of Finland. Dostupno na: <https://ym.fi/en/what-is-the-green-transition> (Pristupljeno: 25.08.2024.)
- Metwaly, A., Queralta, J. P., Sarker, V. K., Gia, T. N., Nasir, O., & Westerlund, T. (2019). Edge computing with embedded AI: Thermal image analysis for occupancy estimation in intelligent buildings. In *Proceedings of the INTelligent Embedded Systems Architectures and Applications Workshop 2019* (pp. 1-6). DOI: <https://doi.org/10.1145/3372394.3372397>
- Mihić, M., Petrović, D., & Vučković, A. (2011). Mogućnosti primene cost-benefit analize u projektima energetske efikasnosti u zgradarstvu. *Ekonomске teme*, 49(3), 355-378.
- Mihić, M., Petrović, D., Obradović, V. & Vuckovic, A. (2015). Project management maturity analysis in the Serbian energy sector. *Energies*, 8(5), 3924-3943. DOI: <https://doi.org/10.3390/en8053924>
- Mihić, M., Petrović, D., Vučković, A. (2014). Comparative Analysis of Global Trends in Energy Sustainability. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(4), pp. 947-961.
- Mihić, M., Petrović, D., Vučković, A., Obradović, V., Đurović, D. (2012). Application and Importance of Cost-Benefit Analysis to Energy Efficiency Projects Implemented in Public Buildings: The Case of Serbia. *Thermal Science*, 16(3), pp. 915-929. DOI: <https://doi.org/10.2298/TSCI110911090M>
- Mihić, M., Vučković, A., & Vučković, M. (2012a). Upravljanje koristima u projektima energetske efikasnosti u javnim zgradama u Srbiji. *Management*, 64, 57-65.
- Mihu, C., Pitic, A. G., & Bayraktar, D. (2023). Drivers of Digital Transformation and their Impact on Organizational Management. *Studies in Business and Economics*, 18(1), 149-170. DOI: <https://doi.org/10.2478/sbe-2023-0009>
- Minoli, D., Sohraby, K., & Occhiogrosso, B. (2017). IoT considerations, requirements, and architectures for smart buildings—Energy optimization and next-generation building management systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(1), 269-283. DOI: 10.1109/JIOT.2017.2647881

- Mir, U., Abbasi, U., Mir, T., Kanwal, S., & Alamri, S. (2021). Energy Management in Smart Buildings and Homes: Current Approaches, a Hypothetical Solution, and Open Issues and Challenges. *IEEE Access*, 9, 94132-94148. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3092304
- Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., & Lazarova-Molnar, S. (2018). Energy cloud: Services for smart buildings. In *Sustainable Cloud and Energy Services* (pp. 117-134). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-62238-5_5
- Mohamed, N., Lazarova-Molnar, S., & Al-Jaroodi, J. (2016, March). CE-BEMS: A cloud-enabled building energy management system. In *2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)* (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/ICBDSC.2016.7460393
- Moreno, M. V., Dufour, L., Skarmeta, A. F., Jara, A. J., Genoud, D., Ladevie, B., & Bezan, J. J. (2016). Big data: the key to energy efficiency in smart buildings. *Soft Computing*, 20(5), 1749-1762. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00500-015-1679-4>
- Moreno, M., Úbeda, B., Skarmeta, A. F., & Zamora, M. A. (2014). How can we tackle energy efficiency in IoT based smart buildings?. *Sensors*, 14(6), 9582-9614. DOI: <https://doi.org/10.3390/s140609582>
- Morris, M., Kuratko, D., & Covin, J. (2011). Corporate entrepreneurship and innovation (3rd ed.). Mason, OH: Cengage/South Western.
