Ekološki prihvatljivo grijanje u pametnoj kući

Mihoci, Damir

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:186773

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište Sjever

Završni rad br. 443/EL/2019

Ekološki prihvatljivo grijanje u pametnoj kući

Damir Mihoci, 3260/601

Varaždin, lipanj 2019. godine

Sveučilište Sjever

Odjel za elektrotehniku

Završni rad br. 443/EL/2019

Ekološki prihvatljivo grijanje u pametnoj kući

Student

Damir Mihoci, 3260/601

Mentor

dr. sc. Dunja Srpak, dipl. ing. el.

Varaždin, lipanj 2019. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

UNIVERSITY NORTH

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za elektrotehniku

STUDIJ preddiplomski stručni studij Elektrotehnika

PRISTUPNIK Damir Mihoci | MATIČNI BROJ 3260/601

DATUM 28.05.2019 | KOLEGIJ Automatizacija strojeva i uređaja

NASLOV RADA Ekološki prihvatljivo grijanje u pametnoj kući

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Environmentally friendly heating in a smart home

MENTOR Dunja Srpak | ZVANJE predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc. dr. sc. Ladislav Havaš, dipl. ing.el.
2. dr. sc. Dunja Srpak, dipl.ing.el., predavač
3. Josip Srpak, dipl.ing.el., predavač
4. Miroslav Horvatić, dipl.ing.el., predavač - rezervni član
5.

VŽKC MMI

Zadatak završnog rada

BROJ 443/EL/2019

OPIS

U završnom radu je potrebno opisati razloge važnosti vrste sustava grijanja koji se primjenjuju u domaćinstvima, kao i prednosti i nedostatke različitih sustava. Izradit pregled načina upravljanja sustavom grijanja u pametnoj kući, te usporedbu troškova različitih sustava grijanja.

- Navesti vrste i svojstva različitih sustava grijanja.
- Izraditi prijedlog vizualizacije za nadzor sustava grijanja
- Izraditi usporedbu investicijskih troškova i troškova eksploatacije klasičnog i ekol sustava grijanja
- Analizirati i komentirati dobivene rezultate

prihvatljivog

ZADATAK UREČEN 05.06.2019 POTPIS MENTORA

REPUBLIKA HRVATSKA SVEUČILIŠTE SJEVER

Predgovor

Zahvaljujem se mentorici dr. sc. Dunja Srpak, dipl. ing. el. na pomoći, odvojenom vremenu i smjernicama kod izrade završnog rada. Isto tako zahvalio bih se profesorima koji su sudjelovali u mojem školovanju te mi omogućili da steknem potrebna znanja koja su mi pomogla na poslu, ali i u svakodnevici. Najviše od svega zahvalio bih se zaručnici Moniki, roditeljima i braći koji su me podržavali i poticali tokom studija.

Sažetak

Tema završnog rada je grijanje u pametnoj kući. U radu su razrađeni počeci energetski efikasnih kuća, njihova podjela, namjena, te prednosti i nedostaci sustava koji se implementiraju u njih. Prikazan je sustav grijanja na solarnu energiju, biomasu odnosno pelete te plin kao alternativno grijanje. Prema isplativosti, određeni su prioriteti kojim se sustavima najbolje isplati grijati u odnosu na vanjske uvjete. Na temu pametnih kuća nadovezuje se projekt nZEB čija je zadaća što manja ovisnost objekta o energentima iz mreže, a glavni cilj je samoodrživost kuće energentima. Da se ideja o građevinama gotovo nulte potrošnje energije proširila napravljena je edukacija nazivom V-educa. Na taj način profesori te stručnjaci s područja strojarstva, graditeljstva i elektrotehnike vrše predavanja studentima o novom efikasnijem načinu gradnje građevina.

Drugi dio rada prikazuje simulaciju upravljanja sustavom grijanja pomoću touch panela. Reguliranjem željene unutarnje temperature sustav očitava trenutne vrijednosti parametara prema kojima određuje kojim će se načinom i kojim obujmom grijati ili dogrijavati. Vrlo su važni senzori koji očitavaju trenutne vanjske uvijete te se prema njima određuje koje grijanje bi bilo najidealnije za korištenje. Vizualizacija je napravljena u programu TIA Portal V15.1 dok je vizualizacija kotlovnice rađena u programu Sketch Up.

