

Tehnologija pametnih kuća u službi održivog razvoja

Frančišković, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:261144>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

**TEHNOLOGIJA PAMETNIH KUĆA U SLUŽBI
ODRŽIVOG RAZVOJA**

Rijeka, srpanj, 2022.

Bruno Frančišković

0069081175

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

**TEHNOLOGIJA PAMETNIH KUĆA U SLUŽBI
ODRŽIVOG RAZVOJA**

Mentor: Doc. dr. sc. Dunja Legović

Rijeka, srpanj, 2022.

Bruno Frančišković

0069081175

Rijeka, 9. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske tehnologije**
Predmet: **Zaštita okoliša**
Grana: **2.03.04 telekomunikacije i informatika**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Bruno Frančišković (0069081175)**
Studij: **Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike**

Zadatak: **Tehnologija pametnih kuća u službi održivog razvoja / Sustainable development of Smart home technologies**

Opis zadatka:

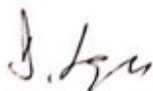
Definirati tehnologije i sustave koji čine pametnu kuću. Osvrnuti se na osobnu sigurnost te na sigurnost podataka u sklopu pametne kuće. S obzirom na troškove i potrebne resurse, prodjeniti održivost razvoja pametnih kuća. Analizirati faktore koji utječu na uštedu ili povećanu potrošnju energije. Osvrnuti se na prednosti i nedostatke, te na utjecaj na kvalitetu života.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.



Zadatak uručen pristupniku: 21. ožujka 2022.

Mentor:



Doc. dr. sc. Dunja Legović

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

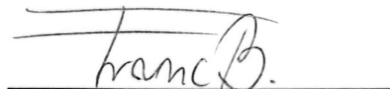


Prof. dr. sc. Viktor Sučić

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

IZJAVA

Sukladno članku 10 *Pravilnika o završnom radu i završnom ispitu na preddiplomskim sveučilišnim studijima i stručnim studijima* Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci od listopada 2009., izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad pod naslovom „Tehnologija pametnih kuća u službi održivog razvoja“, uz konzultiranje s mentorom rada.



Student: Bruno Frančišković

Matični broj: 0069081175

Rijeka, srpanj, 2022.

ZAHVALA

Zahvaljujem se izvanrednoj mentorici doc. dr. sc. Dunji Legović, koja je uvijek bila na raspolaganju te me kroz pisanje ovog rada vodila svojim savjetima i sugestijama. Veliko hvala na strpljenju koje ste mi pružili te mi omogućili da pišem o temi koja mi je veoma zanimljiva.

Zahvaljujem se mojoj curi Josipi koja me je razumjela kada svi drugi nisu te se veselila svim mojim uspjesima, ali ujedno i bila uz mene kada mi je bilo najteže. Hvala mojim prijateljima i kolegama Alenu, Lauri i Dominiku koji su mi pružili podršku, pomoć i motivaciju tijekom cijelog mog fakultetskog obrazovanja.

Ovaj rad posvećujem svojoj obitelji, tati Viktoru, mami Suzani i sestri Stelli koji su me uvijek bodrili i podupirali tijekom mog dosadašnjeg školovanja. Beskrajno im se zahvaljujem na strpljenju i podršci te što su bili moj vjetar u leđa. Hvala i svim onima koji više nisu s nama, a volio bih da jesu i da svjedoče završetku jednog od najvažnijih poglavlja moga života.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ODRŽIVI RAZVOJ I TEHNOLOGIJA	2
3. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	4
3.1. Solarna energija	4
3.2. Energija vjetra.....	7
3.3. Ostali izvori energije.....	8
4. KARAKTERISTIKE PAMETNE KUĆE.....	10
4.1. Tehnologije i sustavi pametne kuće.....	11
4.2. Automatizacija.....	12
4.2.1. PLC.....	13
4.2.2. Grijanje.....	15
4.2.3. Rasvjeta	16
4.2.4. Voda	18
4.3. Osobna sigurnost	20
5. PREDNOSTI I NEDOSTACI PAMETNE KUĆE	22
5.1. Troškovi i ušteda	24
5.1.1. Energetska ušteda u pametnim kućama.....	24
5.1.2. Početna ulaganja i financijska ušteda u pametnim kućama	24
6. ZAKLJUČAK	27
7. LITERATURA.....	28
POPIS SLIKA	30
POPIS TABLICA.....	30
SAŽETAK.....	31
SUMMARY	32

1. UVOD

Slijedom rastućega napretka u tehnologiji javlja se potreba za održivim razvojem. Shodno tome, jedan od vidova napretka tehnologije jest pojava odnosno ideja pametnih kuća. Koncept pametne kuće pojavio se zbog potrebe za funkcionalnošću, sigurnošću i lagodnijim životom. Pametna kuća omogućava kreiranje i upravljanje samo s jednim dodiranjem, a to se čini pomoću fleksibilnog i diskretnog sustava upravljanja, prikladnog kako za unutrašnjost tako i za vanjski dio kuće. Isto tako poboljšanje kvalitete življenja jedna je od potrebitosti modernog društva, a upravo tu potrebitost moguće je ostvariti izgradnjom pametnih kuća. Pametna kuća ima prednost modularnih funkcionalnosti, koje podržavaju dodavanje nove opcije ili potrebnu opremu u bilo kojem trenutku. Nudi mogućnost stvaranja unaprijed definiranih scenarija za različitu opremu ili instalacije. Pametne kuće ne karakteriziraju samo inteligentne tehnološke instalacije već niz održivih boljitaka. Ušteda energije u okviru pametnih kuća vidljiva je kroz sve njene sustave i tehnologije, ali isto tako i primjenom obnovljivih izvora energije kao preteča održivog razvoja.

Kako bi se što vjernije i sveobuhvatnije prikazala ova tematika i sve vezano uz nju, rad je podijeljen u šest poglavlja. Nakon Uvoda, u poglavlju Održivi razvoj i tehnologija fokus je stavljen na definiranje i pojašnjenje pojma održivog razvoja te je isti stavljen u okvir tehnologije kao jedne od rješenja i odgovora na sve rastuća ekološka pitanja. Zatim u poglavlju Obnovljivi izvori energije pojašnjene su sve najčešće primjene obnovljivih izvora energije u kućanstvu, počevši od onih koje možemo vidjeti u našoj svakodnevici pa sve do onih na koje rjeđe nailazimo jer se koriste isključivo u određenim podnebljima. Nadalje, u idućem poglavlju Karakteristike pametne kuće opisana je ideja pametne kuće i sve njene karakteristike zbog kojih se može nazvati pametnom kućom. Pripadajuća potpoglavlja Tehnologije i sustavi pametne kuće, Automatizacija i Osobna sigurnost detaljnije opisuju i objašnjavaju sve komponente pametne kuće. Potom je u poglavlju Prednosti i nedostaci pametne kuće izdvojeno sve ono zbog čega se pojedinac može, u slučaju prednosti, i ne mora, u slučaju nedostataka, odlučiti za izgradnju pametne kuće. Troškovi i ušteda pripadajuće je potpoglavlje u kojem je fokus stavljen na energetska uštedu, a zatim na početna ulaganja i financijsku uštedu u pametnim kućama. Na samome kraju ovog rada slijedi Zaključak.

2. ODRŽIVI RAZVOJ I TEHNOLOGIJA

Održivi razvoj ili održivost novi je diskurs usmjeren ka promicanju strategije u razvoju energetske, vodne i ekološke sustava. Jasno je da ta težnja za održivim razvojem zahtijeva integraciju ekonomskih, društvenih, kulturnih, političkih i naravno ekoloških čimbenika. Zahtijeva inicijative građana, kao i istovremena razmatranja lokalnih i globalnih dimenzija, te načina na koje one djeluju međusobno. Od uvođenja koncepta održivog razvoja od strane Brundtlandskog povjerenstva 1987. te Agende 21 kao akcijskog plana za održivi razvoj u 1992. bilo je mnogo pokušaja takozvanog mjerenja održivosti korištenjem raznih pokazatelja održivog razvoja. U punom smislu te riječi, održivost podrazumijeva uravnotežen razvoj gospodarstva, društva i okoliša na način da razvoj uz sadašnje generacije ostavlja barem iste ili bolje šanse za razvoj budućih generacija. Dva kritična pitanja su s jedne strane prekomjerno korištenje resursa i onečišćenje okoliša s druge strane, a oni su dakako međusobno povezani [1].

Brzi razvoj tijekom ere industrijalizacije ne samo da je stvorio moćne ekonomije i raširene urbanizacije, također je uspostavio autoritet modernih tehnologija. Međutim, industrijski razvoj u cijelom svijetu bio je opterećen neodrživosti u okolišnom i društvenom smislu. Pogoršanje prirodnog okoliša, gubitak biološke raznolikosti, klimatske promjene događaju se usred širokog prihvaćanja društvenih nejednakosti, podjele svijeta i koncentracije moći. Mnogi vide znanost i tehnologiju kao ključ rješenja ekoloških problema koje stvaraju stoljeća industrijalizacije kao i u otklanjanju praznina uzrokovanim visokim obrascem potrošnje raznovrsnih resursa. Niz velikih promjena u posljednjih nekoliko desetljeća potaklo je razumijevanje da se održivi razvoj može postići samo korištenjem održive tehnologije. Na razvoj, implementaciju i korištenje tehnologije uvelike su utjecale vrijednosti ugrađene u organizacije koje posjeduju potrebne resurse kao i današnji način života koji se odvija pod okriljem tehnologije. Značajna komponenta ovog razvoja bile su nove tehnologije koje imaju manji utjecaj na okoliš i/ili pomažu u obnavljanju okoliša. Namjera takvih ekoloških tehnologija je smanjiti ukupan ekološki utjecaj ljudi. Samo neki od tih primjera ekoloških tehnologija uključuju prikupljanje vode u zatvorenom krugu za recikliranje i ponovnu upotrebu iste vode, zatim foto naponi za proizvodnju i obnovu energije, nadalje biorazgradive kemikalije kao tehnologija kontrole onečišćenja te brojni drugi primjeri. Održiva tehnološka inovacija gleda na tehnologiju kao na sredstvo za postizanje širih ciljeva te osim ekonomske dobiti uključuje obnovu i očuvanje okoliša kao i ekonomski prosperitet i poboljšanje kvalitete života. Održivo tehnološki pristup također zahtijeva razumijevanje interakcija između tehnologije te društvenog, ekološkog i ekonomskog sustava. Isto se može objasniti kroz idući primjer: ne postoji mogućnost pronalazanja rješenja gospodarenja otpadom bez ispitivanja prirodnih resursa, njihove proizvodnje, distribucijske mreže, izbora potrošača, navika ljudi,

vladine politike, zakonodavstva te okolišnih propisa. Isto tako, nije moguće zadovoljiti potražnju za energijom bez dostatne analize njezine prirode kao i ekonomskih, društvenih i ekoloških troškova, ali i koristi. Stoga je sasvim jasno da održiva tehnologija ima velik potencijal za rast i to ne za svaku zemlju već i na globalnoj razini. Generalno se tehnologija u vidu održivog razvoja može podijeliti u četiri velike skupine, a to su obnovljiva energija, nanotehnologija, tehnologija protiv onečišćenja i tehnologija u ekologiji. Prva grupa odnosi se na obnovljivu energiju u vidu sunčeve energije, energije vjetra, valova, geotermalne energije te hidro i bioplina. Druga skupina, nanotehnologija generalno se percipira kao inherentno ekološka te s naglaskom na veliki obujam primjene u mnogim sektorima, primjerice u medicini, poljoprivredi, građevini, prometu, komunikaciji i brojim drugim. Treća grupa, tehnologija protiv onečišćenja, tradicionalno se doživljava kao odgovor na dosad napravljenu štetu odnosno obnova zdravlja okoliša. Posljednja grupa, pokriva tehnologiju koja je osmišljena da pomogne i obnovi tehnologiju [2].

3. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

3.1. Solarna energija

Solarni paneli su već dugu niz godina „lice“ solarne energije, mogu se pronaći na krovu neke kuće, zgrade ili na raznim nadstrešnicama, a nerijetko ih nalazimo i na zasebnim nosačima pored objekta koji ih koristi. Tržište solarne energije stvorilo je značajan porast u integraciji fotonapona u kućama. Ovaj pristup ima smisla, zato jer solarna energija unutar kuće stvara snagu upravo tamo gdje će se i koristiti, a to je u pametnoj kući. Ovim putem, nema potrebe za značajan prijenos ili distribucijsku infrastrukturu. Time se eliminiraju gubici snage, a sama integracija solarne energije u kućama ne mora nužno zauzimati dodatno zemljište ili prostor [3]. Najčešća izvedba solarnih panela je krovni sustav koji je prikazan na Slici 3.1.



Slika 3.1. Krovni sustav solarnih panela

U krovni sustav ubrajamo, crijepove, šindre i proizvode za spojeve čeličnih krovova i krovne prozore. Na primjer, sada postoje solarne šindre koje izgledaju kao tradicionalne asfaltne krovne šindre ili kao metalni krov ali sa 16% više iskoristivosti. Ono što je nekoć bilo istraživanje i razvoj solarnih ploča kao solarnih kolektora, danas je stvarnost i dostupno je na tržištu. Jedna od vrlo bitnih stvari kod kupnje i ugradnje solarnih panela je lokacija kuće, jer je potrebno uzeti u obzir utjecaj okoline kao što su: obližnja stabla, područja koja su većinom pod sjenom, susjedne zgrade i prosječna temperatura. U većini slučajeva kuće koje koriste solarne panele i dalje su spojene na neku vanjsku mrežu napajanja zato jer možda u nekim slučajevima korištenje solarnih panela neće biti maksimalno iskorišteno, a samim time napajanje cijele kuće nije moguće. Zato

vanjsku mrežu možemo smatrati kao rezervni način napajanja. Vlasnik kuće može neovisno upravljati integriranim solarnim sustavom napajanja. Povezivanje s vanjskom mrežom napajanja osim što pruža sigurnost i rezervu, može predstavljati i priliku za prodaju električne energije natrag u vanjsku mrežu. Na taj način vlasnik kuće, a samim time i vanjska mreža imaju korist od solarnih panela. Solarni doprinos smanjuje troškove energije za vlasnika kuće, dok izvezena solarna električna energija može pomoći komunalnoj mreži u vrijeme najveće potražnje. Primarni nedostatak solarne energije je to što očito ne može biti stvorena noću ili tijekom razdoblja naoblake. Izlaz energije solarnog panela je maksimiziran kada je ploča izravno okrenuta prema suncu. Ovo znači da fiksne lokacije imaju smanjenu proizvodnju energije kada sunce nije na optimalnom kut upada sunčevih zraka, za razliku od solarnih farmi (Slika 3.2.) koje montiraju panele na tornjeve/nosače koji mogu pratiti sunce kako bi panele držali pod optimalnim kutom upada sunčevih zraka tijekom dana [4].

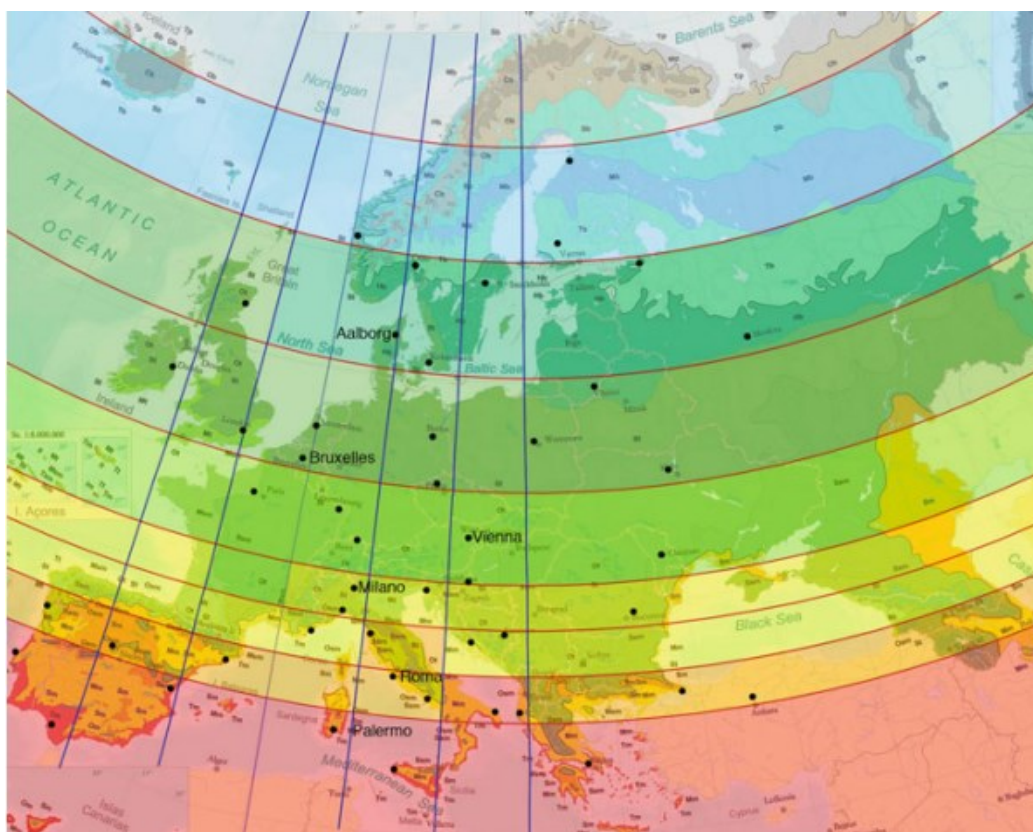


Slika 3.2. Solarne farme

Solarne ćelije pretvaraju oko 20% sunčevih zraka u električnu energiju. Dok solarna energija može biti znatna početna investicija, potrebno je minimalno održavanje, a nakon kupnje i instalacije daje besplatnu energiju. Kapitalni trošak solarne energije, baterija i skladištenja nastavio je padati tako da je u mnogim zemljama solarna energija jeftinija od obične električne energije fosilnih goriva iz mreže. Kako cijena solarne električne energije pada svake godine, sve će više zemalja imati koristi od prelaska na solarnu energiju kada se dodaju novi kapaciteti. Kina, Japan i Sjedinjene Države čine većinu novih kapaciteta solarne energije uz rast u Latino Americi,

Africi, Bliskom istoku i Europi, posebice Njemačkoj. Ono čemu definitivno teži budućnost solarnih panela je različit dizajn i boja. Primjerice solarni paneli na krovu starije kuće ne izgledaju skladno, a industrija solarnih panela teži k tome da se to promjeni, da estetika odgovara obliku, stilu i načinu izrade kuće. Cilj je učiniti panele gotovo neprimjetnima na kućama. Pametni aspekti proizvodnje vlastite solarne energije su automatizacija povezana s energijom, integracija sustava i izgradnja sustava upravljanja energijom. Također, treba uzeti u obzir mogućnost poticaja lokalnih ili državnih vlasti za ugradnju solarnih panela, pripaziti na optimalno usmjerenje sustava, životni vijek proizvoda i materijala, njihovu trajnost i sposobnost podnošenja različitih vremenskih uvjeta, troškova i performansi [4].

Količina sunčeve energije koja doseže površinu planeta je vrlo visoka, toliko visoka da je u jednoj godini energija dobivena od sunčeve energije otprilike dvostruko veća nego što će se ikada dobiti od svih zemljinih neobnovljivih izvora ugljena, nafte, prirodnog plina i iskopanog urana zajedno. Uspješna implementacija solarnih panela u kućama, zgradama i naseljima u kombinaciji s inicijativama za energetske učinkovitost, može nas dovesti do života s nultom neto potrošnjom u kućanstvima. Najčešće se vrši klasifikacija klimatskog područja koje je prikazano na Slici 3.3. Ta klasifikacija se temelji na tri parametra: mjesečna amplituda temperature, mjesečni prosjek i maksimalna ili minimalna ukupna vrijednost solarne radijacije. Svaka od ovih usporedbi omogućila je jasnije definiranje granica klimatskih područja [3].



Slika 3.3. Različita klimatska područja u Europi

3.2. Energija vjetra

Najranija upotreba energije vjetra vidljiva je od početka upotrebe jedrenjaka u pomorstvu. Zatim su stvorene vjetrenjače za pretvaranje energije vjetra u mehaničku energiju. Današnju energiju vjetra proizvode moderne vjetroturbine, nešto modernija verzija vjetrenjača. Snaga vjetra smatra se vrlo čistom i glavnim obnovljivim izvorom energije. Energija vjetra ne stvara emisije ugljika, dodatne zagađivače, niti troši vodu. Vjetroturbine pretvaraju vjetar u električnu energiju. Na turbinu su spojene lopatice turbine, a zatim elektro-magnetski generator proizvodi elektricitet kada se lopatice vrte [4]. Tipična mala vjetroturbina može imati nekoliko lopatica koje su sastavljene na vrhu tornja u obliku čelične cijevi, ista je prikazana na Slici 3.4.



Slika 3.4. Vjetroturbine na krovu kuće

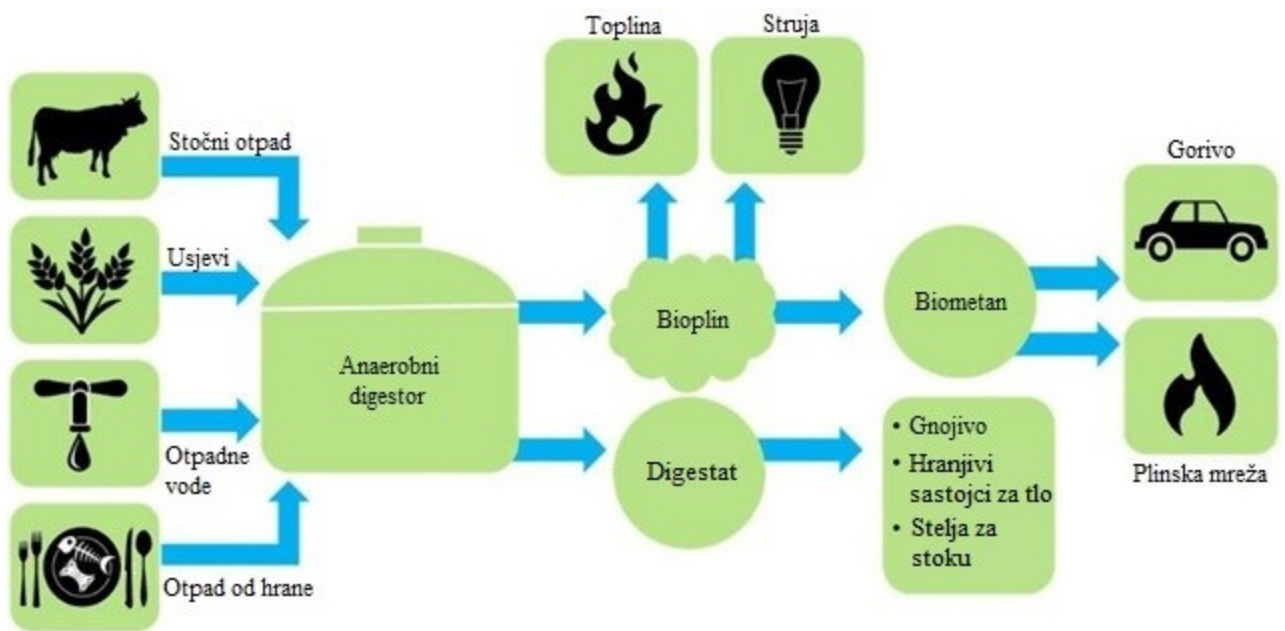
Postoje neki nedostaci za snagu vjetra. Najveći problem je što brzine vjetra mogu varirati tijekom dana i godine. Međutim, energija vjetra može se koristiti u kombinaciji s drugim izvorima električne energije kako bi se osigurala pouzdana opskrba. Pouzdanu opskrbu možemo postići spajanjem na vanjsku mrežu, korištenjem drugih obnovljivih izvora kao što je solarna energija i skladištena energija. Postavlja se pitanje, može li se energija vjetra koristiti u kućama? Odgovor je da, ali postoji i problematika vezana uz njih. Visoki stambeni objekti su najbolji kandidati jer brzina vjetra raste s visinom, ali strujanje vjetra je vrlo turbulentno na visokom objektu, a vjetroturbine rade bolje s konstantnim ili pravilnim strujanjem vjetra. Ako je turbina postavljena na kuću, vjerojatno će biti skromna turbina, što rezultira marginalnom proizvodnjom energije. Uz to, buka koju proizvode lopatice rotora, zajedno s naprezanjima i vibracijama turbina koje se mogu

