

Laura Lepur
Energetski institut Hrvoje Požar
llepur@eihp.hr

Prof.dr.sc. Davor Škrlec
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
davor.skrlec@fer.hr

PREPREKE INTEGRACIJE SRI-A U ZAKONODAVSTVO DRŽAVA ČLANICA

SAŽETAK

Europska direktiva o energetske učinkovitosti zgrada predstavila je neobvezni zajednički sustav europske unije za ocjenjivanje pripremljenosti zgrada za pametne tehnologije. Pokazatelj pripremljenosti zgrade za pametne tehnologije (engl. Smart Readiness Indicator, kraće SRI) namijenjen je energetske intenzivnim nestambenim zgradama, uz mogućnost prilagodbe metodologije stambenim zgradama. Usvajanje pokazatelja ima za cilj potaknuti implementaciju pametnih tehnologija i tako poboljšati udobnost te energetske učinkovitost i fleksibilnost zgrade.

Međutim, u praksi implementacija SRI-a nailazi na nekoliko ključnih prepreka, uključujući financijsku neisplativost rekonstrukcije zgrada s niskom potrošnjom energije te pitanja kibernetičke sigurnosti pametnih uređaja. Dodatno, potrebna je prilagodba SRI metodologije specifičnostima pojedinih država članica te je istaknuta potreba za razvojem baze podataka o zgradi koja bi ubrzala i pojednostavila proces SRI procjene te osigurala veću točnost rezultata. Unatoč financijskim izazovima, ulaganje u pametne tehnologije donosi pozitivne socijalne, tehničke i okolišne učinke, a mjere poput poreza na emisije ili rast cijena energenata mogle bi dodatno poboljšati ekonomsku isplativost takvih ulaganja.

Ključne riječi: pokazatelj pripremljenosti za pametne tehnologije, energetske učinkovitost, dekarbonizacija zgradarstva, energetske fleksibilnost, pametne mreže

SUMMARY

The European Directive on the Energy Performance of Buildings introduced a voluntary EU-wide system for assessing the smart readiness of buildings. The Smart Readiness Indicator (SRI) is primarily designed for energy-intensive non-residential buildings, with the possibility of adapting the methodology for residential buildings. The adaption of the indicator aims to encourage the implementation of smart technologies to improve comfort, energy efficiency, and building flexibility.

However, in practice, the implementation of SRI faces several key challenges, including the financial impracticality of retrofitting low-energy-consumption buildings and concerns about the cybersecurity of smart devices. Additionally, adapting the SRI methodology to the specific conditions of individual member states is necessary, and there is a highlighted need to develop a building database to streamline and simplify the SRI assessment process while ensuring greater accuracy in results. Despite financial challenges, investments in smart technologies yield positive social, technical, and environmental impacts, and measures such as emission taxes or rising energy prices could further enhance the economic feasibility of such investments.

Key words: Smart Readiness Indicator (SRI), energy efficiency, decarbonization of buildings, energy flexibility, smart grids

1 Uvod

Pokazatelj pripremljenosti zgrade za pametne tehnologije (engl. Smart Readiness Indicator, kraće SRI) mjeri sposobnost zgrade da funkcionira u interakciji s pametnim uređajima i korisnicima zgrada te optimizira potrošnju energije s obzirom na unutarnje klimatske uvjete i udobnost te signale iz elektroenergetske mreže. U zakonodavstvo je uveden Direktivom (EU) 2018/844 Europskog parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive 2010/31/EU o energetske svojstvima zgrada i Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti s ciljem povećanja energetske učinkovitosti i dekarbonizacijom sektora zgradarstva [1].

Osim što promiče energetske učinkovitost, SRI potiče korištenje tehnologija koje mogu unaprijediti praktičnost upravljanja zgradom te osigurati bolju informiranost korisnika o potrošnji energije. SRI procjena dodjeljuje zgradi ocjene od A do G, ovisno o razini integracije pametnih sustava u zgradu.

Financirana iz LIFE programa, službena faza testiranja provodi se u 15 članica Europske unije među kojima je i Hrvatska. Fazu testiranja SRI-a u Hrvatskoj provodi Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine uz potporu neprofitne znanstvene institucije Energetski institut Hrvoje Požar (EIHP). Cilj testne faze je istraživanje potencijala i mogućnosti SRI-a u Hrvatskoj te doprinos ukupnom razvoju i usavršavanju metodologije izračuna SRI-a.