Popis korištenih kratica

nZEB	nearly zero energy buildings
TIA	Totally Integrated Automation
DZS	Državni zavod za statistiku
EnU	stupanj energetske učinkovitosti
OIE	obnovljivi izvori energije
LED	Light Emitting Diode
CO_2	ugljikov dioksid
EU	Europska unija
CH4	metan
HERA	Hrvatska energetska razvojna agencija
kW	kilovat
kWh	kilovat sat
EN 14961-2	oznaka certifikata peleta
mm	milimetar
kg/dm^3	gustoća
°C	stupnjevi celzijevi oznaka temperature
MJ/kg	energetska snaga
kn	kuna
kg	kilogram
l	litra
m^2	metar kvadratni
kWh/m^2	kilovat sat po metru kvadratnom
h	sat
g.	godina

Sadržaj

1. **UVOD** **4**
2. **ENERGETSKI UČINKOVITA GRADNJA NZEB** **4**

2.1. EDUKACIJSKI PROJEKT V-EDUCA 8

3. **OPIS RAZLIČITIH VRSTA GRIJANJA** **11**

3.1. GRIJANJE NA PLIN 13
3.2. SUSTAV GRIJANJA NA PELETE SA SOLARNIM DOGRIJAVANJEM 18
3.3. GRIJANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM 22
3.3.1. Dizalica topline *23*

4. **PAMETNA KUĆA** **24**
5. **AUTOMATIZACIJA SUSTAVA GRIJANJA** **25**

5.1. VIZUALIZACIJA SUSTAVA GRIJANJA 28
5.1.1. Početni zaslon *29*
5.1.2. Kotlovnica *30*
5.1.3. Sustav grijanja na pelete *31*
5.1.4. Sustav grijanja plinom *32*
5.1.5. Sustav solarnog grijanja *33*
5.1.6. Reakcije sustava na upozorenja i alarme *34*
5.1.7. Postavljanje temperatura *36*

6. **USPOREDBA I ANALIZA TROŠKOVA POJEDINIH SUSTAVA GRIJANJA** **38**

6.1. SUSTAV GRIJANJA NA PLIN 38
6.2. GRIJANJE NA PELETE 39
6.3. SOLARNO GRIJANJE 41
6.4. GRIJANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM 42
6.5. ANALIZA REZULTATA 43

7. **ZAKLJUČAK** **45**
8. **LITERATURA** **46**
9. **POPIS SLIKA** **48**
10. **POPIS TABELA** **50**

1. Uvod

Povećanjem broja ljudi na zemlji i napretkom tehnologije dolazi do rasta potrebe za energetskim resursima. Rastom potražnje energenata povećava se potreba za ulaganje u gradnju novih postrojenja da bi sustav s vremenom ostao održiv. Stoga je normalno da im cijene prema tome iz godine u godinu rastu. Rastom cijena ljudi su počeli razmišljati kako da što više smanje troškove koji su vezani za energente.

Početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća kuće su bile energetski neučinkovite te su gubici bili značajni, ali pošto je tad većina domaćinstva bila neovisna od mreže, ljudi za te gubitke nisu toliko marili. Radi komocije koju su omogućavali ti sustavi, kućanstva su se počela priključivati na energetske sustave vode, plina, struje. Na slici 1.1 prikazana je usporedba za tri najčešća uređaja koji su se koristili 1968. u Hrvatskoj i u kojem su se postotku ti uređaji koristili u 2014. godini.

Slika 1.1 Prikaz omjera prisutnosti aparata u 1968. i 2014. godini [1]

Početkom sedamdesetih godina počele su prve ideje energetski efikasnih kuća. Bile su zamišljene kao kuće s minimalnim gubicima energije. Razvojem tehnologije kroz godine energetske kuće su se u potpunosti podredile čovjeku. Stoga su takve kuće nazvane pametne kuće. U njih su implementirani razni sustavi:

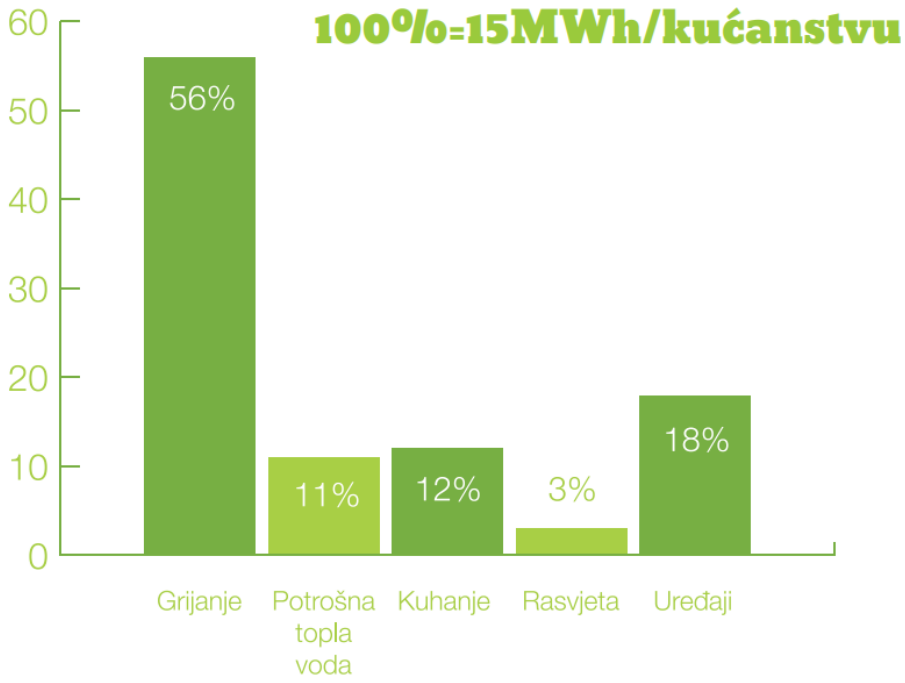
- grijanja, hlađenja i ventilacije
- vatrodojave
- navodnjavanja
- rasvjete i zasjenjivanja
- proizvodnje energenata (solarni paneli, vjetro elektana)
- video nadzor
- protuprovala.

Takvi sustavi povećavaju sigurnost objekta te omogućavaju ugodniji i komforniji život uz ekonomično trošenje energije. Radi lakšeg nadzora svih tih sustava osmišljen je sustav za nadzor pametnih kuća koji nam u svakom trenutku može dati potrebne informacije o stanju kuće i njezinoj potrošnji. U kuće se implementira preglednik stanja kojim možemo i upravljati kućom. Najčešće je to neki tablet koji je prilagođen sustavu kuće, a omogućava:

- pregled podataka o potrošnji energenata
- upravljanje rasvjetom u kući i izvan nje
- upravljanje grijanjem i hlađenjem prostorija prema potrebi
- upravljanjem roleta i drugih naprava
- nadzor sistema te alarmiranje vlasnika o kvarovima i sl.

Od ukupnih troškova u kući najveći dio odlazi na grijanje. To je vidljivo i prema podatcima Državnog zavoda za statistiku (DZS):

Tako su hrvatska kućanstva za stanovanje i potrošnju energenata lani prosječno izdvojili 13.210 kuna, od čega najviše za električnu energiju, plin i ostala goriva (8.578 kuna) te za opskrbu vodom i razne usluge vezane za stanovanje (3.396 kuna). [2] Troškovi energije iznose više od 15% ukupnih financijskih izdataka prosječnog hrvatskog kućanstva. [3]
Prikaz potrošnje energije u Hrvatskom kućanstvu nalazi se na slici 1.2. Graf prikazuje omjer prosječne potrošnje energenata prema ukupnoj potrošnji energenata u kućanstvu.



Slika 1.2 Prikaz potrošnje energije u hrvatskom kućanstvu [3]

Da bi se poboljšali uvjeti življenja, ljudi su osmislili razne tipove kuća koji su od same izvedbe građeni tako da se izgubi što manje energije. Iz grafikona energije vidljivo je da se većina energije u kućanstvu troši na grijanje. Upravo taj podatak potaknuo je ljude da traže alternative kojima bi mogli što više smanjiti gubitke, a povećati efikasnost objekta.