prenijeti na građevinsku strukturu, predstavljaju ozbiljne probleme. Postoje i drugi problemi, a to je mogućnost da nastradaju ptice i šišmiši koji nerijetko znaju ulijetati u rotore. Zauzimanje dodatnog prostora na građevinskom terenu i estetika koja je neprivlačna također su mana ovog načina dobivanja energije. Estetski je prihvatljivija izrada turbina na krovovima kuća, međutim, krov s turbinama morao bi biti prilično velik kako bi bio isplativ. Sveukupno, ideja o značajnoj vjetroturbini na stambenom objektu imala bi vrlo dug povrat početnog ulaganja i predstavljala bi brojne rizike i izazove. Također, jedan ekonomski problem dobivanja energije putem vjetra je da su se troškovi solarnih panela smanjili, sukladno s time solarni paneli naspram vjetroturbine postaju isplativiji. Solarna energija može proizvesti 60% više energije za isti novac kao vjetroturbine. Isto tako, puno je više faktora koji se moraju zadovoljiti kako bi se dobila energija putem vjetra nego putem sunca. Međutim, u nekim podnebljima gdje nema dovoljno sunčanih dana, vjetroturbine su svakako bolja opcija od solarnih panela [4].

3.3. Ostali izvori energije

Nakon spomenute solarne energije i energije vjetra najčešće iduća pomisao je na energiju vode u principu hidroelektrane. U privatnim kućama nazivamo ih „Mini-hidroelektrane”. Iako je sam proces dobivanja energije jednostavan, postoje određeni uvjeti koji moraju biti zadovoljeni da bi kuća mogla biti napajana ovim načinom. Osnovni uvjet je prisustvo malog potoka ili veće rijeke. To je sasvim dovoljno za proizvodnju električne energije za sve električne uređaje i rasvjetu u prosječnom domu. Troškovi ovog načina dobivanja energije su relativno niski, potrebna je samo izgradnja i održavanje, a sam princip rada je jednostavan. Voda teče na turbinu, dolazi do okretanja lopatica, a zatim se dobivena snaga prenosi na generator koji u konačnici proizvodi električnu energiju. Način ovog dobivanja energije je veoma specifičan i uvelike ovisi o području življenja, to jest iziskuje isključivo kuću u blizini potoka ili rijeke te nije primjenjiv na široku populaciju već samo na određena područja koja pogoduju velikim količinama vode [5].

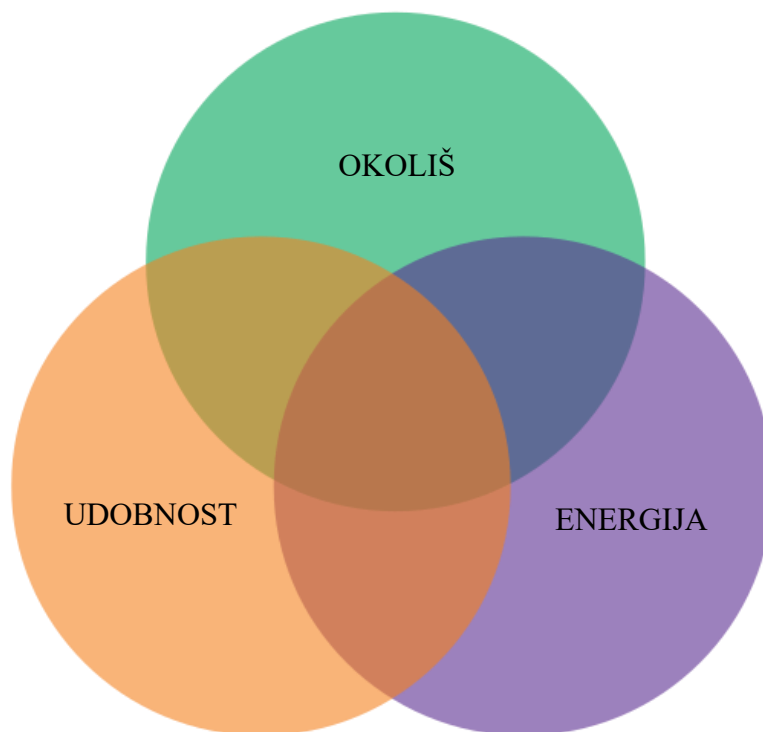
Još jedan od načina dobivanja energije je bioplin. Dostupne su različite tehnologije za proizvodnju električne energije iz bioplina na razini kućanstva. U principu, kemijska energija zapaljivih plinova pretvara se u mehaničku energiju u sustavu kontroliranog izgaranja pomoću toplinskog motora ta mehanička energija zatim aktivira generator za proizvodnju električne energije. Bioplinski sustavi (Slika 3.5.) koriste anaerobnu digestiju za recikliranje organskih materijala, pretvarajući ih u bioplin, koji sadrži i energiju (plin) i vrijedne proizvode za obrađivanje tla (npr. gnojivo) [6].



Slika 3.5. Bioplinski sustav

4. KARAKTERISTIKE PAMETNE KUĆE

Pametna kuća je naziv za objekt koji energetski daje više nego što uzima. To znači da je život u takvoj kući dugoročno ekonomski isplativiji, a ono što je najbitnije uvelike pridonosi očuvanju okoliša. Cilj pametne kuće je ostvariti zdraviji i ugodniji život za stanare iste, bez negativnog utjecaja na klimatske promjene, a upravo tome bi trebali svi težiti kako bi imali čišći, zdraviji i sigurniji planet. Jedan od glavnih aspekata građenja nove kuće je dugoročno isplanirati gdje će doći buduće električne instalacije te na koji način će se upravljati njima. Prioritet je pravovremeno isplanirati svrhu i namjenu određenih stvari u pametnoj kući. Osim što je pametna kuća u korak s vremenom, na način da prati novitete u tehnologiji i primjenjuje ih u svakodnevnom životu, ima brojne prednosti. Boljitak života u samoj kući pridonosi zdravijem i ugodnijem životu, a sama energija dobiva se iz obnovljivih izvora energije koji su integrirani u nju ili se nalaze u obližnjem zajedničkom energetskom sustavu i električnoj mreži (npr. pametna naselja). Pametna kuća uvijek će biti predstavljena s kombinacijom tri stavke, a to su: okoliš, energija i udobnost prikazane na Slici 4.1. Ove tri stavke funkcioniraju u korelaciji, a ukoliko isključimo jednu od njih to više ne možemo smatrati potpunom pametnom kućom, već običnom kućom s „prednostima“ [3].



Slika 4.1 Konceptcija pametne kuće

Ova tri čimbenika mogu precizno opisati arhitektonsku kvalitetu kuće, energetsku učinkovitost, ljudsko zdravlje, udobnost i ostale dobrobiti za okoliš. Po pitanju udobnosti, kuća

pruža unutrašnju klimu koja promovira zdravlje i osjećaj dobrobiti. To je kuća koja pruža dobar zrak u njenoj unutrašnjosti, adekvatnu izmjenu temperature i prikladnu vizualnu udobnost (primjerice spuštanje roleta). 90% vremena provodimo u zatvorenom prostoru, dakle, kvaliteta unutarnje klime ima značajan utjecaj na naše zdravlje i udobnost. Dobra unutarnja klima je ključna kvaliteta pametne kuće. Također, kuća pruža jednostavnost za korištenje te samim time osvještava njene stanare na odgovorniji odnos prema okolišu. Energetski gledano, ovakva kuća iskorištava niz izvora energije koji su integrirani u njenoj strukturi. Nadalje, kuća se zasniva na principu da maksimalno izbjegava ekološku zagađenost te da su njeni izvori energije konstantno iskoristivi bez proizvodnje viška nepotrebne energija. Što se tiče same izrade ovakve kuće, teži se upotrebi materijala koji su namijenjeni za ponovnu upotrebu. Izgradnja kuće i sama tehnološka infrastruktura imaju dugačak životni vijek, no uvijek je potrebno balansirati početne troškove ulaganja u tehnološku infrastrukturu s dugoročnom isplativošću pametne kuće [3].

4.1. Tehnologije i sustavi pametne kuće

Infrastruktura kabela odnosno kabliranje, kabelske staze i prostorije s opremom važni su čimbenici pametne kuće. Kabel kao takav možda se doima kao obična komponenta, ali sa stalnim napretkom propusnosti kabela i smanjenjem potencijalnih smetnji te povećanjem snage niskog napona preko telekom kabela osigurava se duži životni ciklus. Isto tako, u pametnoj bi se kući trebalo orijentirati na upotrebu bežičnih sustava. Napretkom IT sektora ova infrastruktura postaje sve kritičnija, a samim time postaje i ključnim atributom pametne kuće.

Sustav za upravljanje rasvjetom utječe na nekoliko važnih aspekata pametne kuće. Postoji estetski učinak koji će imati na kuću i njezine prostorije, što rezultira time kako će stanari percipirati okolinu i reagirati na nju. Postoji dakako i funkcionalni aspekt pružanja rasvjete, a to je olakšavanje života u i oko kuće. No, poznato je da rasvjeta troši energiju i to u značajnom obujmu. Stoga pametna kuća podrazumijeva centralizirani sustav upravljanja rasvjetom, isti bi trebao imati mogućnost prigušivanja osvjetljenja. Isto tako, taj sustav bi trebao imati globalni i zonski raspored svjetala. Sustav upravljanja rasvjetom raspodjeljuje snagu raspoloživoj rasvjetnoj jedinici na tipičan način, ali sve je veća primjena digitalne kontrole i inteligencije upravljačkih uređaja, kao što su brojni senzori i fotoćelije. Takav sustav upravljanja značajno povećava funkcionalnost i fleksibilnost sustava rasvjete jer pruža digitalnu kontrolu i primjenu inteligencije. Primjerice postiže se rekonfiguracija zona osvjetljenja putem softvera, a ne fizički ponovnim kabliranjem. Nadalje, inteligentni uređaji za kontrolu osvjetljenja omogućuju veću kontrolu upravljanja rasvjetom u specifičnim prostorijama unutar kuće.

Podrazumijeva se da će svaka veća pametna kuća imati sustav videonadzora, poznati kao televizijski sustavi zatvorenog kruga (eng. *closed-circuit television systems*) dio su globalnijeg

plana zaštite i sigurnosti života u pametnim kućama. Videonadzor temeljen je na IP-u i koristi postojeću IT infrastrukturu te pridonosi nižim troškovima ugradnje. Kamere mogu otkriti dim ili vatru, identificirati pojedince, otkriti kretanja, pružiti podatke o popunjenosti uključujući stvarni broj ljudi u prostoriji.

