

Pametni sustav za nadzor i upravljanje unutarnjim ambijentom

Patrik Radolović¹, Marko Turk²

¹ student, Istarsko Veleučilište – Università Istriana di scienze applicate, Riva 4 i 6, pradolovic@iv.hr

² dipl. oec., predavač, Istarsko Veleučilište – Università Istriana di scienze applicate, Riva 4 i 6, marko.turk@iv.hr

Sažetak

Rad istražuje integraciju tehnologije, informacijskih sustava i živućeg prostora u obliku pametnih kuća koje nude komotniji život, smanjuju utjecaj na okoliš i promiču energetska učinkovitost. Naglasak je stavljen na monitoring i kontrolu temperature i osvjetljenja, kao i povećanje sigurnosti korištenjem jednostavnog mikrokontrolera, senzora i ostalih pristupačnih uređaja i komponenti. Preciznim praćenjem temperature, relativne vlažnosti zraka, razine svjetlosti i detekcijom pokreta u unutarnjem prostoru korištenjem bežičnih senzora male snage i umrežene Arduino razvojne pločice uz pomoću koje se izmjereni signali pretvaraju u podatkovne vrijednosti i pohranjuju omogućeno je praćenje i analiza prikupljenih podataka kao i daljnje korištenje podataka za kontrolu temperature, vlažnosti zraka, sigurnosti prostora i rasvjete. U radu je dato i konceptualno rješenje određene vrste autonomije pametne kuće prema programiranoj logici za obavljanje repetitivnih zadataka u vidu upravljanja osvjetljenjem, temperaturom, vlagom i sigurnošću unutarnjeg ambijenta.

Ključne riječi: monitoring unutarnjeg ambijenta, kućna automatizacija, optimizacija energije, pametna kuća, internet stvari (IoT)

1. Uvod

Razvoj koncepta Interneta stvari (engl. Internet of Things - IoT) datira iz 1999. godine kada je Kevin Ashton istraživao u MIT-ovom Media Centru. Ashton je želio stvoriti koncept računala i strojeva opremljenih senzorima koji bi se povezali na Internet radi prijenosa statusa i prihvaćanja uputa (Norris, 2015). IoT je postao uspostavljena medijska tema i poslovni trend, ali i tehnološki razvoj s brojnim primjenama. Sustav IoT temelji se na ranijim tehnologijama, kao što su globalni podatkovni sustavi, senzorski sustavi i računalstvo. Izraz "IoT sustav" preciznije opisuje način na koji se ovaj

sustav koristi, budući da većina uređaja nije samo povezana s Internetom, već su i grupirani kako bi oblikovali funkcionalna rješenja (Serpanos, 2018).

Internet stvari kao jedna od novijih računalnih tehnologija u modernom svijetu predstavlja koncept kojeg čine milijuni uređaja koji su međusobno povezani i međusobno komuniciraju putem Interneta s bilo kojeg mjesta na svijetu. Bez ljudske intervencije, uređaji mogu izvoditi kompliciranije analize i brzo reagirati na lokalne potrebe. IoT se odnosi na opću ideju stvari koje su prepoznatljive, adresabilne, locirane, čitljive i kontrolirane putem Interneta. Koncept IoT-a posebnu je namjenu

pronašao i u transformaciji životnog prostora u obliku pametnih kuća. Pametna kuća je složeni sustav međusobno povezanih uređaja i samog stambenog objekta s ciljem postizanja energetske efikasnosti i smanjenja emisija stakleničkih plinova. Tradicionalne kuće nemaju mogućnost centralnog upravljanja i komunikacije između uređaja, dok pametne kuće omogućuju upravljanje temperaturom, sigurnošću, otvaranje/zatvaranje vrata i prozora, osvjetljenjem i drugim aspektima. Automatizacija koja je inherentna pametnim kućama rezultira smanjenjem ljudskog napora u kućanstvu, smanjenjem troškova i povećanom sigurnošću (Dvoršak i sur., 2020).

Pregled literature ukazao je na mnogo radova koji se bave sličnom problematikom. U radu Kalinina i sur. (2015.) autori predstavljaju razvoj fleksibilnog sustava za praćenje parametara na radnom mjestu korištenjem Arduino¹ razvojne pločice i senzora. Autori predlažu nekoliko smjerna za daljnje unapređenje dizajna poput zamjene postojećih senzora kvalitetnijim alternativama, određivanja boljeg položaja senzora kako bi se omogućilo preciznije mjerenje te preporučuju ugradnju dodatnog modula za bežičnu komunikaciju. Marques i Pitarma (2016.) svojim istraživanjem stavljaju naglasak na sustave i arhitekture za potpomognuti život (Ambient Assisted Living - AAL) koji su od velike važnosti s obzirom na starenje globalne populacije. AAL tehnologije imaju za cilj odgovoriti na potrebe starije populacije, omogućujući im da zadrže neovisnost što je dulje moguće s obzirom da stariji pojedinci provode znatan dio svog vremena u zatvorenom prostoru i posljedično tome, pratili su kvalitetu zraka u zatvorenom prostoru. Ističe se i sam napredak u umrežavanju, sensorima i ugrađenim uređajima

koji omogućavaju praćenje i pružanje pomoći ljudima unutar njihovih domova. Ramya i Ambarasan (2016) prezentirali su razvoj online sustava za nadzor okoline koji se također temelji na Arduino razvojnoj pločici. Sustav se sastoji od ATmega328 mikrokontrolera, bežičnih senzora male snage, usmjerivača i serijskog perifernog sučelja. Pratili su parametre temperature, relativne vlažnosti, razine CO₂ i apsolutnog tlaka zraka dok je razvojna pločica bila umrežena putem sučelja serijske periferije. Konceptom Interneta stvari (IoT), taj sustav omogućuje vizualizaciju očitanih vrijednosti podataka na daljinu. Istraživanje koje su proveli Karami i sur. (2018) fokusirano je na rješavanje ograničenja hardverskih i softverskih platformi za prikupljanje podataka u praćenju ambijenta cjelokupne zgrade predstavljanjem prijenosnog sustava za kontinuirano mjerenje unutarnje okoline (IEQ) korištenjem Arduino Uno platforme s XBee² prijemnikom spojenim na računalo i softversku platformu otvorenog koda VOLTTRON³ koja se temelji na agentima za komunikaciju i analizu podataka. Analizom podataka procijenili su toplinsku udobnost, kvalitetu unutarnjeg zraka i horizontalnu i vertikalnu osvjetljenost prostora. U budućnosti, istraživanje autori planiraju proširiti s kontrolom sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije (engleski skraćeno HVAC - Heating, Ventilation, and Air Conditioning) korištenjem adaptivnih modela za procjenu toplinske udobnosti unutarnjeg ambijenta prema ASHRAE/ANSI standardu 55-2020⁴. Nasaruddin i sur. (2019) istražuju razvoj izvedive i jeftine platforme za nadzor i kontrolu unutarnjeg ambijenta koja također koristi razvojne ploče otvorenog koda s mikrokontrolerima i DHT11 senzora. Za konfiguraciju sustava nadzora korišten je Arduino softver Integrated Development Environment