Prednosti pametnih kuća:

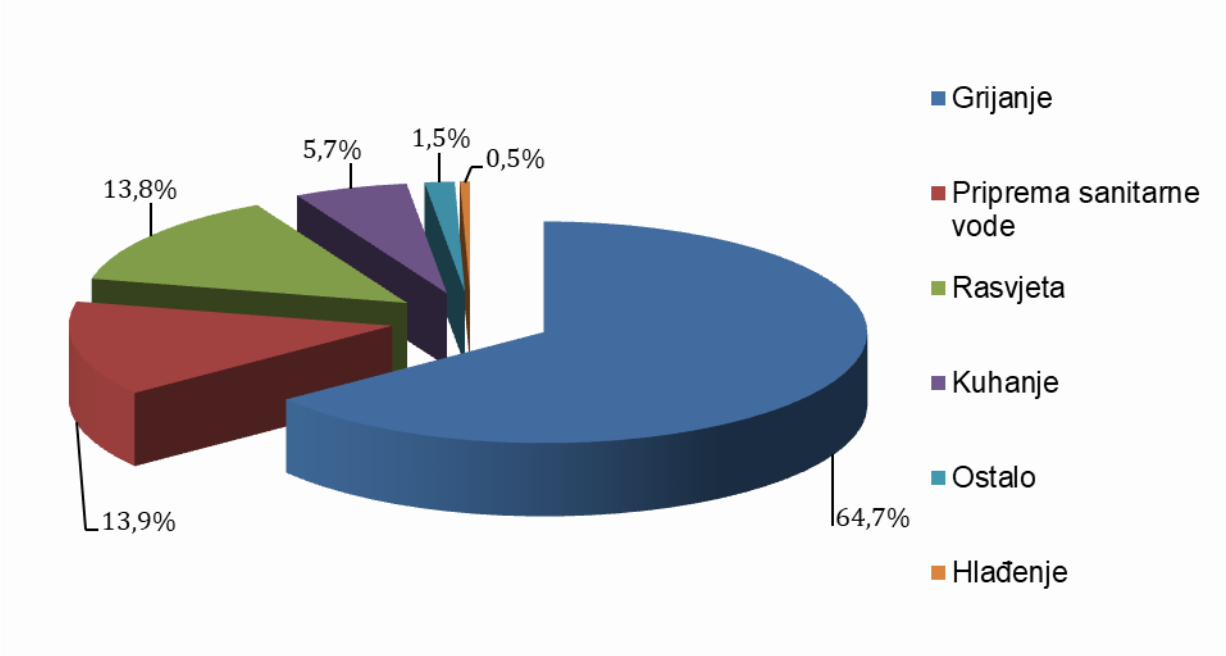
- ušteda energije
- više slobodnog vremena (zadaci se automatski obavljaju)
- lagodniji život
- preglednost sustava unutar kuće
- alarmiranje ukoliko dođe do neželjenih situacija.

Nedostaci pametnih kuća:

- visoka cijena
- softverske greške
- ovisnost o energentima posebno struja i internet
- manje kretanja osoba koje žive u takvim kućama
- mogućnost hakiranja sustava.

2. Energetski učinkovita gradnja nZEB

Europska unija je skupom preporuka i propisa odlučila podržati sve ideje vezane uz uštedu energije, učinkovitije građevine, korištenje materijala koji je kvalitetniji ali i ekološki prihvatljiv. Tako je pokrenuta inicijativa za edukacijom i gradnjom prema nZEB preporukama. Pojam nZEB dolazi od skraćenice iz engleskog jezika nearly Zero Energy Buildings, što u prijevodu znači zgrade gotovo nulte potrošnje energije. Prvenstveno se odnosio na zgrade koje nisu energetski učinkovite. Prema statistici u njima se gubi 40% ukupne energije u EU, dok se u hrvatskim zgradama troši 42,3 % ukupne potrošnje energije. Statistički pokazatelji troškova energenata u kućanstvima nam pokazuju da se većina energije troši na grijanje što je vidljivo iz sa slike 2.1.



Slika 2.1 Prikaz potrošnje energenata u kućanstvu EU

Europska komisija je usvojila direktivu o energetskoj učinkovitosti zgrada građenih prema NZEB standardu. Takav korak komisije postavio je novi izazov arhitektima i inženjerima drugih tehnoloških područja da naprave projekt takve kuće.