- Nadkarni, S., & Prügl, R. (2021). Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly*, 71, 233-341. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00185-7>
- Naranjo-Valencia, J. C., Jiménez-Jiménez, D., & Sanz-Valle, R. (2016). Studying the links between organizational culture, innovation, and performance in Spanish companies. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 48(1), 30-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rlp.2015.09.009>
- Nematchoua, M. K., Yvon, A., Roy, S. E. J., Ralijaona, C. G., Mamiharijaona, R., Razafinjaka, J. N., & Tefy, R. (2019). A review on energy consumption in the residential and commercial buildings located in tropical regions of Indian Ocean: A case of Madagascar island. *Journal of Energy Storage*, 24, 100748. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.04.022>
- Ngan, P. T. (2015). Organisational innovativeness: motivation in an employee's innovative work behaviour. *Scientific Bulletin-Economic Sciences/Buletin Stiintific-Seria Stiinte Economice*, 14.
- Ni, Z., Eriksson, P., Liu, Y., Karlsson, M., & Gong, S. (2021). Improving energy efficiency while preserving historic buildings with digital twins and artificial intelligence. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 863, No. 1, p. 012041). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/863/1/012041
- Ni, Z., Zhang, C., Karlsson, M., & Gong, S. (2023). Leveraging Deep Learning and Digital Twins to Improve Energy Performance of Buildings. *arXiv preprint arXiv:2305.04498*. DOI: 10.1109/IESES53571.2023.10253721
- Olsthoorn, M., Schleich, J., & Hirzel, S. (2017). Adoption of energy efficiency measures for non-residential buildings: technological and organizational heterogeneity in the trade, commerce and services sector. *Ecological Economics*, 136, 240-254. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.02.022>
- Oracle (2021). *Internet of Things – What is it?* Oracle.com. Dostupno na: <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/> (Pristupljeno: 23.07.2024.)
- Osmundsen, K., Iden, J., & Bygstad, B. (2018). Digital transformation: Drivers, success factors, and implications. *MCIS 2018 Proceedings*. 37.

- Ozadowicz, A., & Grela, J. (2017). Impact of building automation control systems on energy efficiency—University building case study. In *2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)* (pp. 1-8). IEEE. DOI: [10.1109/ETFA.2017.8247686](https://doi.org/10.1109/ETFA.2017.8247686)
- Pan, J., Jain, R., Paul, S., Vu, T., Saifullah, A., & Sha, M. (2015). An Internet of Things framework for smart energy in buildings: designs, prototype, and experiments. *IEEE Internet of Things Journal*, 2(6), 527-537. DOI: [10.1109/JIOT.2015.2413397](https://doi.org/10.1109/JIOT.2015.2413397)
- Pérez, L., Hunt, V., Samandari, H., Nuttall, R., & Biniek, K. (2022). Does ESG really matter—and why? *McKinsey Quarterly*, 60(1).
- Pfenninger, S., Hawkes, A., & Keirstead, J. (2014). Energy systems modeling for twenty-first century energy challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 74-86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.003>
- Pitić, G., & Vučković, A. (2021). Organizational factors of innovativeness in Serbian enterprises. *Naše gospodarstvo/Our economy*, 67(2), 20-28. DOI: [10.2478/ngoe-2021-0009](https://doi.org/10.2478/ngoe-2021-0009)
- Pitić, G., Savić, N., & Verbić, S. (2018). Digital transformation and Serbia. *Ekonomika preduzeća*, 66(1-2), 107-119. DOI: [10.5937/EKOPRE1802107P](https://doi.org/10.5937/EKOPRE1802107P)
- Poškienė, A. (2006). Organizational culture and innovations. *Engineering economics*, (1 (46)), 45-50.
- Qarnain, S. S., Muthuvel, S., Bathrinath, S., & Saravanasankar, S. (2021). Analyzing factors in emerging computer technologies favoring energy conservation of building sector. *Materials Today: Proceedings*, 45, 1290-1293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.121>
- Rajkumar, R., Lee, I., Sha, L., & Stankovic, J. (2010). Cyber-physical systems: the next computing revolution. In *Design Automation Conference* (pp. 731-736). IEEE.