Sustavi dojavljivanja i slanja poruka u pametnoj kući mogu se smatrati sekundarnim sustavima, ali često su dio sigurnosti života u kući. Trenutačni sustavi baziraju se na VOIP tehnologiji i IP uređajima, uključujući i IP zvučnike. Neki sustavi imaju mogućnost istovremenog slanja zvuka i tekstualne poruke koje se mogu isporučiti zvučnicima, mobitelima, računalima i tabletima. Neke poruke mogu sadržavati informacije o vremenskim uvjetima ili pak mogu biti u vidu podsjetnika za nadolazeće događaje. Jako važna značajka ovog sustava jest da omogućuje komunikaciju u stvarnom vremenu unutar kuće, a tiče se neke hitne situacije što značajno poboljšava sigurnost i život u pametnoj kući [4].

4.2. Automatizacija

Najpametniji dijelovi pametne kuće, njezini sustavi i materijali pokreću se inovacijom i tehnologijom odnosno automatizacijom. Pozadina izgradnje pametne kuće povezana je s inovativnom informacijsko komunikacijskom tehnologijom u vidu raznovrsnih građevinskih sustava, samim dizajnom, konstrukcijom te raznovrsnim IT operacijama [4].

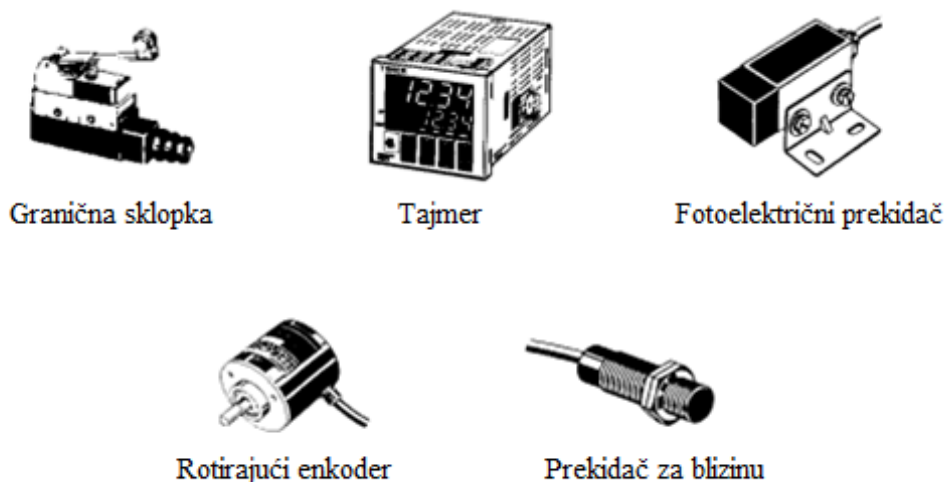
Kada se govori o integriranom sustavu pametne kuće, cilj je prvenstveno pojednostaviti i poboljšati udobnost, pa je tako jednostavnim pritiskom na tipku dovoljno spustiti rolete, ugaziti sva svjetla u kući, namjestiti temperaturu, uključiti sustav protiv krađe. Ovaj način upravljanja pogodan je za uštedu vremena, povećanu razinu udobnosti i smanjenju potrošnje energije. Svi ovi sadržaji su dostupni daljinski, kao i putem interneta. Kućna automatizacija može uključivati kontrolu: rasvjete, grijanja, upravljanje roletama, navodnjavanjem, bazenskom tehnikom, sigurnosnim sustavom te brojnim drugim. Upravljanje rasvjetom moguće je za svjetla uključena u različite dijelove kuće ovisno o korištenju i potrebama, ovisno o godišnjem dobu ili dobu dana, osvjetljavanje prilaza noću ili osvjetljenje za nadzor, možemo govoriti o dizajnu svjetala za poticanje udobnosti i ugodnog ambijenta, ovisno o scenariju prethodno kreiranom putem upravljačke konzole. Pametna kuća može upravljati osvjetljenjem pročelja kuće, vrta ili bazena, prema vremenu ili u nekim specijalnim slučajevima kao što su zabava u vrtu, na terasi, gledanje filmova, noćni način rada i mnogi drugi, jedina granica upravljanja rasvjetom je mašta vlasnika. Nadalje, moguća je personalizirana kontrola temperature u svakom dijelu pametne kuće ili u vremenskim intervalima, s mogućnošću promjene scenarija u bilo kojem trenutku putem lokalne upravljačke ploče ili daljinski, putem interneta ili telefona. Kontrolom podizanja roleta postiže se željena razinu osvjetljenja ili zasjenjenja, bez upotrebe dodatne rasvjete. Rolete se mogu

automatski spustiti ili podići ovisno o željenom scenariju ili jednostavnom naredbom vlasnika. Po pitanju navodnjavanja moguće je zalijevanje travnjaka ili biljaka iz pametne kuće putem automatskog navodnjavanja prema rasporedu i razini vlage u tlu ili putem ručnog ili daljinskog upravljanja. Također, u slučaju bazenske tehnike moguća je priprema temperature vode u bazenu. Daljinsko upravljanje bazenom moguće je izvršiti slanjem SMS poruke ili preko interneta. Automatski sustav doziranja će slati statusne poruke za: nedostatak kemijskih tvari za obradu vode, probleme s kvalitetom vode, temperaturu vode i sve ostale potrebne podatke za rad bazenske tehnike. Sigurnosni sustav pametne kuće može „naučiti“ da pozove vlasnika ili bliske osobe, ako postoji stanje uzbune. Ovi se alarmi mogu poslati u slučaju problema s vodovodom, curenja plina, nestanka struje ili slučajeva koji bi prouzročili materijalnu štetu [7].

4.2.1. PLC

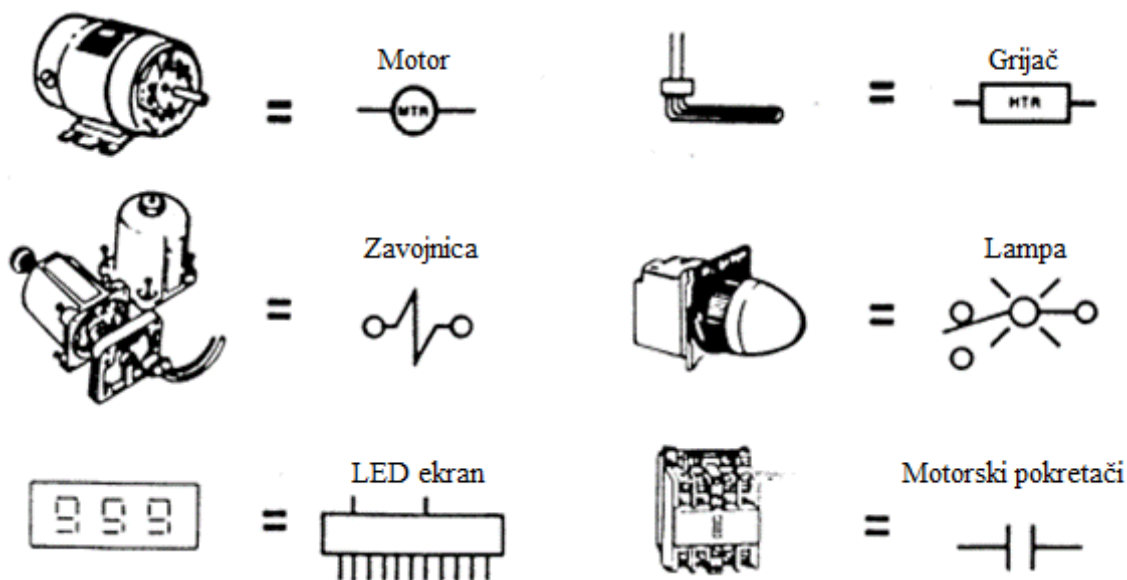
PLC je skraćena od naziva za programabilni logički kontroler. Prvi PLC-ovi su predstavljani već kasnih šezdesetih godina prošlog stoljeća, napravljeni su da imaju istu funkcionalnost kao postojeći relejski sistemi. Programabilni su, pouzdani i mogu se koristiti za višekratnu upotrebu. PLC-ovi su jednostavni za otklanjanje grešaka u sustavu i u samoj primjeni pametne kuće. Vrlo je lako izmijeniti ulazne i izlazne uređaje, lako su programabilni i održivi. Također, upotreba PLC-ova koristi se i u industrijskom okruženju, a ne samo u pametnim kućama. Programabilni logički kontroler je mali specijalizirani kompjuter koji se koristi za kontrolu raznih strojeva, aparata, sustava i procesa. Koristi programabilnu memoriju kako bi pohranio uputu i specifične funkcije prilikom paljenja i gašenja, tajming, brojanje, sekvenciranje, aritmetiku i rukovanje podacima [8]. U automatiziranim sustavima, PLC se obično smatra srcem upravljačkog sustava. S kontrolnim aplikacijskim programom (pohranjenim u memoriji PLC-a), PLC stalno nadzire stanje sustava putem povratnog signala ulaznih uređaja. Zatim se oslanja na programsku logiku kako bi odredio tijek radnji koje treba izvršiti na izlaznim uređajima. PLC se može koristiti za kontrolu jednostavnog zadatka koji se ponavlja, ili se nekoliko njih može međusobno povezati s drugim glavnim kontrolerima ili glavnim računalom kroz neku vrstu komunikacijske mreže, kako bi se integrirala kontrola složenog procesa. Inteligencija automatiziranog sustava uvelike ovisi o sposobnosti PLC-a da očitava signal iz različitih vrsta automatskih senzora i ručnog (manualnog) unosa. PLC se sastoji od središnje procesorske jedinice (CPU) koja sadrži aplikacijski program i uređaje ulaznog i izlaznog sučelja, koji je izravno povezan s terenskim ulaznim i izlaznim uređajima. Program kontrolira PLC tako da kada se ulazni signal s ulaznog uređaja uključi, dobivamo odgovarajući odgovor na izlazu to jest zadaje se komanda sustavu tako da dolazi do uključivanja izlaznog signala na neku vrstu izlaznih uređaja [9].

Ulazni uređaji su razna tipkala koja služe za manualni unos. S druge strane, PLC može primiti signal iz specifičnih automatskih senzorskih uređaja kao što su prekidač blizine, granični prekidač, fotoelektrični senzor, senzor razine i brojni drugi. Ovi ulazni signali povezani su s PLC-om preko različitih vrsta PLC ulaznih modula prikazanih na Slici 6.1.



Slika 4.2. Ulazni uređaji

Automatski sustav je nedovršen i PLC sustav je gotovo paraliziran bez sučelja s izlaznim uređajima. Neki od najčešće kontroliranih uređaja su motori, indikatori releja, elektromagnetski ventili, razni grijači i ostali mnogobrojni uređaji. Uređaji poput alarma služe u svrhu obavješćivanja. Također, poput sučelja ulaznog signala, signali iz izlaznih uređaja povezani su s PLC-om kroz širok raspon PLC izlaznih modula prikazanih na Slici 6.2. [9].