Energetski gotovo nulta gradnja temelji se na spoju vrlo visokog stupnja energetske učinkovitosti (EnU) i sustava obnovljivih izvora energije (OIE) te za razliku od niskoenergetskih i pasivnih zgrada zahtijeva gotovo ništa ili vrlo malo primarne energije. Zgrada gotovo nulte energije definirana je kao zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva; gotovo nulta, odnosno vrlo niska količina energije mora se u značajnom postotku pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi u krugu zgrade ili

u blizini zgrade,tj. na samom objektu ili u njegovoj neposrednoj blizini. U Hrvatskoj je određeno da taj postotak mora biti najmanje 30 % od ukupno potrebne primarne energije. [4]

Prednost nZEB-a je ta da je trošenje energenata maksimalno sniženo dok se udobnost življenja zadržala na istom nivou ili pa se čak povećala. Da bi zgrada zadovoljila standard nZEB-a ima određenu cjelokupnu energiju koju smije potrošiti po metru kvadratnom površine. Pošto je dozvoljena potrošnja energije jako mala, zgradu nije dovoljno samo izgraditi od najnovijih građevinskih materijala i debelih toplinskih izolacija. Na taj se način sprječava rasipanje energije, ali za nZEB je krucijalno da zgrada sama proizvodi svoju vlastitu toplinsku, rashladnu i električnu energiju. Stoga je važno ne samo izgraditi svijest o tome, nego projekt provesti u nastavnim planovima i programima visokih učilišta kako bi se studenti educirali o tome kako smanjiti energetske potrebe zgrade, ali i za proizvodnju potrebne energije na licu mjesta, uglavnom iz obnovljivih izvora energije.[5]

Tehnologije kojima je moguće postići da bi zgrada bila gotovo nulte energije su:

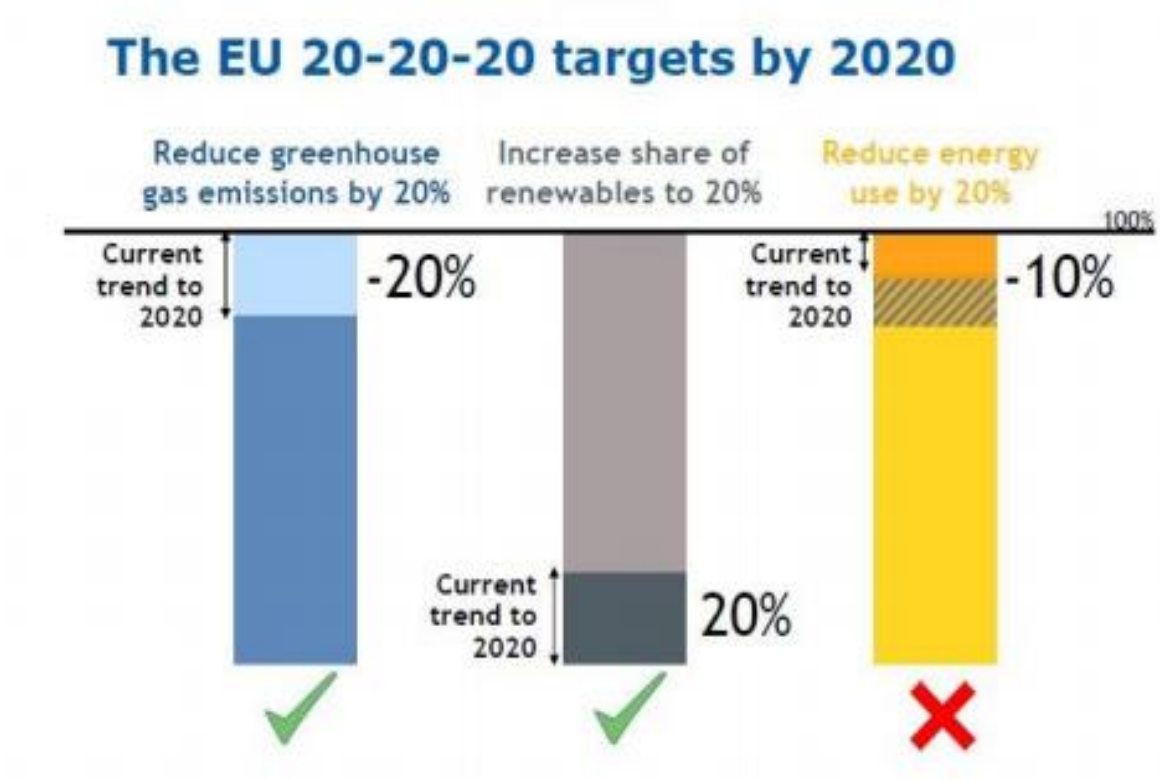
- vlastiti izvor toplinske energije poput
    - kotlova na biomasu (peleti, drvna sječka)
    - solarni kolektori za zagrijavanje sanitarne vode
- dizalice topline koje su najefikasnije te se koriste za grijanje i hlađenje
- daljinsko ili blokovsko grijanje ili hlađenje, ako se temelje na obnovljivim izvorima energije
- izvori energije poput fotonaponskih panela i vjetrogeneratora za proizvodnju el. energije
- sustavi za pohranu energije poput električnih baterija i spremnika tople vode
- energetski učinkovitom izolacijom fasada, krovište, prozori te ostalim EnU građevinskim materijalima
- korištenjem LED štedne rasvjete
- korištenjem energetskih visoko učinkovitih kućanskih i ostalih uređaja - Naj preporučljivije su klase A+, A++ te A+++ (upotrebom takvih uređaja možemo i do 50% smanjiti potrošnju energije i povećati energetsku efikasnost, a samim time i uštedjeti)
- inteligentni mjerni sustav koji senzorima očitava trenutno stanje željenih postavki, vanjskih i unutarnjih uvjeta