- Ratlamwala, T.A.H. & Dincer, I. (2018). *Energy Management in District Energy Systems*. in *Comprehensive Energy Systems*. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00543-5>
- Rau, H., Moran, P., Manton, R., & Goggins, J. (2020). Changing energy cultures? Household energy use before and after a building energy efficiency retrofit. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101983. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101983>
- Ritala, P., Vanhala, M., & Järveläinen, K. (2020). The role of employee incentives and motivation on organisational innovativeness in different organisational cultures. *International Journal of Innovation Management*, 24(04), 2050075. DOI: <https://doi.org/10.1142/S1363919620500759>
- Roespinoedji, R., Saudi, M., Hardika, A., & Rashid, A. (2019). The effect of green organizational culture and green innovation in influencing competitive advantage and environmental performance. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(1), 278-286. DOI: <https://doi.org/10.59160/ijscm.v8i1.2893>
- Rogers, D. L. (2016). *The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age*. Columbia University Press.
- Rohdin, P., & Thollander, P. (2006). Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden. *Energy*, 31(12), 1836-1844.
- Rotzek, J. N., Scope, C., & Günther, E. (2018). What energy management practice can learn from research on energy culture?. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 9(4), 515-551. DOI: <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-07-2017-0067>

- Runge, J., & Zmeureanu, R. (2019). Forecasting energy use in buildings using artificial neural networks: A review. *Energies*, 12(17), 3254. DOI: <https://doi.org/10.3390/en12173254>
- Sa, A., Thollander, P., & Cagno, E. (2017). Assessing the driving factors for energy management program adoption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 538-547. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.061>
- Santoso, A. B., Moeins, A., & Sunaryo, W. (2022). The Effect of Work Motivation and Knowledge Management on Increasing Innovativeness. *International Journal of Educational Research and Social Sciences (IJERSC)*, 3(3), 1099-1105. DOI: <https://doi.org/10.51601/ijersc.v3i3.398>
- Santos-Rodrigues, H., Dorrego, P. F., & Jardon, C. F. (2010). The influence of human capital on the innovativeness of firms. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 9(9). DOI: <https://doi.org/10.19030/iber.v9i9.625>
- Sarros, J. C., Gray, J., & Densten, I. L. (2002). Leadership and its impact on organizational culture. *International journal of business studies*, 10(2).
- Savić, N., Pitić, G., & Lazarević, J. (2018). Innovation-driven economy and Serbia. *Ekonomika preduzeća*, 66(1-2), 139-150. DOI: 10.5937/EKOPRE1802139S
- Sayed, K., & Gabbar, H. A. (2018). Building energy management systems (BEMS). *Energy conservation in residential, commercial, and industrial facilities*, 15-81. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119422099.ch2>
- Schaefer, J. L., Siluk, J. C. M., Carvalho, P. S. D., Renes Pinheiro, J., & Schneider, P. S. (2020). Management challenges and opportunities for energy cloud development and diffusion. *Energies*, 13(16), 4048. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13164048>
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.
- Schweisfurth, T. G., & Raasch, C. (2018). Absorptive capacity for need knowledge: Antecedents and effects for employee innovativeness. *Research policy*, 47(4), 687-699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.01.017>
- Seo, H., & Yun, W. S. (2022). Digital Twin-Based Assessment Framework for Energy Savings in University Classroom Lighting. *Buildings*, 12(5), 544. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12050544>
- Seyedzadeh, S., Rahimian, F. P., Glesk, I., & Roper, M. (2018). Machine learning for estimation of building energy consumption and performance: a review. *Visualization in Engineering*, 6(1), 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40327-018-0064-7>
- Shah, S. F. A., Iqbal, M., Aziz, Z., Rana, T. A., Khalid, A., Cheah, Y. N., & Arif, M. (2022). The role of machine learning and the internet of things in smart buildings for energy efficiency. *Applied Sciences*, 12(15), 7882. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12157882>
- Shahzad, F., Luqman, R. A., Khan, A. R., & Shabbir, L. (2012). Impact of organizational culture on organizational performance: An overview. *Interdisciplinary journal of contemporary research in business*, 3(9), 975-985.