Slika 4.3. Izlazni uređaji

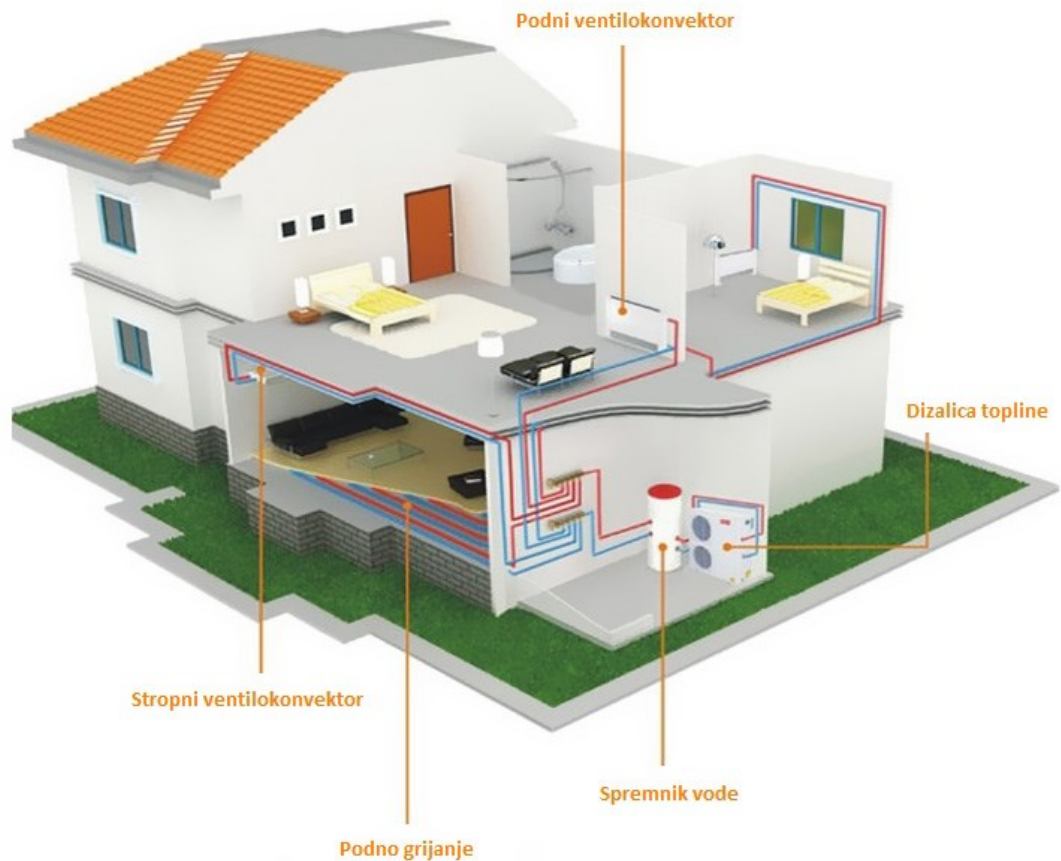
Putem mjerne i komunikacijske jedinice koja se ugrađuje u svaku utičnicu i svako svjetlo na koji je spojen PLC korisnici mogu pregledavati informacije o energiji i snazi te shvatiti potrošnju energije kućanskih aparata i svjetala. Sukladno tome moguće je i nadgledati energiju dobivenu obnovljivim izvorima energije (primjerice solarna energija i energija vjetra) [10].

4.2.2. Grijanje

Pametne kuće namijenjene su da smanje pregrijavanje ljeti isto tako i zagrijavanje zimi te samim time optimiziraju unutarnju temperaturu bez nepotrebne potrošnje energije. Cilj je, ukoliko je to moguće, koristiti jednostavna i energetska učinkovita rješenja koja se lako održavaju. Ne postoji točna maksimalna temperatura koja se može dosegnuti u zimskom periodu (period grijanja), niti minimalna temperatura u ljetnom periodu (period hlađenja) to zavisi o brojnim čimbenicima. Kako bi se temperatura održala konstantnom, bez učestale promjene energije, koriste se brojni termostati i dizalice topline [3].

Termostat je naprava za regulaciju temperature cijelog sistema, on služi da se temperatura sustava održava blizu željene (zadane) vrijednosti. Umjesto da se smanji temperatura u prostoru može se smanjiti ukupna potrošnja tako da se ostvari konstantna i ugodna temperatura tijekom cijelog dana. Bilo da je termostat na ručnom ili programabilnom načinu rada, uštede proizlaze iz smanjenja oscilacija te održavajući konstantnu temperaturu. Istraživanja od strane Ministarstva energetike Sjedinjenih Američkih Država otkrilo je da je energija koja je potrebna za podizanje temperature doma na normalnu (željenu) temperaturu približno jednaka energiji koja je sačuvana padom temperature na nižu vrijednost. Za svaki stupanj odstupanja od konstante ili zadane temperature tijekom razdoblja od osam sati, smanjit će se potrošnja energije za 1%. Što duže sustav zadržava konstantnu vrijednost bez promjene zadane temperature, dolazi do većih ušteda. Termostat je zapravo centralna upravljačka jedinica za temperaturu, može upravljati grijanjem i hlađenjem na više načina, a to su: putem klima uređaja, ventilokonvektor (eng. *fan coiler*) i podnog grijanja [3, 11].

Zajedno s termostatom u pametnim kućama mogu se pronaći i dizalice topline. Dizalica topline ili toplinska pumpa uređaj je koji koristi zagrijan ili hladnu vodu u zatvorenom sustavu i raspoređuje je po ostatku kuće ovisno o željenom učinku (hlađenje ili grijanje). Vrlo su učinkovite i imaju jednostavnu instalaciju, a samom ugradnjom dovode automatizaciju pametne kuće na višu razinu. Nisu ovisne o krutim gorivima već koriste sustav napunjen vodom, samim time održivost ovog načina grijanja je iznimno visoka bez potrebe za dodatnom potrošnjom vode, jer voda koja je u sustavu konstantno cirkulira. Ovisno o potrebama kućanstva voda u sustavu se hladi ili grije pa se raspoređuje primjerice u podno grijanje ili na ventilokonvektore. Slika 6.3. prikazuje sustav grijanja pomoću dizalice topline [12].



Slika 4.4. Sustav grijanja pomoću dizalice topline

4.2.3. Rasvjeta

Adekvatna rasvjeta i posebno dobro osmišljen prodor dnevne svjetlosti osiguravaju niz zdravstvenih koristi za stanare pametne kuće. Visoka razina dnevne svjetlost pozitivno utječe na ljudsko raspoloženje. Električno osvjetljenje tijekom dana trebalo bi rijetko biti potrebno, što omogućuje smanjenje ukupne potrošnje energije za rasvjetu [3].

Općenito potreba za rasvjetom u pametnoj kući ovisi o broju prostorija, dobu dana i popunjenosti kuće. Posljedično, strategije upravljanja i funkcije sustava upravljanja rasvjetom održavaju ove varijacije i uključuju: raspored paljenja i gašenja, senzore pokreta, dnevno svjetlo i premaze za prozore. Kontrolni sustav može imati unaprijed određen raspored kada se svjetla pale, a kada se gase. Senzori pokreta pomažu u slučaju kada je teško odrediti i predvidjeti koliko će stanari boraviti u kući stoga se svjetla mogu uključiti i isključiti na temelju uređaja za kontrolu rasvjete koji detektira nalazi li se netko u prostoriji. Kako bi se smanjila potreba i troškovi osvjetljenja prostora, sustav upravljanja koristi prirodno svjetlo što je više moguće, u stranoj literaturi poznato je pod nazivom *daylight harvesting*. Spektralno selektivni premazi za prozore namijenjeni su za područja s vrućom klimom i velikom količinom sunčeve svjetlosti. Radi na

principu selektivnog filtriranja frekvencija koje odašilje sunčeva svjetlost koja proizvodi toplinu uz minimiziranje gubitka prijenosa vidljive svjetlosti. Sustav za kontrolu rasvjete obično je web poslužitelj odnosno server i klijentska softverska aplikacija za administraciju sustava. Taj sustav može međusobno biti povezan na druge tehnološke sustave objekta. Umreženi sustav omogućuje bilo kojoj ovlaštenoj osobi da prilagodi svoju rasvjetu putem mreže i aplikacije, ovisno o tome kako je dizajniran sustav. Jedan pristup sustava upravljanja rasvjetom je korištenje inteligentnih kontrolera. Oni su praktično raspoređeni po cijelom objektu, kućnom sustavu elektronike i upravljaju nizom relejnih ploča. Upravljači i poslužitelj sustava obično su umreženi putem Ethernet mreže. Kontroler može imati korisničko sučelje koje se može koristiti umjesto systemske radne stanice i to za programiranje i praćenje sustava upravljanja rasvjetom [4].

Relejne ploče obično se montiraju pored električnog prekidača. Ploča prekidača strujnog kruga ulazi u ploču releja, s relejima unutar panela koji djeluju kao sklopni uređaj za krug. Mnoge relej ploče mogu se napajati s pločama prekidača od 120 V i 277 V i relejom grupe se mogu napajati različitim naponima unutar iste ploče. Svaki relej može se individualno programirati putem kontrolera sustava ili relejnih ploča. Relejne ploče omogućuju da jedan strujni krug napaja nekoliko releja i dopušta višestruke ploče prekidača za napajanje u jednu relejnu ploču. Iste obično imaju indikatore statusa za izlaze releja, ulaze za suhe kontakte u svrhu nadjačavanja programa i ulaze za nadzorne uređaje kao što su fotoćelije i senzori zauzetosti prostorije. U kući s više katova može postojati relejna ploča na svakom katu koja kontrolira sva svjetla na katu. Svaka soba na katu ima i lokalni prekidač, a postoji i glavni prekidač za cijeli kat. Glavni prekidač za kat se može programirati za paljenje svjetla u 7 sati ujutro i isključivanje u 22 sata. S time da između 22 sata i 7 sati sustav može više puta izvršiti generalno isključivanje kako bi ugasio svjetla koja su ostala svijetliti zbog mogućih neizvršenih radnji programskog koda [4].

Senzori pokreta su uređaji koji osjećaju prisutnost ili odsutnost ljudi unutar njihovog dometa nadzora. Za razliku od kontrola zakazivanja paljenja i gašenja svjetla, senzori pokreta ne rade prema vremenskom rasporedu, oni samo otkrivaju je li prostor zauzet ili nije. Mogu se koristiti u toaletima, pomoćnim prostorijama i mnogim drugim prostorijama. Tipično, senzor i upravljačka jedinica mogu biti zatvoreni u jednu jedinicu kao što je zidna kutija, ali za veće prostore senzor je vezan uz relejnu ploču. Upravljačka jedinica ili relej je programiran da uključi svjetla kada detektor pokreta osjeti prisutnost ljudi, a može se programirati da ugasi svjetla kada prostor nije zauzet. Osjetljivost senzora također se može podesiti. Postoji nekoliko vrsta senzora pokreta uključujući pasivni infracrveni (eng. *passive infrared* – *PIR*), aktivni ultrazvuk i hibridne tehnologije. Postavljanje senzora pokreta ključno je za njihov pravilan rad. Oni se mogu montirati na zidove ili stropove, a korištenje više senzora može pružiti točniju detekciju pokreta to posebice može biti korisno za veće prostorije ili one nepravilnog oblika [4].