¹ <https://www.arduino.cc/en/hardware> - Arduino je mikrokontrolerska razvojna pločica temeljena na ATmega328P. Ima više digitalnih i analognih ulazno/izlaznih pinova, keramički rezonator, USB priključak, utičnicu za napajanje, ICSP zaglavljie i tipku za resetiranje. Sadrži sve što je potrebno za podršku mikrokontrolera; jednostavno se povezuje s računalom USB kabelom ili se napaja AC-DC adapterom ili baterijom.

² <https://www.digi.com/products/embedded-systems/digi-xbee> - Digi XBee modul dio je obitelji mobilnih modema i RF modula koji pružaju vrhunsku fleksibilnost za programere IoT aplikacija, s tri različite izvedbe koje podržavaju popularnih bežičnih komunikacijskih protokola

³ <https://github.com/VOLTTRON/volttron> - VOLTTRON™ je platforma otvorenog koda za distribuirano očitavanje podataka i kontrolu uređaja. Platforma pruža usluge za prikupljanje i pohranu podataka iz zgrada i uređaja te pruža okruženje za razvoj aplikacija koje su u interakciji s tim podacima.

⁴ <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy> - Standard 55 specificira uvjete za prihvatljiva toplinska okruženja i namijenjen je za korištenje u projektiranju, radu i puštanju u pogon zgrada i drugih nastanjenih prostora.

(IDE)⁵. Rad je usredotočen na temperaturu i relativnu vlažnost, koji su ključni parametri u vrućim i vlažnim klimama s naglaskom na potencijal za proaktivne prilagodbe kako bi se optimiziralo korištenje resursa.

U okviru našeg rada, primarni ciljevi su dizajn sustava za prikupljanje i obradu podataka o osvjetljenju, temperaturi, vlažnosti zraka i pokreta u unutarnjim stambenim prostorima te izrada konceptualnog rješenja programske logike upravljanja navedenim parametrima na temelju prikupljenih podataka. Nakon uvoda, sljedeće poglavlje definiira metodologiju dizajna i implementacije sustava praćenja unutarnje okoline s opisom korištenih materijala. U nastavku, vizualno prikazujemo i analiziramo rezultate na temelju prikupljenih podataka te predložimo koncept sustava za upravljanje rasvjetom, regulacijom temperature i vlažnosti te sigurnosti u vidu neželjenih kretanja unutar stambenog prostora.

2. Materijali i metode

Izrada sustava za monitoring unutarnjeg stambenog prostora, temeljila se na koracima identifikacije specifičnih zahtjeva sustava za monitoring unutarnjeg ambijenta, konkretnije, mjerenje parametara temperature, vlažnosti zraka i raspona osvjetljenja s obzirom na učestalost uzorkovanja i željenu točnost/preciznost. Slijedio je odabir komponenti sustava gdje su se istražili i odabrali odgovarajući povoljni i dostupni mikrokontroleri, napajanja, kompatibilnost dostupnih senzora te ostali sitni pribor na temelju utvrđenih zahtjeva. U nastavku se pristupilo spajanju svih hardverskih komponenti te utvrđivanju postavki sustava te razvoju i implementaciji softverskog dijela sustava koji je uključivao kod za čitanje podataka sa senzora, obradu podataka i komunikaciju s drugim sučeljima. Integracijom i testiranjem sustava potvrđena je funkcionalnost i pouzdanost sustava tako da

prikupljeni podaci odgovaraju očekivanim izmjenjenim vrijednostima. Za analizu i obradu podataka metodologija je bila sljedeća: Sustav je postavljen u željenom okruženju (dnevni boravak kuće) u kojemu su se svakodnevne aktivnosti provodile bez obaziranja na isti kako bi podaci bili što vjerodostojniji. Sustav je u vremenskim intervalima od 10 minuta mjerio i pohranio ukupno 302 opservacije u 50 sati mjerenja ambijenta tijekom početka klimatološkog ljeta, konkretnije s početkom mjerenja 31.5.2023.g. u 18:20 sati te završetkom mjerenja 2.6.2023.g. u 20.30h. Na temelju podataka izrađena je deskriptivna analiza kako bi se utvrdili uvjeti ambijenta izračunom statističkih mjera centralnih tendencija i pokazatelja rasapa podataka. Prikupljeni podaci su također vizualizirani grafikonima. Tumačenjem prikupljenih podataka u kontekstu specifične unutarnje okoline pokušati će se identificirati obrasci i/ili anomalije koje mogu pružiti uvid u temperaturne varijacije, razine vlažnosti i zabilježiti fluktuacije prirodnog osvjetljenja. Na temelju analiziranih podataka za određeni unutarnji prostor metodama dijagrama toka predlaže se i konceptualna programibilna logika upravljanja i regulacije prije spomenutih praćenih parametara u vidu podsustava za regulaciju osvjetljenja, podsustava za kontrolu i regulaciju temperature i vlažnosti zraka te podsustava za sigurnost prostora.