- Shehab, M., Khattab, T., Kucukvar, M., & Trincherro, D. (2022, May). The role of 5G/6G networks in building sustainable and energy-efficient smart cities. In *2022 IEEE 7th International Energy Conference (ENERGYCON)* (pp. 1-7). IEEE. DOI: 10.1109/ENERGYCON53164.2022.9830364
- Sidani, A., Dinis, F. M., Duarte, J., Sanhudo, L., Calvetti, D., Baptista, J. S., ... & Soeiro, A. (2021). Recent tools and techniques of BIM-Based Augmented Reality: A systematic review. *Journal of Building Engineering*, 42, 102500. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102500>
- Singh, A., Sinha, U., & Sharma, D. K. (2020). Cloud-based IoT architecture in green buildings. In *Green Building Management and Smart Automation* (pp. 164-183). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-5225-9754-4.ch008
- Singh, R., Kuchhal, P., Gehlot, A., & Choudhury, S. (2016). Design and implementation of energy efficient home automation system. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(6), 1-10. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i6/84141
- Sittón-Candanedo, I., Alonso, R. S., García, Ó., Muñoz, L., & Rodríguez-González, S. (2019). Edge computing, IoT and social computing in smart energy scenarios. *Sensors*, 19(15), 3353. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19153353>
- Smith, M., Busi, M., Ball, P., & Van der Meer, R. (2008). Factors influencing an organization's ability to manage innovation: a structured literature review and conceptual model. *International Journal of Innovation Management*, 12(04), 655-676. DOI: <https://doi.org/10.1142/S1363919608002138>
- Soorige, D., Karunasena, G., Kulatunga, U., Mahmood, M. N., & De Silva, L. (2022). An energy culture maturity conceptual framework on adopting energy-efficient technology innovations in buildings. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(2), 60. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8020060>
- Spudys, P., Afxentiou, N., Georgali, P. Z., Klumbyte, E., Jurelionis, A., & Fokaides, P. (2023). Classifying the operational energy performance of buildings with the use of digital twins. *Energy and Buildings*, 290, 113106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113106>
- Stark J. (2020). *Digital Transformation of Industry: Continuing Change*. Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland.
- Stephant, M., Hassam-Ouari, K., Abbes, D., Labrunie, A., & Robyns, B. (2018). A survey on energy management and blockchain for collective self-consumption. In *2018 7th international conference on systems and control (icsc)* (pp. 237-243). IEEE. DOI: 10.1109/ICoSC.2018.8587812
- Stephenson, J., Barton, B., Carrington, G., Gnoth, D., Lawson, R., & Thorsnes, P. (2010). Energy cultures: A framework for understanding energy behaviours. *Energy policy*, 38(10), 6120-6129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.05.069>
- Stluka, P., Parthasarathy, G., Gabel, S., & Samad, T. (2018). Architectures and algorithms for building automation—An industry view. In *Intelligent Building Control Systems: A Survey of Modern Building Control and Sensing Strategies*, 11-43. Springer
- Subramanian, A. & Nilakanta, S. (1996). Organizational innovativeness: Exploring the relationship between organizational determinants of innovation, types of innovations, and measures of organizational performance. *Omega*, 24(6), 631-647. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(96\)00031-X](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(96)00031-X)
- Sürücü, L., & Yeşilada, T. (2017). The impact of leadership styles on organizational culture. *International Journal of Business and Management Invention*, 6(8), 31-39.
- Swords, B., Coyle, E., & Norton, B. (2008). An enterprise energy-information system. *Applied Energy*, 85(1), 61-69.

- Szczepańska-Woszczyna, K. (2015). Leadership and organizational culture as the normative influence of top management on employee's behaviour in the innovation process. *Procedia Economics and Finance*, 34, 396-402. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01646-9](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01646-9)
- Tahir, R., Athar, M. R., Faisal, F., & Solangi, B. (2019). Green organizational culture: A review of literature and future research agenda. *Annals of Contemporary Developments in Management & HR (ACDMHR)*, Print ISSN, 2632-7686. DOI: 10.33166/ACDMHR.2019.01.004
- Thollander, P., Backlund, S., Trianni, A., & Cagno, E. (2013). Beyond barriers—A case study on driving forces for improved energy efficiency in the foundry industries in Finland, France, Germany, Italy, Poland, Spain, and Sweden. *Applied Energy*, 111, 636-643. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.036>
- Thomas, B. L., & Cook, D. J. (2014). CARL: Activity-aware automation for energy efficiency. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication* (pp. 939-946). DOI: <https://doi.org/10.1145/2638728.2641554>
- Tian, M., Deng, P., Zhang, Y., & Salmador, M. P. (2018). How does culture influence innovation? A systematic literature review. *Management Decision*, 56(5), 1088-1107. DOI: <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0462>
- Trbovich, A., Vučković, A. & Drašković, B. (2020). Industry 4.0 as a lever for innovation: Review of Serbia's potential and research opportunities. *Ekonomika preduzeća*, 68(1-2), 105-120.