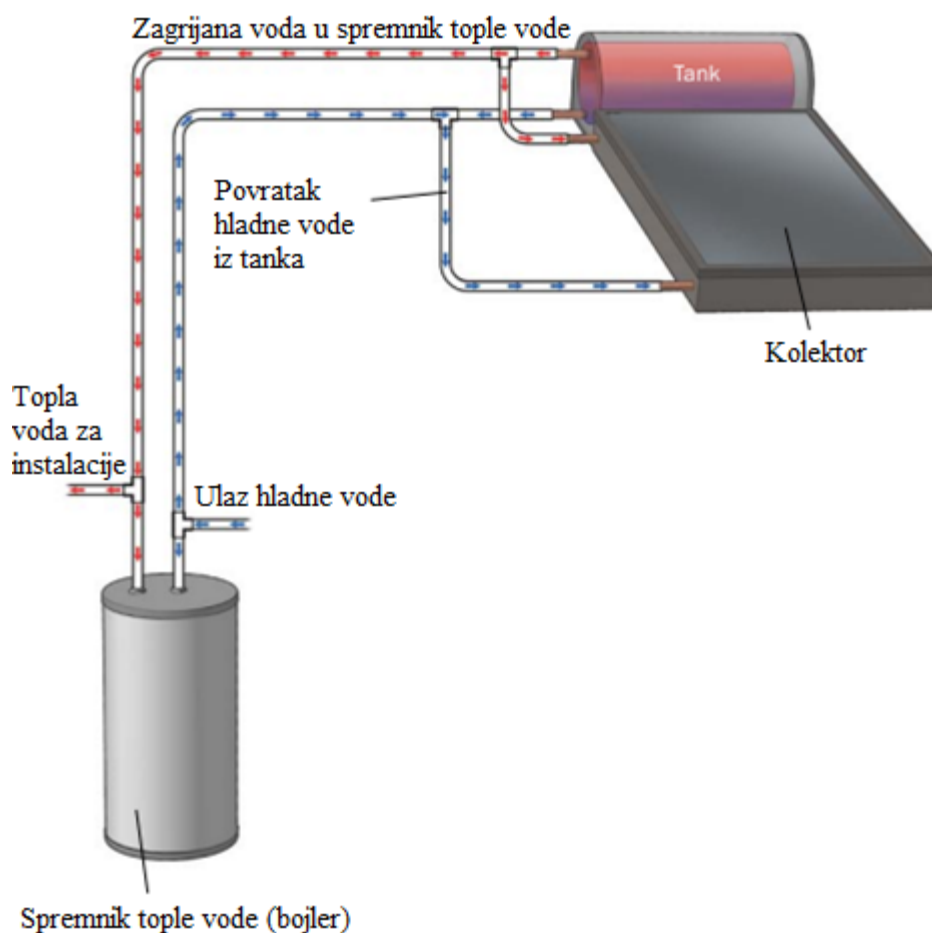
Moduli prigušivača svjetla (eng. *dimmer*) upravljaju niskonaponskim prekidačem i kontrolama izlaznog napona mreže rasvjetnih opterećenja prigušivača. Samostalni prigušivači svjetla obično imaju indikatore statusa, analogne ulaze za fotoćelije ili senzore pokreta, dijagnostiku te mogu optimizirati odgovore za različite vrste rasvjete. Poput senzora pokreta, prekidači za prigušivanje spojeni su na relejnu ploču. Unaprijed postavljene kontrole prigušivanja s relejne ploče omogućuju unaprijed određeno prigušivanje za nekoliko kanala ili opterećenja. Prethodno postavljene postavke zaštićene su od neovlaštenog mijenjanja, odnosno neće dopustiti nikome osim ovlaštenoj osobi za nadjačavanje unaprijed postavljenih postavki. Prigušivači se mogu koristiti za provedbu nekoliko strategija uštede energije. Primjerice, svjetla se mogu prigušiti kada se poveća potreba za unaprijed određenom razinom eklektične energije te kao dio ukupne politike rasterećenja [4].

Fotoelektrične kontrole dizajnirane su za strateško korištenje dnevnog svjetla za smanjenje potreba za umjetnom rasvjetom. Senzori ambijentalnog svjetla mjere prirodnu i ambijentalnu svjetlost te na temelju količine prirodnog svjetla prilagode rasvjetu da održe konstantnu razinu svjetla. Pravilno iskorištavanje dnevnog svjetla ne podrazumijeva samo osiguravanje dovoljne količine dnevnog svjetla u nekom prostoru, ali čini to bez ikakvih neželjenih posljedica poput dobivanja topline i odsjaja. Pritom se trebaju uzeti u obzir veličina prozora, vrsta stakla i refleksija unutarnjih završetaka stakla [4].

4.2.4. Voda

Jedan od načina opskrbe s toplom vodom je solarno zagrijavanje vode. Zagrijavanje vode energijom sunca može biti poprilično jednostavno. Međutim, zadržavanje tople vode i nije toliko jednostavno. Iako se solarni sistemi za zagrijavanje vode uvelike razlikuju u dizajnu i kompleksnosti, svi imaju iste osnovne principe rada. Sunce zagrijava vodu, koja je sposobna prenositi toplinu u kolektor. Jednom kada je voda zagrijana prebacuje se u spremnik za skladištenje ili direktno do mjesta gdje je potrebna voda. Problem je osigurati da se voda previše ne ohladi ili još gore zamrzne. Da bi pokrili širok raspon temperatura i solarni potencijal koji sustavi tople vode mogu ispuniti, proizvođači nude razne opcije vodovodne opreme. Općenito, sustavi su ili aktivni ili pasivni, što znači da rade s ili bez električnih pumpi. Također, mogu biti izravni ili neizravni (ponekad se nazivaju otvorena petlja ili zatvorena petlja), što znači da kolektori zagrijavaju vodu koja se koristi u kući ili alternativno zagrijavaju ne smrzavajući prijenosni medij koji zauzvrat zagrijava vodu u izmjenjivaču topline. U gotovo svim slučajevima solarno grijana voda usmjerena je prema bojleru, gdje dobiva povećanje temperature (ako je potrebno) prije nego što se distribuira do svoje točke upotrebe. Još jedna bitna stavka je doba dana kada je potražnja za toplom vodom najveća. To jest, dolazi li do upotrebe vode odjednom (primjerice jutarnji tuševi) ili je raspoređena

tijekom dana. Nadalje, važan faktor je i broj uređaja u kući i kada se koriste, te količina solarnog potencijala koju kuća ima. Solarni kolektori se obično koriste za potrošnu toplu vodu, ali također mogu nadopuniti i sustav grijanja. Početno ulaganje je ključno razmatranje pri vaganju prednosti obnovljive energije, ne samo zato što su sustavi obično skupi, već i zato što nas tjeraju da razmišljamo o energiji na potpuno drugačiji način. Konvencionalni bojler inicijalno ne košta mnogo, ali je dugoročno skup jer troši više energije tijekom njegovog životnog vijeka. Solarni sustav tople vode prikazan na Slici 6.4. puno je skuplji unaprijed, ali njegova isplativost je dugoročna [11].



Slika 4.5. Solarni sustav zagrijavanja tople vode

Jedan od načina upravljanja navodnjavanjem je korištenje elektromagnetskih ventila (Slika 6.5.). Za održavanje okućnice ili vrta, potrebno je zalijevati biljke i stabla. Klasičnim zalijevanjem putem gume troši se puno više vode od korištenja elektromagnetskih ventila spojenih na sustav za navodnjavanje. Elektromagnetski ventili su ventili s električnom kontrolom, na njemu se nalazi električna zavojnica s pomičnom feromagnetskom jezgrom (klipom) u središtu. U položaju mirovanja, klip zatvara mali otvor. Električna struja kroz zavojnicu stvara magnetsko polje, zatim

magnetsko polje djeluje prema gore na klip koji otvara otvor. Ovo je osnovni princip koji se koristi za otvaranje i zatvaranje elektromagnetskih ventila. Prednost ovog načina navodnjavanja je jednostavnost i laka regulacija prilikom korištenja sustava. Najčešća primjena automatizacije elektromagnetskih ventila je putem PLC-ova. Neki od načina korištenja su manualni način rada, automatski način rada, te samo paljenje i gašenje. Način koji pogoduje boljitku života je svakako automatski način rada, njime možemo postaviti paljenje sustava u određenom trenutku dana na određeni period uz optimalnu potrošnju vode. Ovim načinom sustava navodnjavanja možemo uvelike uštedjeti i smanjiti bespotrebnu potrošnju vode [13].



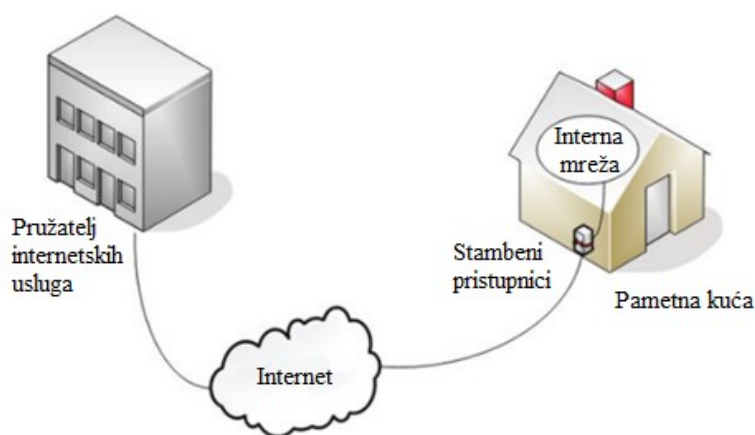
Slika 4.6. Elektromagnetski ventil

4.3. Osobna sigurnost

Osobna sigurnost u okviru pametne kuće može se sagledati na dva načina, prvi je onaj koji se tiče fizičke sigurnosti stanara i nekretnine, a drugi se tiče cyber sigurnosti. Pametna kuća dakako da mora biti sigurna za osobe koje u njoj žive, ali i pružiti zaštitu imovine koja se nalazi u njoj. To uključuje zaštitu od kriminala, vandalizma, špijunaže, požara i nesreća. Sustavi potrebni za pružanje sigurnosti uključuju protupožarne alarme, video nadzor, kontrolu pristupa i detekciju upada. Primarna zadaća protupožarnog sustava jest upozoriti stanare na požar kako bi mogli sigurno napustiti prostor. Takozvani vatrodjavni sustav je glavna komponenta većeg protupožarnog sustava. Zaštita od požara obuhvaća prskalice za požar koje ispuštaju vodu kada se detektira požar ili dim te ako se prekorači unaprijed određena temperatura. Sustavi kontrole pristupa vrlo su važna komponenta u pametnim kućama jer je sigurnost postala važan čimbenik života pojedinca. Sustavi kontrole pristupa moraju imati sučelje ili biti integrirani s nekoliko

drugih sustava pametne kuće poput videonadzora. Također, isti bi trebao biti dopunjen sustavom detekcije provale [4]. Postojanje sustava za identifikaciju pružaju biometrijsko prepoznavanje, prepoznavanje glasa i lica te RFID tokeni i pametne kartice koje omogućuju kontrolu pristupa. Isto tako, ovakav sustav uključuje mehanizme obavijesti kao što su protuprovalni alarmi koji omogućuju trenutnu reakciju. Nadalje, postoje i rješenja kao što su senzori vibracijskog udara, senzori loma stakla i senzori za detekciju uljeza. Također postoje i sustavi koji koriste svjetla koja se automatski pale i gase dajući dojam da je netko kod kuće [14].

Automatizacija pametnih kuća nalazi se na visokoj razini zbog čega se javljaju opravdani razlozi u vezi s brigom za sigurnost kuće i njezinih stanara. Strah dolazi od prodora u sustav pametne kuće putem nezaštićene mreže te time izazove štetu, smetnju ili krađu [4]. Općenito se može reći da je važnost sigurnosti u pametnoj kući sve rastuća zbog sve veće složenosti heterogenih internih mreža i brojnijih korištenja navika rada na daljinu ukućana. Interna mreža pametne kuće (Slika 7.1.) temelji se na različitim komunikacijskim medijima i protokolima, to je kombinacija žičnih i bežičnih mreža. Dakle, sigurnosne prijetnje u internoj mreži uključuju one koje potječu iz žičnih i bežičnih mreža. Žičane mreže pružaju veću sigurnost u usporedbi s bežičnim mrežama, budući da ih se ne može tako lako napasti. Stoga je lakše presresti signal ili poremetiti normalan rad bežične mreže zbog činjenice da bežične tehnologije ne mogu kontrolirati domet prijenosa. Zatim, dinamičnost i mobilnost koju pružaju bežične mreže daju veću mogućnost hakerima da nevidljivo iskoriste takozvanu ranjivost mreže. Zbog svega ranije izdvojenog postoje zahtjevi koje treba ispuniti kako bi se smanjili rizici sigurnosnih napada u okruženju pametne kuće. Prije svega, glavni zahtjevi za osiguravanje sigurnosti jesu ispravan dizajn i izgradnja mreže kao i ispravna konfiguracija mrežnih uređaja poput vatrozida i sigurnosnih servera od strane stručnjaka za umrežavanje i mrežnu sigurnost [14].



Slika 4.7. Interna mreža pametne kuće

5. PREDNOSTI I NEDOSTACI PAMETNE KUĆE

Pametne kuće donose niz boljitaka koje čine život u njoj lakšim i praktičnijim. Bilo da se nalazite na poslu ili na odmoru, pametna kuća Vas može upozoriti na ono što se u njoj događa, a sigurnosni sustavi mogu pružiti pomoć u hitnim slučajevima [15].