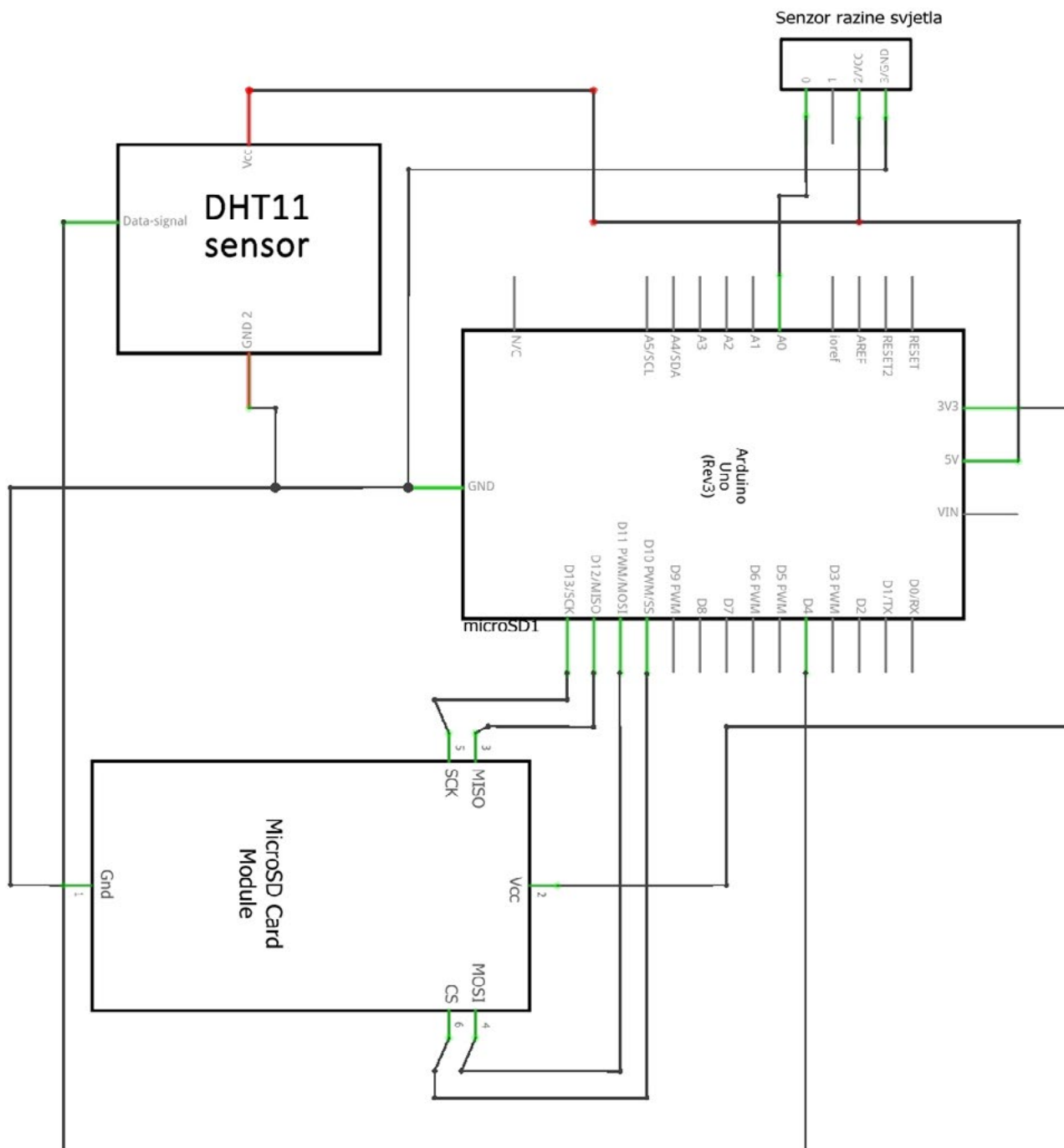
3. Dizajn sustava

Kako bi se pratili i pohranjivali parametri osvjetljenja, temperature i relativne vlažnosti zraka te detektirali pokreti, složen je eksperimentalni sustav koji se sastoji od Arduino razvojne pločice, modula za pohranu podataka, DHT11 senzora temperature i vlage te senzora razine svjetlosti. Cilj korištenja ovih komponenti je utvrđivanje vrijednosti za daljnju obradu i kako bi se utvrdile određene statističke mjere koje bi poslužile za izradu konceptualnog rješenja upravljanja. Slika 1 prikazuje

⁵ <https://www.arduino.cc/en/software> - Arduino integrirana razvojna okolina je softver koji uključuje moderni uređivač teksta u svrhu programiranja, responzivno sučelje, sadrži automatsko dovršavanje teksta, debugger i jednostavnu navigaciju napisanim kodom.

shematski prikaz sustava izrađen u Fritzing⁶ aplikaciji dok slika 2 prikazuje implementirano hardversko rješenje u postupku mjerenja podataka.