Predložena metodologija izračuna pokazatelja temelji se na devet tehničkih područja i sedam kriterija utjecaja koji su sadržani unutar tri ključne funkcionalnosti. Devet tehničkih područja obuhvaća ukupno 54 pametne funkcije, odnosno 27 funkcija, ovisno o odabranoj metodi proračuna. Dostupne su dvije metode proračuna: jednostavnija metoda A, koja koristi listu od 27 pametnih funkcija, te kompleksnija metoda B, koja koristi listu od 54 pametne funkcije. Metoda A namijenjena je postojećim stambenim i manjim poslovnim zgradama, dok je metoda B predviđena za nove i veće zgrade, čime se dodatno osigurava fleksibilnost ovog pristupa u različitim situacijama.

Katalog pametnih funkcija definiran je na temelju opsežnih konzultacija s dionicima diljem Europe. Međutim, predviđeno je da svaka država članica može izdati vlastite kataloge ili prilagoditi postojeće kako bi bolje odgovarali različitim kategorijama i namjenama zgrada. Iako je primarno usmjeren prema nestambenim zgradama s visokom potrošnjom energije, SRI nudi potencijalnu primjenu u širem spektru zgrada zahvaljujući mogućnosti prilagodbe klimatskim uvjetima i potrebama korisnika.

Definirani su i težinski faktori ključnih funkcionalnosti i kriterija utjecaja te tehničkih područja u odnosu na pojedini kriterij utjecaja. Primjenjuju se različiti težinski faktori s obzirom na namjenu zgrade koja se ocjenjuje te klimatsku zonu u kojoj se nalazi. Težinske je faktore također moguće prilagoditi.

2 Prilagodba metodologije

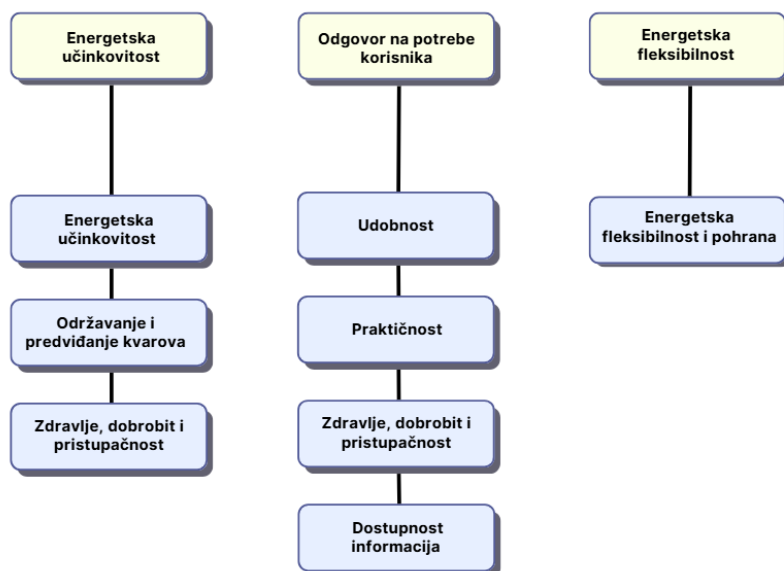
SRI metodologija je osmišljena na europskoj razini, no njezina primjena zahtijeva prilagodbu zakonodavnim okvirom, energetske potrebama, klimatskim uvjetima i građevinskim praksama specifičnim za svaku zemlju. Na primjer, zemlje sjeverne Europe imaju veću potrošnju energije za potrebe grijanja, dok u zemljama s toplijom klimom većina potrošnje otpada na hlađenje. Ovo predstavlja izazov za primjenu univerzalnog pristupa ocjeni pripremljenosti zgrada za pametne tehnologije jer se različiti klimatski uvjeti moraju uzeti u obzir prilikom izrade kriterija i metoda za svaku vrstu zgrade.

Jedan od ključnih problema koji se javlja u procesu prilagodbe metodologije SRI-a na različite države članice je određivanje težinskih faktora za svaku komponentu, poput energetske učinkovitosti, udobnosti korisnika, te energetske fleksibilnosti kao i pametnih usluga koje će biti implementirane. Dok neke države imaju već razvijene zakone i infrastrukturu za integraciju pametnih sustava, druge još uvijek nemaju odgovarajuće zakonske okvire niti tehničke kapacitete za implementaciju tih sustava. Na primjer, u Hrvatskoj nije razvijena pametna distribucijska mreža što značajno ograničava ocjenu energetske fleksibilnosti zgrade.