- Trianni, A., Cagno, E., & Farné, S. (2016). Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. *Applied energy*, 162, 1537-1551. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.02.078>
- Tushar, W., Wijerathne, N., Li, W. T., Yuen, C., Poor, H. V., Saha, T. K., & Wood, K. L. (2018). Internet of Things for green building management: Disruptive innovations through low-cost sensor technology and artificial intelligence. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(5), 100-110. DOI: 10.1109/MSP.2018.2842096
- Ucci, M., Domenech, T., Ball, A., Whitley, T., Wright, C., Mason, D., ... & Westaway, A. (2014). Behaviour change potential for energy saving in non-domestic buildings: Development and pilot-testing of a benchmarking tool. *Building Services Engineering Research and Technology*, 35(1), 36-52. DOI: <https://doi.org/10.1177/0143624412466559>
- UN (2021) *Policy briefs in support of the high-level political forum: leveraging energy action for advancing the sustainable development goals*. United Nations, Division for Sustainable Development Goal – Department of Economic and Social Affairs. Dostupno na: https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-06/2021-UN_POLICY%20BRIEFS-063021.pdf (Pristupljeno: 08.07.2024.)
- UN (2024). *United Nations Sustainable Development Goals*. United Nations. Dostupno na: <https://sdgs.un.org/goals> (Pristupljeno: 08.07.2024.)
- Van Cutsem, O., Dac, D. H., Boudou, P., & Kayal, M. (2020). Cooperative energy management of a community of smart buildings: A Blockchain approach. *International Journal of electrical power & energy systems*, 117, 105643. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105643>
- Van Gorp, J. C. (2004, June). Maximizing energy savings with enterprise energy management systems. In *Conference Record of 2004 Annual Pulp and Paper Industry Technical Conference (IEEE Cat. No. 04CH37523)* (pp. 175-181). IEEE.

- Vial, G. (2021). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Managing Digital Transformation*, 13-66.
- Villaluz, V. C., & Hechanova, M. R. M. (2019). Ownership and leadership in building an innovation culture. *Leadership & Organization Development Journal*, 40(2), 138-150. DOI: <https://doi.org/10.1108/LODJ-05-2018-0184>
- Vohra, M. (2022). Overview of Digital Twin. In *Digital Twin Technology: Fundamentals and Applications* (pp. 1-18). John Wiley & Sons, Inc. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119842316.ch1>
- von Leipzig, T., Gamp, M., Manz, D., Schöttle, K., Ohlhausen, P., Oosthuizen, G., ... & von Leipzig, K. (2017). Initialising customer-orientated digital transformation in enterprises. *Procedia Manufacturing*, 8, 517-524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.066>
- Vučković A. (2011). Primena Standarda ISO 50001 u sklopu upravljanja koristima od projekata energetske efikasnosti u javnim zgradama u Srbiji. *Tehnika – kvalitet, standardizacija i metrologija*, 66(5), str. 859-864.
- Vučković, A. (2013). Stanje i perspektive energetske održivosti u svetu. *Reciklaža i održivi razvoj*, 6(1), 8-17
- Vučković, A. (2015). Karakteristike menadžmenta energijom u školama obuhvaćenim projektima energetske efikasnosti. *III naučno stručni skup – Politehnika 2015*, Visoka škola strukovnih studija Beogradska politehnika, Beograd, 04.12.2015. str. 539-544.
- Vučković, A. (2018). *Razvoj koncepta strateškog upravljanja koristima u portfoliju projekata*. Doktorska disertacija. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.