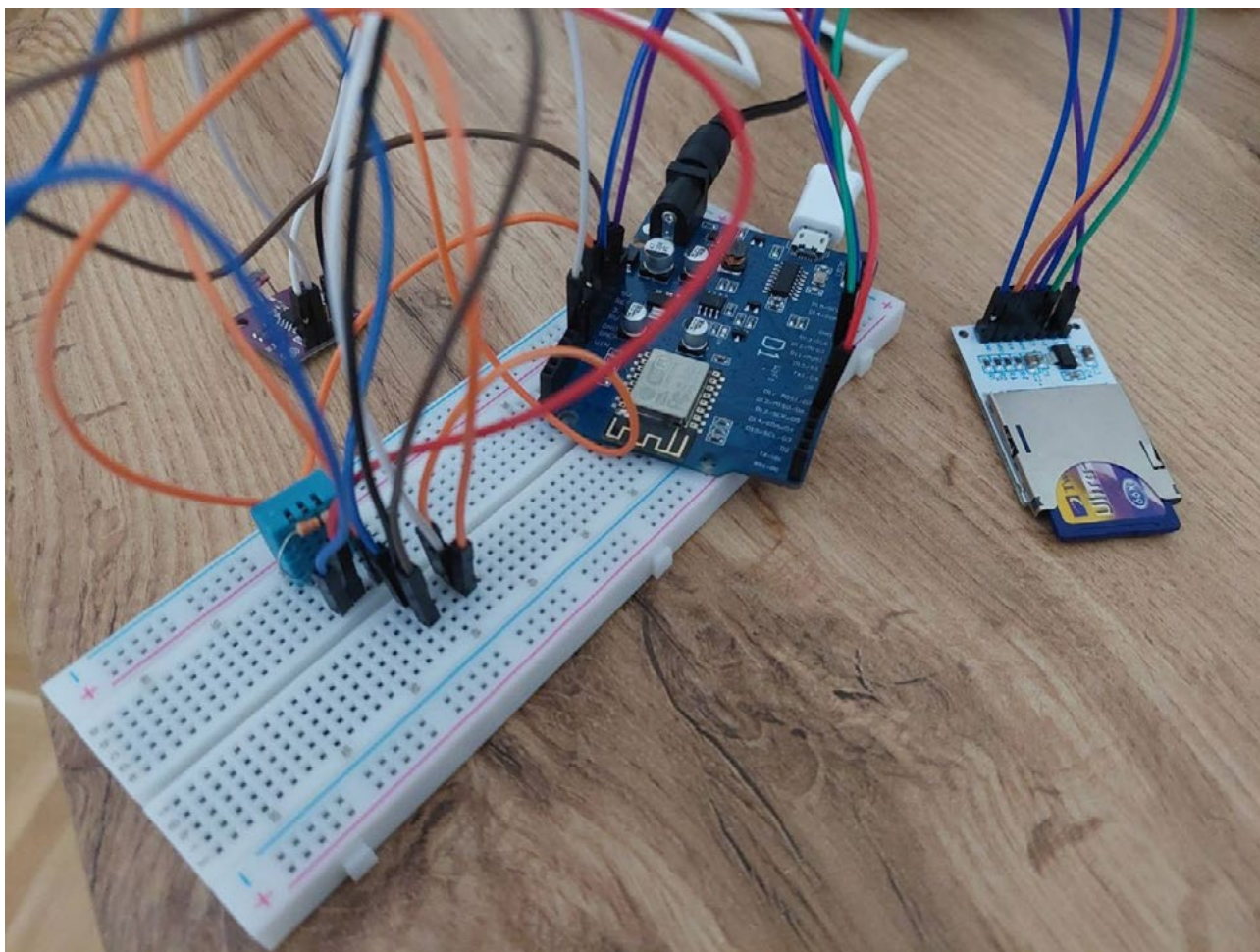
Slika 1. Shematski prikaz sustava



Izvor: Izradili autori

⁶ <https://fritzing.org/> - Fritzing je hardverska inicijativa otvorenog koda koja elektroniku čini dostupnom kao kreativni materijal za svakoga. Inicijativa nudimo softverski alat, web stranicu zajednice i usluge u duhu Arduina, potičući kreativni ekosustav koji korisnicima omogućava dokumentiranje svojih prototipova, dijele ih s drugima, podučavaju elektroniku u učionici te postavljaju i proizvode profesionalne PCB-ove.

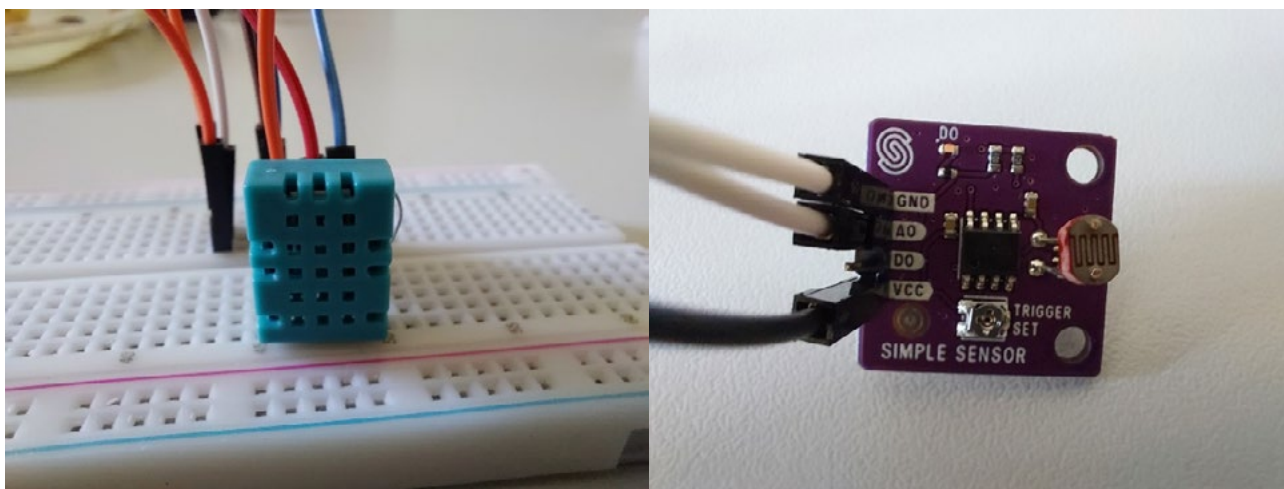
Slika 2. Hardverski dio sustava u postupku mjerenja



Izvor: Izradili autori

Na slici 3 prikazani su senzori DHT11 koji bilježi podatke o temperaturi i relativnoj vlažnosti zraka (lijevo) i senzor svjetla koji mjeri razinu osvjetljenja (desno).

Slika 3. DHT11 senzor (lijevo) i senzor svjetlosti (desno)



Izvor: Izradili autori

4. Rezultati mjerenja

Provedenim mjerenjem, pohranjeni podaci u obliku csv (comma-separated values) datoteke su sa memorijske kartice učitani na osobno računalo i uvezeni u Microsoft Excel gdje su statistički obrađeni te vizualizirani grafikonima, za mjerena obilježja. Ukupno su zabilježene 302 opservacije za obilježja temperature u °C, relativne vlažnosti zraka (%) i razine svjetlosti u rasponu od minimalnog

osvjetljenja 0 do maksimalnog osvjetljenja 1023. Pregled izračunatih statističkih mjera centralne tendencije, rasapa podataka za svako obilježje prikazan je u Tablici 1.

Prikupljeni podaci također su vizualno prikazani grafikonima 1 i 2. Grafikon 1. prikazuje kretanje temperature i relativne vlažnosti zraka u testiranim periodu dok grafikon 2 u istom periodu prikazuje razinu osvjetljenosti prostora.

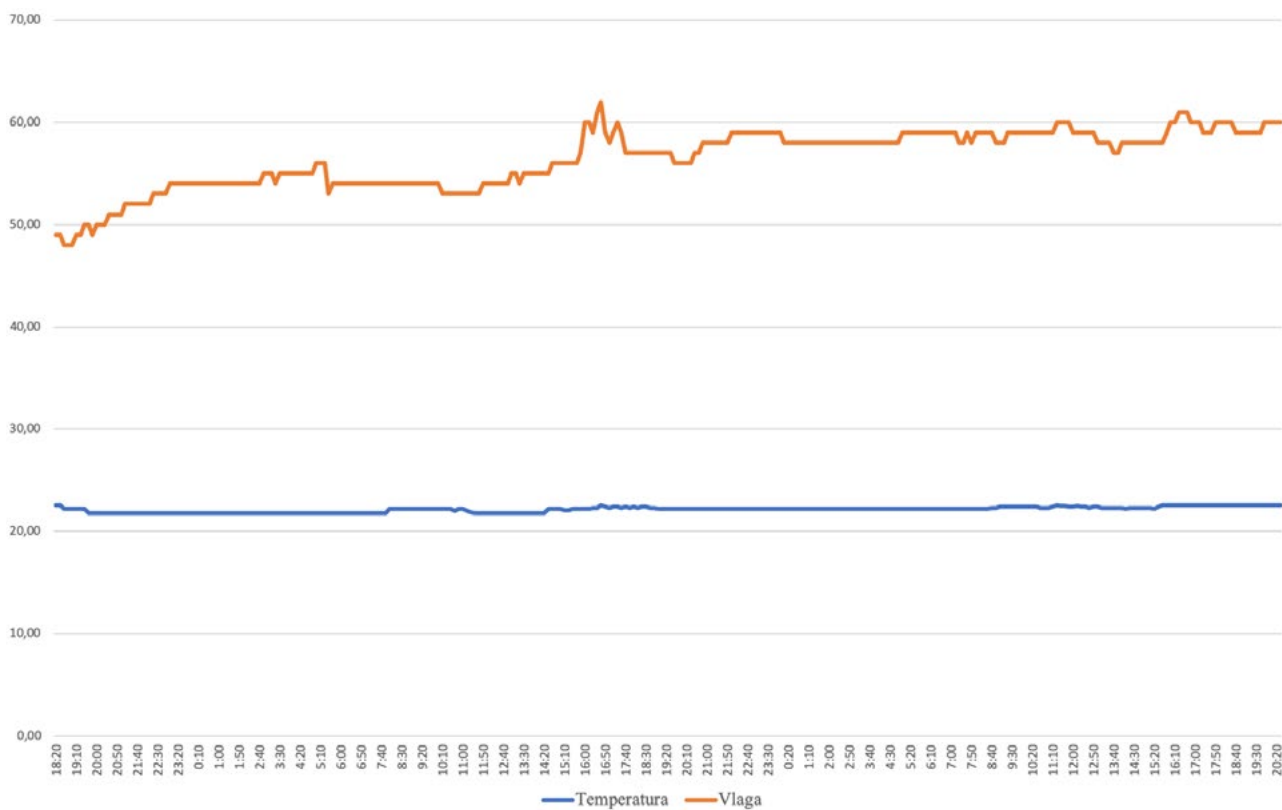
Tablica 1. Deskriptivna statistika izmjerenih podataka