Kako bi SRI postao relevantan i koristan alat te kako bi se olakšao proces implementacije, važno je provesti testnu fazu koja će omogućiti bolje razumijevanje lokalnih specifičnosti i potrebnu prilagodbu

metodologije. Primjerice, Hrvatska spada u klimatsku zonu jugoistočne Europe, ali u Hrvatskoj postoji uočljiva razlika između klime kontinentalne i primorske Hrvatske što SRI proračun ne uzima u obzir.

Dodatno, testna faza nastoji razlučiti potrebne modifikacije metodologije kako bi se izbjegla vjerojatnost pogreške prilikom SRI proračuna.



Slika 1 Ključne funkcionalnosti i kriteriji utjecaja



Slika 2 Tehnička područja

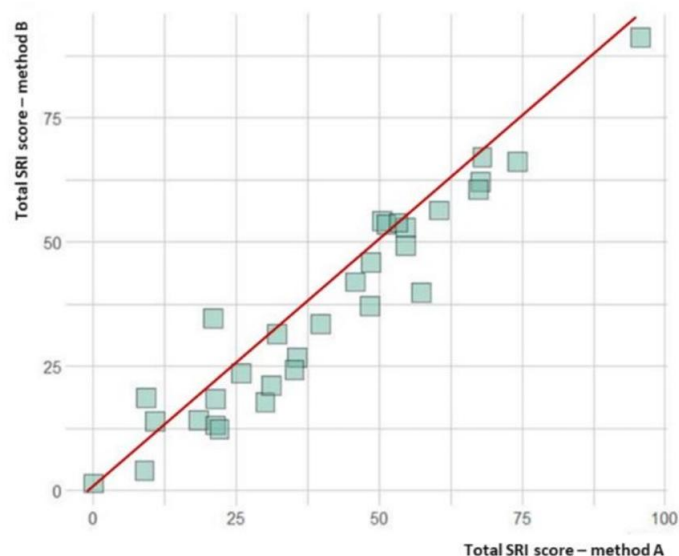
3 Nesigurnosti SRI proračuna

Točnost SRI proračuna može biti narušena nizom čimbenika koji unose nesigurnost u konačne rezultate. Među najvažnijim izvorima nesigurnosti su: odabir metode izračuna (A ili B), odabir težinskih faktora te način ocjenjivanja razina funkcionalnosti tehničkih domena.

Metode A i B razlikuju se u razini detalja i složenosti proračuna. Metoda A primjenjuje pojednostavljeni pristup i procjenjuje 27 pametnih funkcija, dok metoda B uključuje detaljniju analizu 54 funkcije. Odabir metode značajno utječe na konačnu ocjenu zgrade, pri čemu rezultat ovisi o implementiranim sustavima te o tome jesu li isti obuhvaćeni odabranom metodom.

Metoda A se pokazala prikladnijom za usporedne analize zgrada jer generira konzistentnije rezultate, što ukazuje na manji utjecaj ljudske pogreške ili nedostatka informacija. Ipak, treba naglasiti da je metoda A osmišljena prvenstveno za procjenu obiteljskih kuća, manjih postojećih objekata te za samostalnu upotrebu vlasnika ili korisnika zgrade [2].

Iako se metoda A pokazala prikladnijom za usporedne analize zgrada zbog konzistentnijih rezultata, dodatno istraživanje [3] usporedilo je obje metode na uzorku od 31 zgrade. Isti je stručnjak primijenio obje metode na svaku zgradu, pri čemu su rezultati pokazali da su procjene dobivene metodama A i B međusobno usporedive, iako metoda A daje nešto više ocjene.



Slika 3 Usporedba SRI rezultata 31 zgrade dobivenih metodom A i metodom B [3]

Jedna od nesigurnosti u proračunu proizlazi iz odluke da se tehnički sustav označi kao "nepostojeći" kada nije implementiran u zgradi. Paradoksalno, ova praksa može rezultirati boljom ocjenom u usporedbi s ocjenjivanjem domene čije su funkcionalnosti implementirane, ali imaju najnižu razinu funkcionalnosti. Ova situacija ukazuje na potrebu za dodatnom kalibracijom metodologije kako bi se izbjegli ovakvi neskladni rezultati.