- Vučković, A. Mihić, M., Petrović, D. (2013). Strategijsko upravljanje portfoliom projekata energetske efikasnosti u javnim zgradama. *Tehnika – Management*, 63(5), 943-948.
- Vučković, A. & Džunić, M. (2023). The influence of organizational factors on the adoption of energy efficiency measures in companies. *Naše gospodarstvo/Our economy*, 69(2), 41-49. DOI: 10.2478/ngoe-2023-0010
- Vučković, A., Marinković, E., Majdarević, A. (2017). *Analiza zrelosti korporativnog preduzetništva – hijerarhijski model*. Druga nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem „Informacione tehnologije, obrazovanje i preduzetništvo – ITOP17“, Čačak, 8.-9.04.2017., str. 49-56.
- Vučković, A., Mihić, M., & Petrović, D. (2020). *Strateško upravljanje projektima energetske efikasnosti u javnim zgradama*. U *Relevantnost energetske efikasnosti u kontekstu održivog razvoja* (str. 77–100). Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.
- Vučković, A., & Pitić, G. (2022). New Technologies in Energy Management Systems of Buildings. *Ekonomika preduzeca*, 70(1-2), pp. 75-86. DOI: 10.5937/EKOPRE2202075P
- Wang, Z., & Srinivasan, R. S. (2015). A review of artificial intelligence based building energy prediction with a focus on ensemble prediction models. In *2015 Winter Simulation Conference (WSC)* (pp. 3438-3448). IEEE. DOI: 10.1109/WSC.2015.7408504
- Wen, J. T., & Mishra, S. (2018). *Introduction and Overview*. In *Intelligent Building Control Systems: A Survey of Modern Building Control and Sensing Strategies*. 1-10. Springer
- Williams, C. (2013). *Principles of management*. South-Western Cengage Learning.
- Wunder, T. (2023). *Essentials of strategic management: Effective formulation and execution of strategy*. Schäffer-Poeschel.

- Xenikou, A. (2022). Leadership and organizational culture. In *Handbook of research methods for organisational culture* (pp. 23-38). Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781788976268.00009>
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Xu, P., Shen, J., Zhang, X., Zhao, X., & Qian, Y. (2015). Case study of smart meter and in-home display for residential behavior change in Shanghai, China. *Energy Procedia*, 75, 2694-2699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.679>
- Yang, T., Clements-Croome, D., & Marson, M. (2017). Building energy management systems. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, 36, 291-309. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90386-8.00025-5>
- Yar, H., Imran, A. S., Khan, Z. A., Sajjad, M., & Kastrati, Z. (2021). Towards Smart Home Automation Using IoT-Enabled Edge-Computing Paradigm. *Sensors*, 21(14), 4932. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21144932>
- Zahra, S. A., Nielsen, A. P., & Bogner, W. C. (1999). Corporate entrepreneurship, knowledge, and competence development. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 23(3), 169-189. DOI: <https://doi.org/10.1177/104225879902300310>
- Zemouri, S., Magoni, D., Zemouri, A., Gkoufas, Y., Katrinis, K., & Murphy, J. (2018, September). An edge computing approach to explore indoor environmental sensor data for occupancy measurement in office spaces. In *2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)* (pp. 1-8). IEEE. DOI: 10.1109/ISC2.2018.8656753
- Zhang, W., Wu, Y., & Calautit, J. K. (2022). A review on occupancy prediction through machine learning for enhancing energy efficiency, air quality and thermal comfort in the built environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167, 112704. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112704>
- Zhao, P., Peffer, T., Narayanamurthy, R., Fierro, G., Raftery, P., Kaam, S., & Kim, J. (2016). Getting into the zone: how the Internet of Things can improve energy efficiency and demand response in a commercial building. *Proceedings of ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*. August 21-26, 2016. Pacific Grove. Permalink: www.escholarship.org/uc/item/5bm711zk
- Zhen, Z., Yousaf, Z., Radulescu, M., & Yasir, M. (2021). Nexus of digital organizational culture, capabilities, organizational readiness, and innovation: Investigation of SMEs operating in the digital economy. *Sustainability*, 13(2), 720. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020720>