	Temperatura (stupnjeva C)	Relativna vlažnost (%)	Razina osvjetljenja (0-1023)
Aritmetička sredina	22,1483	56,4106	213,4272
Mod	22,2000	59,0000	0,0000
Medijan	22,2000	57,5000	84,5000
Minimalna vrijednost	21,8000	48,0000	0,0000
Maksimalna Vrijednost	22,6000	62,0000	706,0000
Raspon Maks - Min	0,8000	14,0000	706,0000
1. Kvartil	21,8000	54,0000	0,0000
2. Kvartil	22,2000	57,5000	84,5000
3. Kvartil	22,3000	59,0000	453,7500
Varijanca (σ^2)	0,0698	8,2817	62132,6354
Standardna devijacija (σ)	0,2642	2,8778	249,2642
Koeficijent asimetrije	-0,0256	-0,6796	0,7296
Koeficijent spljoštenosti	-1,0009	-0,1605	-1,0235

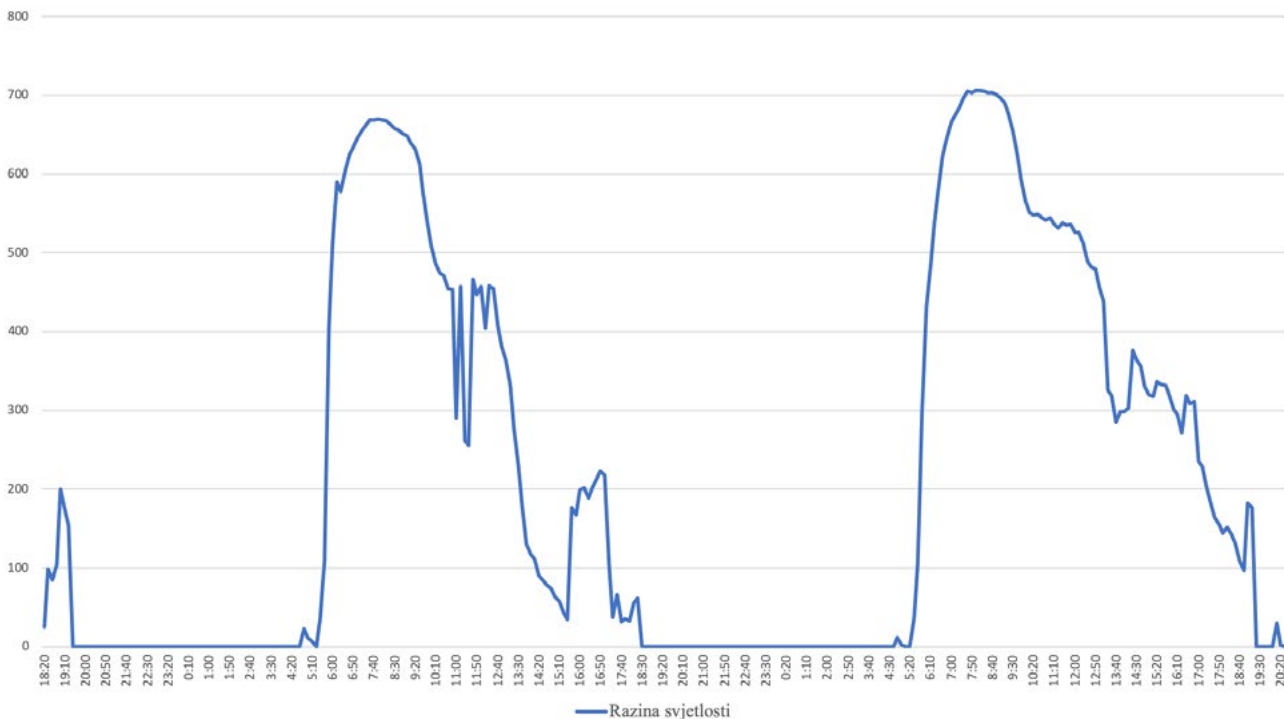
Izvor: Izradili autori

Deskriptivna statistika prikupljenih podataka temperature i relativne vlažnosti zraka ukazuje da ne postoje velika odstupanja a same vrijednosti ukazuju da je unutarnji ambijent ugodan za život bez potrebe za dodatnim hlađenjem ili grijanjem. Također, ugodna je i relativna vlažnost zraka dok su zabilježene promjene u relativnoj vlazi objašnjene otvaranjem i zatvaranjem vratiju susjedne

prostorije u kojoj se u tom trenutku kuhao objed. Na razinu osvjetljenja utjecala je dnevna svjetlost sunca u dnevnim satima dok je u večernjim satima zabilježeno svako korištenje umjetne rasvjete. Analizirana mjerenja iskorištena su za potrebe izrade koncepta rješenja u nastavku i to kao parametri za kalibraciju sustava upravljanja.