Težinski faktori ključni su za prilagodbu SRI-a različitim klimatskim uvjetima i vrstama zgrada. Međutim, njihova primjena često ovisi o interpretaciji procjenitelja, što može dovesti do varijacija u rezultatima. Na primjer, ista funkcionalnost može imati različitu važnost u stambenim i nestambenim zgradama, što otežava izravnu usporedbu između različitih tipova objekata.

Ipak, najveći utjecaj na rezultat ima proces dodjeljivanja razina funkcionalnosti implementiranim tehničkim sustavima zgrade. Ovaj postupak oslanja se na subjektivnu procjenu procjenitelja, koja se temelji na dostupnim informacijama o objektu. Nedostatak standardizirane dokumentacije i razlike u interpretaciji podataka često dovode do značajnih varijacija u rezultatima.

Kako bi se smanjio utjecaj subjektivnosti i osigurala konzistentnost rezultata, potrebna je izrada standardizirane dokumentacije na nacionalnoj ili regionalnoj razini koja bi omogućila jasno definiranje tehničkih sustava, pripadajućih pametnih funkcija i kriterija za određivanje razina funkcionalnosti. Ova dokumentacija trebala bi uključivati primjere i scenarije za dosljednu primjenu metodologije. Osim toga, uvođenje obaveznih programa obuke i certifikacije za procjenitelje osiguralo bi da svi stručnjaci posjeduju jednaku razinu znanja i razumijevanja metodologije. Dodatno, razvoj centralizirane baze podataka koja sadrži informacije o standardnim tehničkim sustavima, njihovim karakteristikama i preporučenim razinama funkcionalnosti, omogućio bi procjeniteljima objektivnije donošenje odluka.

Dodatno, zbog varijacija u tehničkim standardima među državama članicama, naglašena je potreba za uniformnim pristupom koji bi olakšao međunarodnu usporedivost SRI ocjena. Standardizirani okvir i jedinstvena metodologija ne samo da bi poboljšali točnost procjena, već bi doprinijeli učinkovitijem donošenju odluka vezanih uz optimizaciju sustava u zgradama.

Implementacijom ovih mjera može se značajno povećati dosljednost i pouzdanost SRI rezultata te olakšati primjena metodologije na nacionalnoj i međunarodnoj razini.

4 Problemi implementacije

Pokazatelj pripremljenosti zgrade za pametne tehnologije prvenstveno je namijenjen zgradama s visokom potrošnjom energije, što se uglavnom odnosi na nestambene zgrade s efektivnom nazivnom snagom sustava grijanja, klimatizacije, kombiniranih sustava grijanja i ventilacije ili kombiniranih sustava

klimatizacije i ventilacije većom od 290 kW. Implementacija pokazatelja u zakonodavstvo država članica uključuje mogućnost njegovog uvođenja za određene kategorije zgrada ili dijelove državnog teritorija te primjenu na dobrovoljnoj ili obveznoj osnovi.

Krajnji cilj uvođenja SRI-a je povećanje energetske učinkovitosti zgrada kroz implementaciju pametnih tehnologija i sustava automatizacije te konačno smanjenje energetske intenzivnosti sektora zgradarstva. Ipak, integracija SRI-a nailazi na nekoliko ključnih prepreka koje usporavaju njegovu širu primjenu u zakonodavstvima država članica. To uključuje financijske i tehničke prepreke te pitanje kibernetičke sigurnosti.

Postojeće zgrade s niskom energetsom potrošnjom često nemaju ekonomsku motivaciju za ulaganje u tehnologije koje bi poboljšale SRI ocjenu. Troškovi rekonstrukcije i integracije naprednih sustava, poput sustava za pametno upravljanje rasvjetom, mogu biti previsoki u odnosu na očekivane energetske uštede.