- nadzorno upravljački sustav za analizu i praćenje proizvodnje i potrošnje električne energije (kako bi stanje uvijek bilo izbalansirano prema potrebama).

Europska Unija je donijela odluku o smanjenju potrošnje energenata unutar zgrade, odnosno što bolje energetske efikasnosti građevina. Tako se građevinski sektor promaknuo u jedan od važnijih sektora čija zadaća je da se do 2020. godine postignu ciljeve 20/20/20. Brojevi označuju ciljeve koji su postavljeni , a to su [5]:

- 20 % smanjenje emisije CO_2
- 20 % smanjenje potrošnje energije
- 20 % povećanja korištenja obnovljivih energenata.

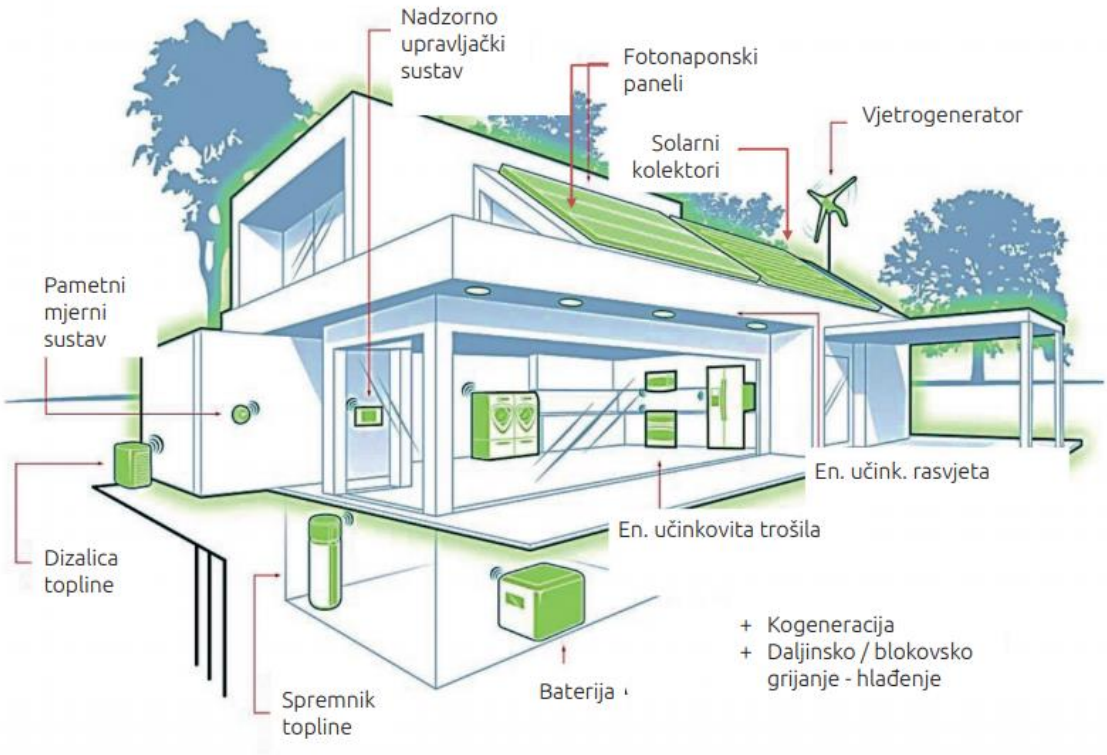
Ciljevi su prikazani na slici 2.2 te je vidljivo da jedini cilj koji trenutno nije ispunjen je smanjenje potrošnje energije.