Grafikon 1. Kretanje temperature i relativne vlažnosti zraka u testiranom periodu

Izvor: Izradili autori

Grafikon 2. Kretanje razine svjetlosti u testiranom periodu

Izvor: Izradili autori

5. Koncept rješenja upravljanja ambijentom

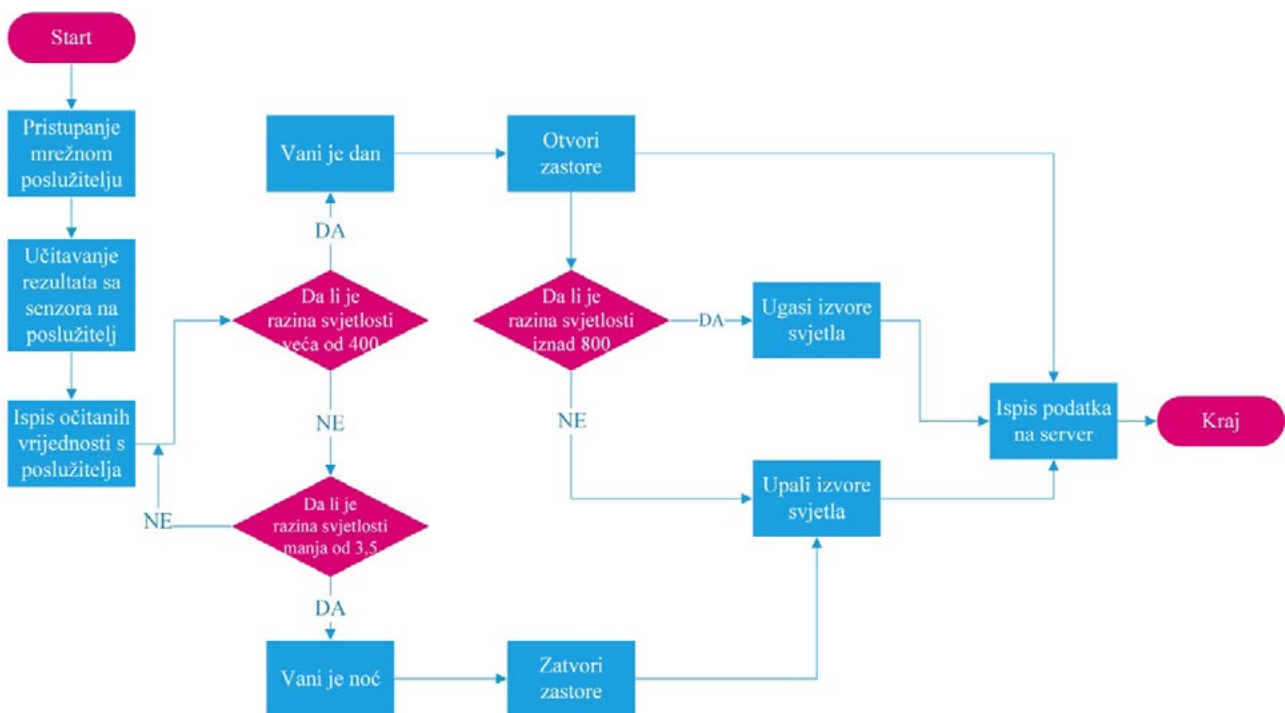
Temeljem analize prikupljenih podataka pristupilo se razradi koncepta rješenja i programske logike pametne kuće, konkretnije, sustava za regulaciju osvjetljenja za primjer otvaranja i zatvaranja zastora, sigurnosni sustav temeljen na detekciji pokreta te sustav za regulaciju temperature i relativne vlažnosti zraka u prostoru.

5.1. Sustav za regulaciju osvjetljenja

Jedan od najzastupljenijih sustava u pametnim kućama je sustav koji se svakodnevno brine da se što optimalnije iskoristi prirodna, sunčeva svjetlost i posljedično smanji upotreba električne energije za rasvjetu. Korištenjem ovako dizajniranog sustava s senzorom razine svjetlosti s dodatnim povezanim

relejima isključuje upotrebu raznih brojača vremena. Izrađeni dijagram toka (slika 4) prikazuje sustav koji je povezan putem IoT funkcije s ostalim elementima na internetski poslužitelj koji omogućuje uvid u sve mjerene parametre. Nakon povezivanja, ispituje se razina svjetlosti da bi se dobio uvid u stanje okruženja kuće, tj. da li je vani mrak ili dan. U slučaju da je rano jutro, vrijednost prelazi 400 i izvršava se niz naredbi da se otvore zastori i ugasi osvjetljene kako bi se uštedjela energija. Sama kuća time postaje energetska učinkovitija što na kraju daje i samu financijsku uštedu. Komponente od kojih bi sustav bio konstruiran su elektromotori koji pokreću zastore, krajnje sklopke koje govore o položaju zastora, senzor razine svjetlosti i sustav releja za paljenje ili gašenje svjetla, te na kraju i sam prije upogonjen sustav temeljen na Arduino razvojnoj pločici.

Slika 4. Dijagram toka upravljanja osvjetljenjem



Izvor: Izradili autori

5.2. Sigurnosni sustav

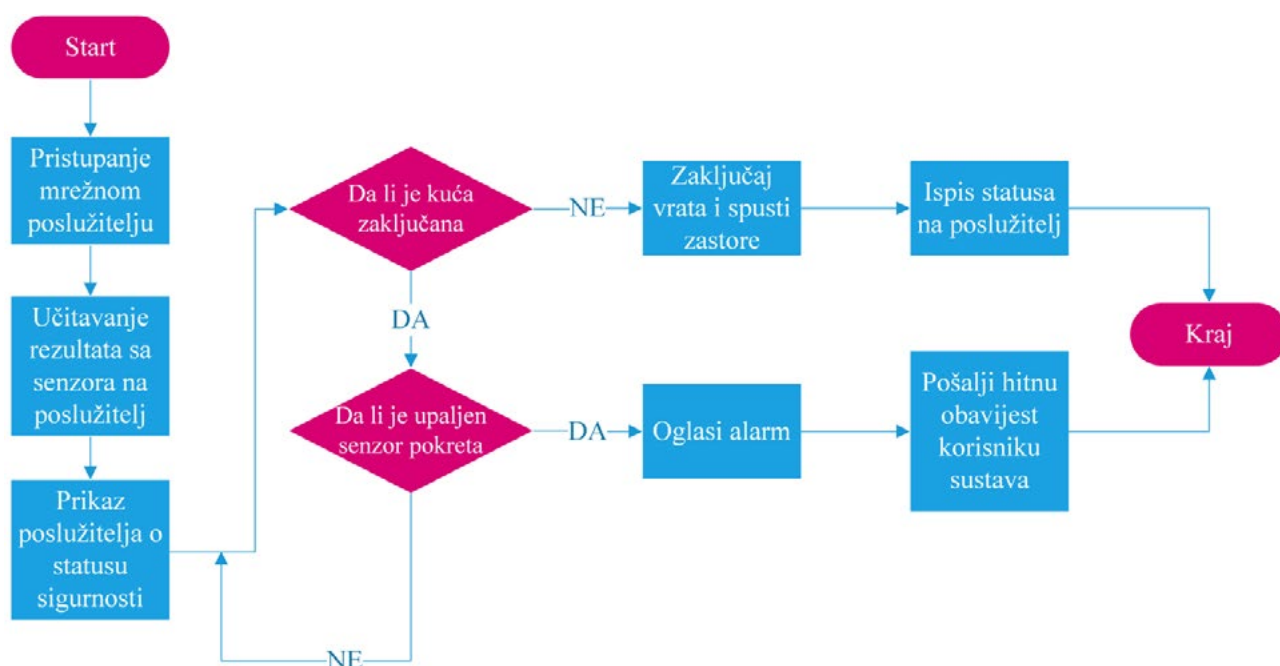
Jedna od ključnih stvari koje su oduvijek simbolizirale dom je sigurnost i opuštenost. U isto vrijeme, sve više kućanstava posjeduje modernije uređaje, pokućstvo i ostalu imovinu koja može predstavljati