To je samo jedna od prednosti koje pruža život u pametnoj kući, prva i zasigurno najveća prednost odnosi se na praktičnost. Pametne kuće omogućuju svojim stanarima da upravljaju grijanjem, ventilacijom i klimatizacijom s bilo kojeg mjesta u kući pa čak i u svijetu. Uključivanje ili isključivanje rasvjete, upravljanje vanjskim sustavima prskalica, čak i pregled gostiju koji dolaze na ulazna vrata. Većina tih funkcija mogu se izvršiti pomoću mobilnog uređaja ili pametnog kućnog čvorišta (eng. *home hub*). Mogućnosti su zaista velike, čak se može i namjestiti da se određene funkcije izvršavaju u zadano vrijeme ili doba dana. Osim praktičnosti, još jedna prednost pametnih kuća jest njihova prilagodba. S obzirom na to da postoji mnogo dostupnih pametnih uređaja i funkcija, svoj dom možete prilagoditi svojim osobnim željama. Upravo to čini da svaki pametni dom bude jedinstven i prilagođen potrebama i željama njegova vlasnika. Nadalje, ono što pametnu kuću čini boljom od one tipične kuće jest niz poboljšanih sigurnosnih prednosti. Kućne kamere i niz sigurnosnih alarma mogu zaista povećati sigurnost svih ukućana i imovine koja se nalazi u njoj [16].

Još jedna od većih prednosti pametne kuće jest njezina ušteda energije. Uzmimo za primjer grijanje zimi u kući koja nije pametna, jasno je da će klasičnim načinom grijanja grijati premalo ili previše jer je teško održavati optimalnu temperaturu u kući. S druge pak strane, u pametnim kućama korištena tehnologija nam omogućuje da će se održavati temperatura na konstantnoj razini time štedeći veliku količinu energije. Stoga pametni energetske uređaji mogu izbjeći prekomjerno zagrijavanje i pomoći da se toplina koristi što učinkovitije. To dakako ne vrijedi samo za grijanje, u pametnoj kući na istom principu uštede energije funkcionira i klimatizacija ali i drugi uređaji u kući koji troše velike količine energije. Posljedično dolazimo do iduće važne prednosti pametnih kuća, a to je dugoročna financijska ušteda. S obzirom na to da se korištenjem tehnologija pametne kuće mogu uštedjeti velike količine energije dugoročno se može uštedjeti i mnogo novaca [17]. Isto tako, još jedna prednost pametne kuće veže se uz tehnologije koje uključuju obnovljive izvore energije koje su zasigurno sastavna komponenta. Dakako da se iste znatno razlikuju od onih tradicionalnih energetskih tehnologija temeljenima na fosilnim gorivima. Tehnologije obnovljive energije mogu pružiti isplative i ekološki korisne alternative konvencionalnim energetskim sustavima. Brojne su prednosti koje čine sustavi za pretvorbu energije temeljeni na obnovljivoj energiji. Relativno su neovisni o cijeni nafte i drugih fosilnih goriva, za koje se predviđa da će značajno porasti tijekom vremena. Stoga se mogu pouzdano napraviti i procjene troškova za sustave obnovljive energije što može pomoći u smanjenju iscrpljivanja svjetskih neobnovljivih

izvora energije. Implementacija je relativno jednostavna te dolaze s kratkim rokovima isporuke. Obično ne uzrokuju pretjeranu degradaciju okoliša te mogu pomoći u rješavanju ekoloških problema. Stoga se može reći da bi raširena uporaba sustava obnovljive energije zasigurno smanjila razine onečišćenja u svijetu. Tržišna potražnja za tehnologijama obnovljive energije u zemljama u razvoju vjerojatno će rasti dok se budu tražili bolji životni standardi [18].

No, ipak obnovljivi izvori energije imaju i neke karakteristike koje dovode do problema odnosno do manjka njihove primjene. Generalno gledajući tehnologije s obnovljivim izvorima energije nisu u potpunosti dostupne svima. Obnovljivi izvori energije također ovise o regijama u kojoj se nalaze odnosno one su regionalno varijabilne, primjerice broj sunčanih dana, jakost i učestalost vjetra i slično. Ukupne prednosti primjena tehnologija obnovljive energije često nisu dobro shvaćene, što dovodi do toga da takve tehnologije često procjenjuju kao manje isplative od tradicionalnih tehnologija [18]. Nadalje, postoji problematika koja se veže uz nedostatnost formiranja instituta koji bi pratio jesu li specifični zahtjevi usvojeni kako bi se ta kuća certificirala kao pametna kuća. Takvim pristupom podržala bi se industrija izgradnje pametnih kuća. Uzevši za primjer Ameriku, koja ima svoj institut *Smart Buildings Institute* koji zajedno s preduvjetima i mjerama prate izgradnju pametne kuće kako bi ista dobila certifikat na principu dodijeljenih bodova. Dakako, takav postupak nije niti malo lagan, dapače vrlo je opsežan jer pametne kuće su vrlo složene, a njihove karakteristike su brojne. Izdvojeni primjer nažalost je još uvijek rijetkost te se teži tome da svaka zemlja ima svoj institut kako bi se proširila izgradnja pametnih kuća. Nadalje, postoji doza zabrinutosti koja se veže uz sigurnost sustava upravljanja pametnom kućom. Kako je u istima postavljena napredna tehnologija samim time pojačana je strepnja prodora u IT infrastrukture. Sveobuhvatni sigurnosni problem prvenstveno ovisi o sigurnosti mreže, a manje o fizičkoj sigurnosti, iako je to dvoje zasigurno povezano [4]. Još jedan nedostatak pametne kuće veže se uz same ukućane odnosno korisnike pametne tehnologije i prilagodbe na iste. S bilo čime novim, prilagodba može potrajati što je sasvim normalno za očekivati. Bez obzira na to što pametne kuće nude jednostavnost uporabe, još uvijek postoji mogućnost da neki od korisnika trebaju ponešto i naučiti kako bi se znali služiti tehnologijom upravljanja pametne kuće. Dakako da korisniku koji je više tehnološki spretan ovaj period prilagodbe na korištenje ne bi trebao stvarati veće probleme. Ipak treba uzeti u obzir i populaciju koja nije toliko tehnološki upućena [19].

5.1. Troškovi i ušteda

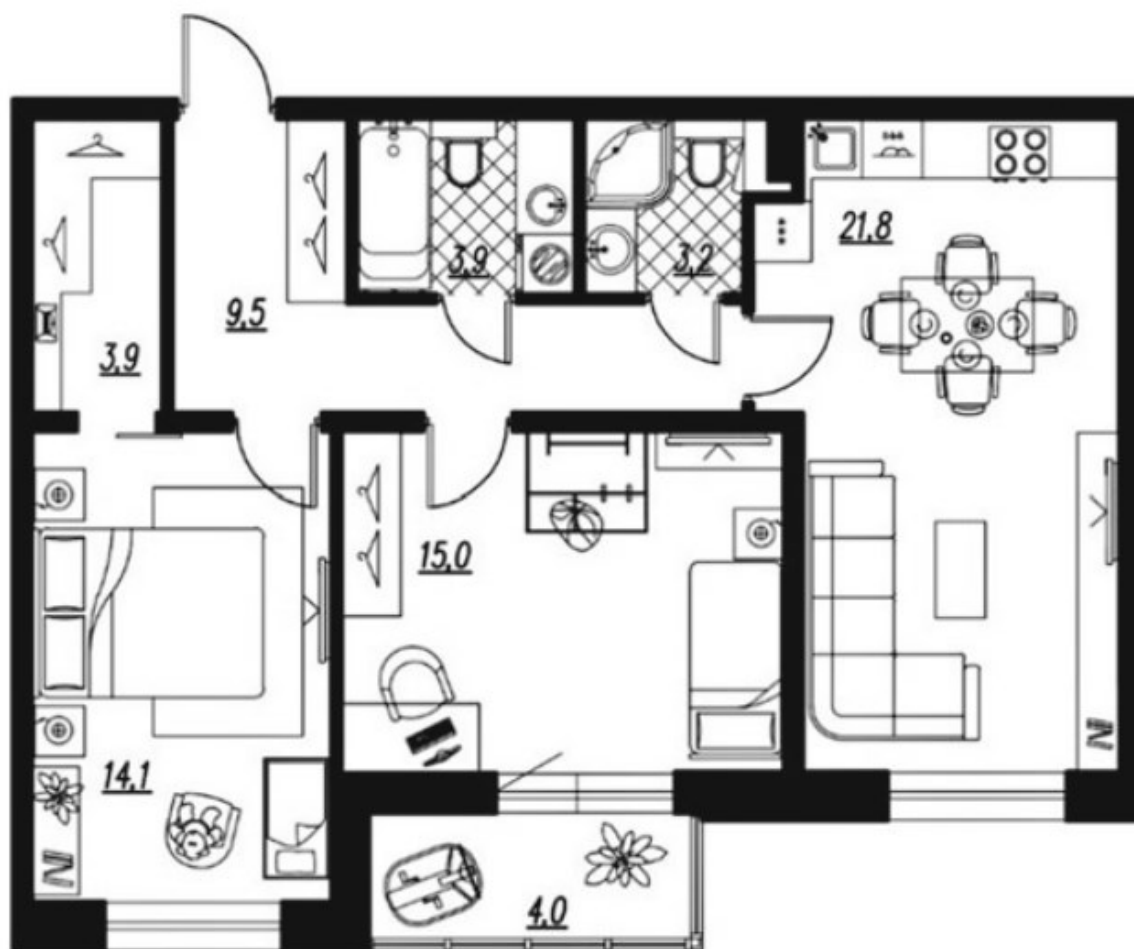
5.1.1. Energetska ušteda u pametnim kućama

Energetski resursi potrebni su za opskrbu osnovnih ljudskih potreba za hranom, vodom i zaklonom te za poboljšanje kvalitete života. Ujedinjeni narodi ukazuju na to da se energetska sektor treba usmjeriti u dva glavna područja: povećanje energetske učinkovitosti i prelazak na ekološki prihvatljive energetske sustave. Povećanjem energetske učinkovitosti odnosno smanjenjem gubitka energije mogu se smanjiti utjecaji na okoliš. Globalno gledajući, grijanje, hlađenje i električna energija u stambenim objektima čine 40% svih potrošnja energije. Upravo zato je važno imati dobru energetska učinkovitost i opskrbu energijom, u suprotnom dolazimo do brojnih pitanja o klimatskim promjenama. Jedan od krajnjih ciljeva izgradnje pametne kuće i pametnih naselja je smanjenje globalne potrošnje energije. Dizajn kuće, orijentacija i sami proizvodi u pametnoj kući optimizirani su za korištenje što manje energije, uz primarni fokus na korištenje obnovljivih izvora energije.

Zbog porasta stanovništva i gospodarskog rasta općenito, globalna potražnja za energijom značajno će porasti u nadolazećim godinama. Većina potražnje za energijom dolazi od korištenja energije u domovima. Zahtjev za energetska učinkovitošću u domovima smatra se jednim od najvećih ciljeva za osiguranje globalne energetske održivosti. Ovaj problem je potaknuo nedavno istraživanje razvoja sustava za upravljanje energijom pametnog doma na temelju senzora koji analiziraju kako se troši energija u domovima. Odluka o uvođenju sustava pametne kuće obično se donosi na temelju procjene budućih novčanih ušteda [20].

5.1.2. Početna ulaganja i financijska ušteda u pametnim kućama

Iako se cijena pametne kuće ne može točno i sa sigurnošću definirati zbog same činjenice da sadrži niz kompleksnih sustava i tehnologija koje se konstantno mogu mijenjati i prilagođavati korisniku pametne kuće. Zbog čega se upravo početno ulaganje teško i definira jer sama promjenjivost sadržaja pametne kuće utječe na fluktuaciju početnog ulaganja. Tome pridonosi i činjenica da u Hrvatskoj trenutno niti ne postoji certifikat kojim bi se jedna kuća mogla nazvati pametnom kućom. Bez obzira na sve ranije navedeno u članku *Cost Effectiveness of the Smart Home System in Civil Engineering* autorice Gamayunova, Sprince i Morozova provele su izračun početnog ulaganja i uštede prilikom korištenja jednostavnog modela pametne kuće. Izrada glavnih mjera za implementaciju sustava pametne kuće je na primjeru dvosobnog stana površine 73,6 m² koji je prikazan na Slici 8.1.