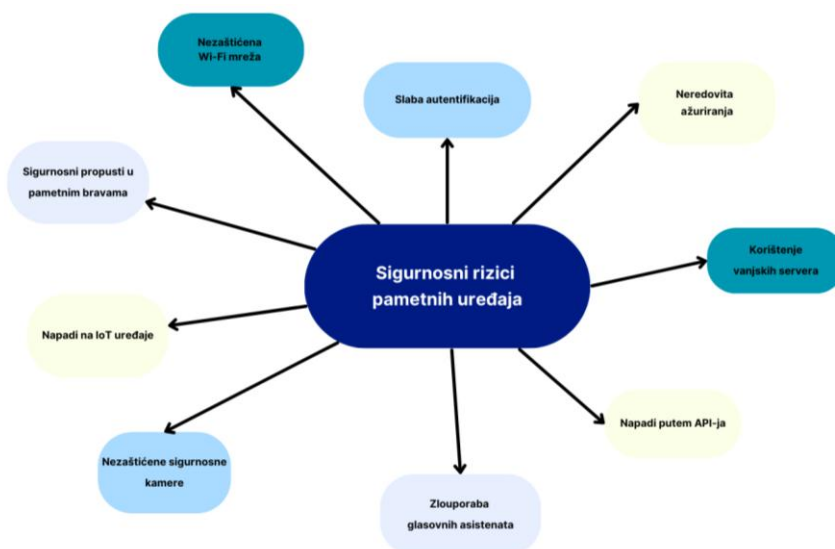
Rezultati istraživanja objavljeni u članku "Smart Readiness Indicator evaluation and cost estimation of smart retrofitting scenarios - A Comparative Case-Study in European Residential Buildings" [4] dodatno naglašavaju ove izazove. Istraživanje je obuhvatilo dva scenarija obnove promatranih zgrada te ih usporedilo s početnim stanjem. U scenariju A prosječni troškovi obnove iznose 103 €/m² za obiteljske kuće i 91 €/m² za višestambene zgrade. Takvom obnovom zgrade postižu standarde gotovo nulte energije (nZEB) i dobivaju SRI između 23 i 41 %. U scenariju B prosječni troškovi iznose 210 €/m² za obiteljske kuće te 134 €/m² za višestambene zgrade. Obnovom se postiže standard nulte ili čak pozitivne energije, a SRI se podiže na 65-70 %, ovisno o metodi procjene i tipu zgrade.

Previsoki troškovi renovacije u odnosu na očekivane energetske uštede mogu usporiti implementaciju SRI-a u već obnovljenim zgradama i dovesti do neravnomjerne primjene pametnih tehnologija, koncentrirajući ih uglavnom u novogradnji, dok se stariji objekti zanemaruju. Rješenja za ovaj problem uključuju uvođenje financijskih poticaja za vlasnike zgrada koji implementiraju SRI tehnologije. Dodatno, smanjenje poreza na nekretnine za zgrade s visokim SRI ocjenama moglo bi potaknuti širu primjenu ovih tehnologija. Vlade također mogu igrati ključnu ulogu djelujući kao katalizatori masovne implementacije kroz javne projekte, poput škola, bolnica i uredskih zgrada, čime bi potaknule tržište na bržu prilagodbu. Osim toga, važno je integrirati SRI s drugim ciljevima, poput poboljšanja kvalitete života korisnika (npr. zdravlje, sigurnost, korištenje obnovljivih izvora energije), čime bi vlasnici zgrada dobili dodatnu vrijednost i bili dodatno motivirani za implementaciju pametnih sustava.

Napredne tehnologije, poput dinamičnih ovojnica zgrada i sustava za upravljanje energijom kao i svi materijali potrebni za renovaciju, same po sebi troše energiju kroz proizvodnju ili rad. To stvara paradoksalnu situaciju u kojoj tehnologije koje bi trebale smanjiti potrošnju, zapravo povećavaju ukupnu energetska intenzivnost zgrada. Analiza životnog ciklusa energije (Life Cycle Energy Analysis - LCEA) pomogla bi odrediti koje mjere stvarno smanjuju ugljični otisak zgrade. Također, nedostaje stručnjaka koji bi takve sustave održavali.

Konačno, napredni pametni sustavi zahtijevaju povezivanje s mrežom, što ih čini ranjivima na razne kibernetičke prijetnje, uključujući krađu podataka. Time se stvara potreba za zakonskom regulativom i uspostavom sigurnosnih standarda u tom sektoru koji će osigurati povjerenje korisnika u nove i povećati otpornost na prijetnje u novim tehnologijama.

Europskim zakonom o kibernetičkoj sigurnosti (engl. Cyber Resilience Act) [5] proizvođači i prodavači pametnih uređaja imaju obvezu osigurati zaštitu pametnih uređaja i njihovih korisnika kroz cijeli životni ciklus proizvoda. Ova Uredba, službeno poznata kao Uredba (EU) 2024/2847, uspostavlja horizontalne zahtjeve za kibernetičku sigurnost svih proizvoda s digitalnim elementima. Uredba se fokusira na dva aspekta problema sigurnosti pametnih uređaja. Prvi je neadekvatna razina kibernetičke sigurnosti ili sigurnosti ažuriranja proizvoda i softvera, a drugi je nemogućnost potrošača da utvrde koji su proizvodi sigurni i kako ih pravilno koristiti na način koji osigurava zaštitu osobnih podataka.