određeni rizik za krađe i provala što može stvoriti nelagodu u mjestu kojem se boravi. Pametne kuće pomažu u smjeru sigurnosti s novih inovacijama i mjerama sigurnosti od provala. Neke mjere obuhvaćaju senzore pokreta, automatski alarm i ostale fizičke mehanizme zaštite. Prijedlog jednog takvog

sustava predložimo u implementaciji zajedno s dijelom sustava za upravljanje zastorima s dodatkom senzora pokreta i alarma. Način djelovanja takvog sustava dan je kroz dijagram toka (slika 5), temeljen na sličnom principu rada uz dodatak slanja obavijesti. Prostori se osim zaključavanja fizičkim ključem još zaključavaju i tipkovnicom za unos zaporke koja je uvedena kao dodatna mjera sigurnosti. Onog momenta kada se kuća elektronski

zaključa stupa na snagu protok vezan za sigurnost, zatvaraju se zastori te se aktivira senzor pokreta koji prati kretanje u prostoriji. U slučaju da se senzor aktivirao, tj. da je došlo do aktivnosti pokreta u kući dok je zaključana, dolazi do paljenja alarma i slanja obavijesti vlasniku. Sustav je dizajniran u svrhu zaštite imovine od neželjenih/neovlaštenih posjetitelja.

Slika 5. Dijagram toka sustava sigurnosti



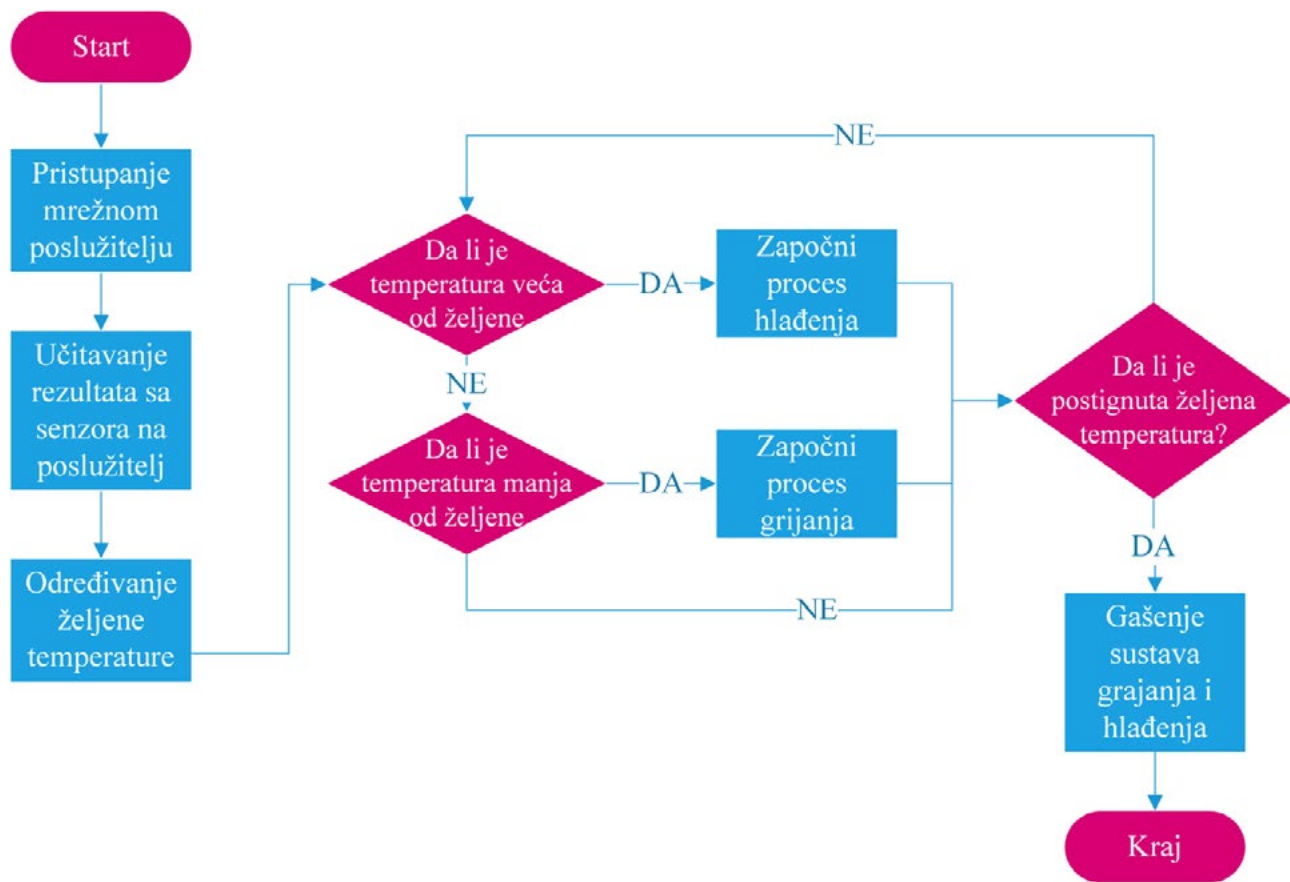
Izvor: Izradili autori

5.3. Sustav za kontrolu temperature i vlažnosti zraka

Ovisno o geografskim karakteristikama i klimi područja u kojem se nalazi kuća neizbježne su promjene temperature a time i potrošnja električne ili druge energije na grijanje ili hlađenje. Na tržištu postoji puno rješenja za kontrolu topline poput klima uređaja, centralnih sustava s radijatorima, dizalice topline i dr. Razvojem tehnologije dostupni su i pametni termostati koji reguliraju rad takvih rješenja. Da bi se efikasnije regulirala temperatura potrebno je praćenje parametara i izvan objekta s dodatkom IoT sučelja. Samim dodavanjem senzora temperature i vlage DHT11 mogu se očitavati