Slika 5.1. Tlocrt dvosobnog stana

Trošak opreme za ugradnju minimalnog (osnovnog) sustava pametne kuće za stan prikazan slikom (upravljanje rasvjetom i pozadinskim osvjetljenjem, iOS/Android upravljanje, upravljanje klima uređajem, senzor pokreta, senzor svjetla, kontrola curenja vode) iznosi otprilike 23500 kuna. Prosječno povećanje troškova stanovanja i komunalnih usluga u prošlih sedam godina iznosi 12,5%. U isto vrijeme, prosječna ušteda nakon instaliranja sustava pametne kuće trebala bi biti oko 30–40%. U Tablici 8.1. vidljivo je početno ulaganje u sustav pametne kuće i ušteda tijekom godina [20].

Tablica 5.1. Troškovi i ušteda prikazani u HRK

	Početno ulaganje	1. godina	2. godina	3. godina	4. godina	5. godina	6. godina	7. godina	Ukupno
Ušteda		2547.32	4331.68	4833.44	5398.06	6033.28	6747.83	7551.61	37443.23
Troškovi	23500	316.85	316.85	316.85	316.85	316.85	316.85	316.85	2217.93
Razlika		2230.47	4014.83	4516.59	5081.21	5716.43	6430.98	7234.76	35225.30

S obzirom na izdvojene podatke u tablici vidljivo je da usprkos povećanju troškova stanovanja i komunalnih usluga unutar sedam godina putem sustava koji koristi jedna pametna

kuća sa svim osnovnim sustavima i tehnologijama može dovesti do velike uštede u financijskom smislu. Isto tako, početno ulaganje u sustav pametne kuće će se nakon šest godina isplatiti, a da su pritom troškovi održavanja svedeni na minimum. Dakle, na temelju svih izračunatih pokazatelja, može se zaključiti da je sustav pametne kuće učinkovito ulaganje novca koje može značajno smanjiti životne troškove, kao i uštedjeti na radu i održavanju raznih inženjerskih sustava. Istovremeno se značajno povećava udobnost stanovanja te vrijeme utrošeno na upravljanje svim značajkama kuće [20].

6. ZAKLJUČAK

Dok počinjemo uviđati štetne učinke onečišćenja našeg okoliša tijekom svih ovih godina svi postajemo svjesni da zajedno moramo napraviti promjenu. Živjeti održivim stilom života zahtijeva veliku predanost i svijest. Ovakvim načinom razmišljanja, nevjerojatno je kako jednostavne promjene u načinu života koje napravimo mogu imati velik učinak. Pronalaženje rješenja za smanjenje potrošnje energije i proizvodnje otpada korisno je mjesto za početak. Činjenica je da smo svakodnevno svjedoci otkrivanja novih tehnologija, a samim time otvaraju se vrata i novim mogućnostima koje pametna kuća može pružiti u današnjici, ali i sutrašnjici. Granice pametne kuće gotovo da ne postoje, svaki uređaj, svaki sklop ili sustav može pronaći svoju svrhu i primjenu u njoj. Održivi razvoj jedan je od glavnih razloga zašto bi se trebala globalno poticati izgradnja pametnih kuća. Nepotrebna potrošnja energije se svodi na minimum dok se potrošnja neizbježno potrebne energije iskorištava do njenog maksimuma. Sustav se prilagođava našim navikama, a ujedno nas i prisiljava na razmišljanje o važnosti uštede i korištenja energije. Povezani kućni uređaji sve više igraju ključnu ulogu u ispunjavanju UN-ovih ciljeva održivog razvoja čiji je cilj omogućiti mir i prosperitet za sadašnje i buduće generacije. Upravo to mora biti primarni fokus izgradnje tehnologije pametne kuće u službi održivog razvoja, ne misliti samo na danas, već misliti na ono što nas čeka sutra. Iako se pametna kuća čini kao poprilično velika početna investicija, u relativno kratkom vremenu vratit ćemo uloženo, a benefite koje ćemo dobiti mi, a samim time i cijeli planet bit će veoma značajni. Nadalje, život kojim živimo postaje ubrzan, ugradnjom ovog sustava koji ide u korak s današnjim vremenom možemo pružiti sebi lagodniji život tako da neki procesi koji su nam prije uzimali slobodno vrijeme sada se odrađuju automatski, a mi se možemo posvetiti stvarima koje prije nismo mogli stići i pružiti sebi i drugima bolji, zeleniji svijet.

7. LITERATURA

- [1] Najdovski, D., Blinc, R., Bekteshi, S., Kabashi, S., Šlaus, I., I Zidanšek, A.: „Standardisation, environmentally friendly technologies and sustainable development“, Sustainable Development Of Energy, Water And Environment Systems, 16-21, 2007.
- [2] Mirnova, D.: “Sustainable Technology trends“, Sustainable Development Of Energy, Water And Environment Systems, 22-32, 2007.
- [3] Feifer, L., Imperadori, M., Salvalai, G., Brambilla, A., Brunone, F.: “Active House: Smart Nearly Zero Energy Buildings”, PoliMI SpringerBriefs, Milano, 2018.
- [4] Sinopoli, J.: “Advanced Technology for Smart Buildings”, Artech House, Boston, London, 2016.
- [5] „Mini-Hidroelektrane Za Privatne Kuće, Vikendice“, s Interneta, [Mini-hidroelektrane za privatne kuće, vikendice \(birmis.com\)](http://birmis.com), 26. lipnja 2022.
- [6] Tanigawa, S.: „Fact Sheet | Biogas: Converting Waste to Energy“, s Interneta, [Fact Sheet | Biogas: Converting Waste to Energy | White Papers | EESI](http://eesi.com) , 28. lipnja 2022.
- [7] Barz, C., Deaconu, S., Latinovic, T., Berdie, A., Adina, P., Horgos, M.: “PLCs used in smart home control”, IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 106, 2016.
- [8] „Introduction to Programmable Logic Controllers (PLCs)“, s Interneta, http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/introtoplcs_SUPER.pdf , 15. lipnja 2022.
- [9] „PLC Beginner guide“, s Interneta, https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/PLC_Beginner_guide.pdf , 20. lipnja 2022.
- [10] Han, J., Choi, C., Park, W., Lee, I., i Kim, S.: “Smart home energy management system including renewable energy based on ZigBee and PLC”, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 60(2), 198–202, 2014.
- [11] Newtown, C.T.: “The energy-smart house”, Taunton Press, Newtown, 2011.
- [12] „Dizalica topline“, s Interneta, <https://www.klimakoncept.hr/hr/podrska-zelim-dizalicu-topline-kako-u-realizaciju-sve-sto-treba-znati-za-pokretanje-investicije/1531/135> , 26. lipnja 2022.
- [13] „Elektromagnetski ventil“, s Interneta, <https://tameson.com/solenoid-valve-types.html>
- [14] Mantas, G., Lymperopoulos, D., Komninos, N.: “Security in Smart Home Environment”, Medical Information Science Reference, Hershey - New York, 2016.

- [15] Edmonds, M. i Chandler, N.: „How Smart Homes Work“, s Interneta, <https://home.howstuffworks.com/smart-home.htm#pt1> , 13. lipnja 2022.
- [16] Hall, M.: “What Is a Smart Home? The Pros and Cons, Explained”, s Interneta, <https://www.makeuseof.com/tag/smart-home/> , 16. lipnja 2022.
- [17] „Smart homes pros and cons“, s Interneta, <https://environmental-conscience.com/smart-homes-pros-cons/>
- [18] Dincer, I., Rosen, M. A.: “Exergy energy environment and sustainable development”, Elsevier Science, 2007.
- [19] Hayes, A.: “Smart Home”, s Interneta, <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp> , 23. lipnja 2022.
- [20] Gamayunova, O., Sprince, A., i Morozova, D.: “Cost Effectiveness of the Smart Home System in Civil Engineering”, Conference: EECE 2019, St. Petersburg, Russia, 2020.

POPIS SLIKA

Slika 3.1. Krovni sustav solarnih panela	4
Slika 3.2. Solarne farme	5
Slika 3.3. Različita klimatska područja u Europi	6
Slika 3.4. Vjetroturbine na krovu kuće.....	7
Slika 3.5. Bioplinski sustav	9
Slika 4.1 Konceptija pametne kuće	10
Slika 4.2. Ulazni uređaji	14
Slika 4.3. Izlazni uređaji.....	14
Slika 4.4. Sustav grijanja pomoću dizalice topline	16
Slika 4.5. Solarni sustav zagrijavanja tople vode.....	19
Slika 4.6. Elektromagnetski ventil	20
Slika 4.7. Interna mreža pametne kuće.....	21
Slika 5.1. Tlocrt dvosobnog stana	25

POPIS TABLICA

Tablica 5.1. Troškovi i ušteda prikazani u HRK.....	25
---	----

SAŽETAK

Zbog sve rastućih klimatskih promjena i onečišćenja okoliša postalo je ključno okrenuti se održivom načinu života, upravo to potaklo je energetske orijentirane tehnologije i sustave koje nudi pametna kuća kroz ekološki održive dimenzije. U ovom radu prikazano je koliko izgradnja pametne kuće može biti povezana s održivim načinom života. Koncept održivosti usko je povezan s brojnim komponentama u pametnoj kući u vidu obnovljivih izvora energije, primjenjivanja zatvorenih sistema grijanja i hlađenja i raznih oblika automatizacije. Sustav pametne kuće radi na principu da se potrošnja energije i ostalih resursa svede na najmanju razinu, odnosno da se isti resursi iskorištavaju samo onoliko koliko je potrebno. Nadalje, pametna kuća nudi niz prednosti kojima se olakšava svakodnevni život njezinih stanara, gdje zbog svoje funkcionalnosti, sigurnosti, učinkovitosti i prilagodljivosti potrebama čini život u njoj jednostavnijim i lagodnijim. Iako su početna ulaganja prilikom izgradnje pametne kuće veća od onih prilikom izgradnje klasične kuće, cilj pametne kuće je smanjiti operativne troškove učinkovitim upravljanjem energijom i samim time kroz godine isplatiti početno ulaganje. Sustav pametne kuće koji ima visoki nivo energetske učinkovitosti samim time vodi ka očuvanju okoliša kao jedna od važnih stavki održivog razvoja.

Ključne riječi: održivi razvoj, pametna kuća, energetska učinkovitost, obnovljivi izvori energije, automatizacija

SUMMARY

Due to the increasing climate changes and pollution, it has become inevitable to turn to a sustainable way of life, and this is exactly what has promoted the energy-oriented technologies and systems offered by the smart home through environmentally sustainable dimensions. This paper shows how the construction of a smart house can be associated with a sustainable way of life. The concept of sustainability is closely linked to numerous components of a smart house in the form of renewable energy sources, the use of closed-loop heating and cooling systems, and various forms of automation. The smart home system operates on the principle of reducing the consumption of energy and other resources to the lowest level, meaning that the same resources are used only as much as necessary. In addition, a smart house offers several benefits that facilitate the daily life of its residents, as its functionality, safety, efficiency and adaptability to needs make living in it easier and more comfortable. Although the initial investment in building a smart home is higher than in building a traditional home, the goal of a smart home is to reduce operating costs through efficient energy management, thus recouping the initial investment over the years. Thus, a smart house system that has high energy efficiency contributes to the preservation of the environment as one of the most important elements of sustainable development.

Key words: sustainable development, smart house, energy efficiency, renewable energy sources, automation