Slika 4 Primjer sigurnosnih rizika pametnih uređaja u kućanstvima

Uredbom se proizvođače obvezuje da će integrirati sigurnost u svaki korak razvoja i distribucije proizvoda, uključujući redovita ažuriranja i proaktivno otklanjanje ranjivosti. Također, propisuje se obveza označavanja sukladnosti (oznaka CE) za sve proizvode s digitalnim komponentama prije njihova stavljanja na tržište.

5 Zaključak

Integracija Pokazatelja pripremljenosti zgrade za pametne tehnologije (SRI) u zakonodavstvo država članica Europske unije predstavlja ključni korak prema povećanju energetske učinkovitosti i dekarbonizaciji sektora zgradarstva. Iako SRI nudi značajne potencijale za optimizaciju potrošnje energije, povećanje udobnosti i energetske fleksibilnosti zgrada, njegova implementacija suočava se s brojnim izazovima. Ključne prepreke uključuju visoke troškove prilagodbe postojećih zgrada, nedostatak standardiziranih procedura, varijacije u tehničkim standardima među državama članicama te pitanja kibernetičke sigurnosti.

Unatoč navedenim problemima, ulaganje u pametne tehnologije može donijeti dugoročne socijalne, tehničke i okolišne koristi. Kako bi se prevladali financijski izazovi, predložene mjere uključuju uvođenje financijskih poticaja za vlasnike zgrada, smanjenje poreza na nekretnine za objekte s visokim SRI ocjenama te korištenje javnih projekata za masovnu implementaciju pametnih sustava. Mjere poput poreza na emisije, povećanja cijena energenata i državnih poticaja mogle bi znatno unaprijediti ekonomsku isplativost ovih ulaganja.

Važno je također istaknuti potrebu za prilagodbom SRI metodologije specifičnostima svake države članice, uvođenje standardizirane dokumentacije te provođenje edukacije i certifikacije stručnjaka za dosljednu procjenu i implementaciju. Razvoj centralizirane baze podataka o tehničkim sustavima i njihovim funkcionalnostima dodatno bi unaprijedio točnost procjena, smanjio subjektivnost i olakšao proces implementacije. Također, osiguravanje kibernetičke sigurnosti pametnih sustava putem zakonodavnih mjera poput Europskog zakona o kibernetičkoj sigurnosti stvorit će povjerenje korisnika i povećati otpornost tehnologije na prijetnje.

Zaključno, usvajanje SRI-a kao alata za procjenu pametne pripremljenosti zgrada zahtijeva sinergiju zakonodavnih, tehničkih i financijskih mjera. Primjena analize životnog ciklusa energije (LCEA) mogla bi dodatno potvrditi stvarne koristi od integracije naprednih tehnologija. Rješavanje postojećih prepreka i unaprjeđenje metodologije omogućit će ostvarenje punog potencijala SRI-a i doprinijeti održivoj transformaciji sektora zgradarstva u skladu s ciljevima Europske unije o energetskej tranziciji i klimatskoj neutralnosti.

Reference

- [1] »Direktiva (EU) 2018/844 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 2010/31/EU o energetske svojstvima zgrada i Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti,« [Mrežno]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/ALL/?uri=CELEX:32018L0844>.
- [2] L. Lepur, »Doprinos metodologiji izračuna razreda pripremljenosti zgrade za pametne tehnologije«.
- [3] D. A. G. R. Y. M. P. W. Stijn Verbeke, »Final Report on the Technical Support to the Development of a Smart Readiness Indicator for Buildings,« 2020.
- [4] V. & G. P. & M. G. & A. K. & K. K. & N. Apostolopoulos, »Smart Readiness Indicator evaluation and cost estimation of smart retrofiting scenarios - A Comparative Case-Study in European Residential Buildings,« 2020.
- [5] »Uredba (EU) 2024/2847 Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2024. o horizontalnim zahtjevima u pogledu kibernetičke sigurnosti za proizvode s digitalnim elementima i o izmjeni uredbi (EU) br. 168/2013 i (EU) 2019/1020 te Direktive (EU) 2020/1828,« [Mrežno]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32024R2847>.