karakteristike zraka u željenom prostoru ali i uspoređivati ih s vanjskim uvjetima. Uz pomoć mikrokontrolera se podaci sa senzora obrađuju, učitavaju na mrežni servis, najčešće u obliku web stranice, te se prema željama korisnika mogu uređaji i regulirati putem istog mikrokontrolera koji je uz pomoć releja i komunikacijskog sučelja spojeno sa sustavom grijanja i hlađenja te prema željama korisnika poduzima sve potrebne akcije da bi se one ispunile. Postizanjem željenih parametara, konstantnim osvježavanjem podataka, sustav se isključuje i ulazi u stanje mirovanja. Slikom 6 dan je konceptualni prijedlog takvog rješenja u obliku dijagrama toka.

Slika 6. Dijagram toka sustava za upravljanje temperaturom



Izvor: Izradili autori

6. Ograničenja i diskusija

Provedena mjerenja bi svakako trebalo obavljati tijekom dužeg perioda kako bi se analiziralo i kretanja parametara kroz različita godišnja doba. Sustav bi se u daljnjem radu mogao proširiti i na ostale unutarnje prostore kućanstva koji bi se umrežili mrežnim modulima za bežičnu komunikaciju. Rezultati svakako prikazuju da temperatura malo varira i da je ugodna za boravak ljudi bez prevelike potrebe za intervencijom. Varijacije u vlažnosti ukazuju na ljudsku prisutnost i aktivnost poput otvaranje prozora ili otvora susjednih prostorija ali i utjecaj kuhanja u susjednom prostoru kao i meteorološke prilike izvan kuće tijekom mjerenja. Mjerenja razina svjetlosti prikazuju veće promjene koje nastaju kao posljedica zatvaranja prozora, tj. uklanjanja izvora prirodne svjetlosti i paljenje električnih žarulja tijekom poslijepodnevnih sati što najviše ovisi o poziciji i izloženosti/orijentaciji kuće s obzirom na sunce.

7. Zaključak

Proučavanjem koncepta pametnih kuća i IoT-a te njezinih sustava kao pojedinačnih cjelina pokazalo se da ovakvi sustavi mogu pridonijeti energetske učinkovitosti, smanjenu troškova, veće komocije i sigurnosti boravka u takvim prostorima. Postavljeni su ciljevi bili fokusirani na praćenje i kontrolu temperature, vlage i osvjetljenja kao i na povećanje sigurnosti. Na temelju identificiranih zahtjeva, razvijen je eksperimentalni sustav koji se sastoji od Arduino razvojne pločice, DHT11 senzora za mjerenje temperature i vlage te senzora za mjerenje osvjetljenja. Prikupljeni podaci su obrađeni i vizualno prikazani grafikonomima radi analize i tumačenja. Vođeni jednostavnim pristupom, lakom izradom i pristupačnosti komponenata dizajniran je umreženi sustav korištenjem mikrokontrolera, senzora i IoT tehnologije koji može pružiti informacije ambijenta u svakom danom trenutku. Na temelju analiziranih podataka, predloženo je i konceptualno

rješenje programske logike upravljanja i regulacije osvjetljenja, temperature, vlažnosti i sigurnosti u stambenim prostorima. Integracija ovog sustava omogućuje automatizaciju i optimizaciju uvjeta u domu, što rezultira energetski učinkovitijim, udobnijem i sigurnijim okruženjem.

8. Literatura

- Dvoršak, B., Juraj, J., Mainardi, E., Pandžić, H., Selič, T., Tretinjak, M. (2020). *Smart Home Systems*. Preuzeto 17.5.2023. s https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/4df4e928-8958-4552-80da-146977e666b9/Smart_Home_systems_FINAL.pdf
- Kalinin, Y., Velikov, E., Markova, V., (2015). *Design of Indoor Environment Monitoring System Using Arduino*. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering IJISME*. Volume 3, Issue 7, str. 46-49. Blue Eyes Intelligence Engineering & Science Publications.
- Karami, M., McMorro, G. V., Wang, L. (2018). *Continuous monitoring of indoor environmental quality using an Arduino-based data acquisition system*. U *Journal of Building Engineering* (Vol. 19, str. 412–419). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.05.014>
- Marques, G., Pitarma, R. (2016). *An Indoor Monitoring System for Ambient Assisted Living Based on Internet of Things Architecture*. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 13, Issue 11, str. 1152). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph13111152>
- Nasaruddin N., Tee, A., Musthafah, M. T., Md Jasman, M. E. S. (2019). *Ambient data analytic on indoor environment monitoring for office buildings in hot and humid climates*. U *Data in Brief* (Vol. 27, str. 104534). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104534>
- Norris, D. (2015). *The Internet of Things: Do-It-Yourself at Home Projects for Arduino, Raspberry Pi and BeagleBone Black*. McGraw Hill Tab, New York.
- Ramya, P., Anbarasan, K. (2016). *Arduino Microcontroller Based Online Ambient Monitoring Using Internet of Things*. U *Middle-East Journal of Scientific Research* 24 (Techniques and Algorithms in Emerging Technologies): str. 12-17. IDOSI Publications
- Serpanos, D., Wolf, M. (2018). *Internet-of-Things (IoT) Systems: Architectures, Algorithms, Methodologies*. Springer International Publishing AG, Switzerland, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69715-4>

Abstract

This paper explores the integration of technology, information systems and indoor living ambient in the form of smart homes that offer a more comfortable life, reduce the impact on the environment and promote energy efficiency. Emphasis is placed on monitoring and controlling of temperature and lighting, as well as increasing security by using simple microcontrollers, sensors and other accessible devices and components. Precise monitoring of temperature, relative humidity, light level and motion detection in the interior space using low-power wireless sensors and a networked Arduino development board with which the measured signals are converted into data values that are enabling the analysis of the collected data as well as the further use of the data for controlling temperature, air humidity, security and lighting. The paper also provides a conceptual solution for a certain type of smart home autonomy according to programmed logic for performing repetitive tasks in the form of managing lighting, temperature, humidity and security of the indoor environment.

Keywords: indoor ambient monitoring, home automation, energy optimization, smart homes, internet of things (IoT)