Slika 2.2 Zadani ciljevi EU do 2020. godine [5]

Europska komisija usvojila je direktivu o energetskoj učinkovitosti zgrada. Ta direktiva zahtijeva da sve nove zgrade budu gotovo nula energije do kraja 2020., posebice nove javne zgrade do kraja 2018. godine.[5]

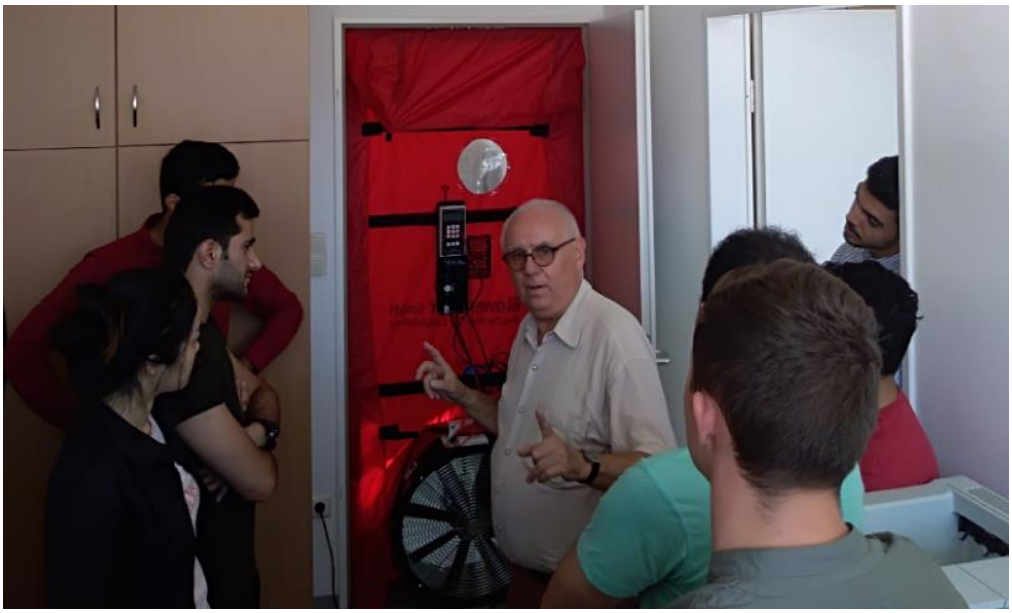
Prikaz sustava nZEB kućanstva vidljiv je na slici 2.3. Na slici su nabrojeni dijelovi koji su preporučljivi za ugradnju u takav objekt.



Slika 2.3 Prikaz modela nZEB kućanstva [6]

2.1. Edukacijski projekt V-educa

Da bi se proširila svijest o NZEB-u napravljen je prekogranični obrazovni projekt pod nazivom "Veduca 2". Projekt provode sveučilišta iz Hrvatske i Mađarske na kojem izrađuju smjernice novog kurikuluma za obrazovanje studenata povezanim sa arhitekturom, građevinom, strojarstvom i elektrotehnikom za zgrade gotovo nulte energije. Kurikulum je razvijen kao pilot projekt proveden tokom ljetne škole, obuhvaćao je teorijska i praktična predavanja koje su organizirane u obje zemlje za studente različitih zanimanja.[4] Iako je korištenje simulacija za procjenu utjecaja u ovom području uobičajeno raditi u praksi, ono se primjenjuje i u nastavi. Tako se studentima prenose iskustva u korištenju stvarne opreme u laboratorijima kako bi primjerom spoznali mogućnosti rada obnovljivih izvora energije. [5] Praktični dio nastave omogućuje studentima da vide primjenu teoretskog znanja u praksi i svakodnevnom životu. Primjer praktičnog sata prikazan je na slici 2.4 gdje se testira oprema za puhanje.



Slika 2.4 Praktični dio nastave, testiranje sa opremom za puhanje [5]

Cilj navedenog projekta bio je:

- objasniti pravni okvir i koncept NZEB
- opisati materijale i konstruktivne elemente NZEB

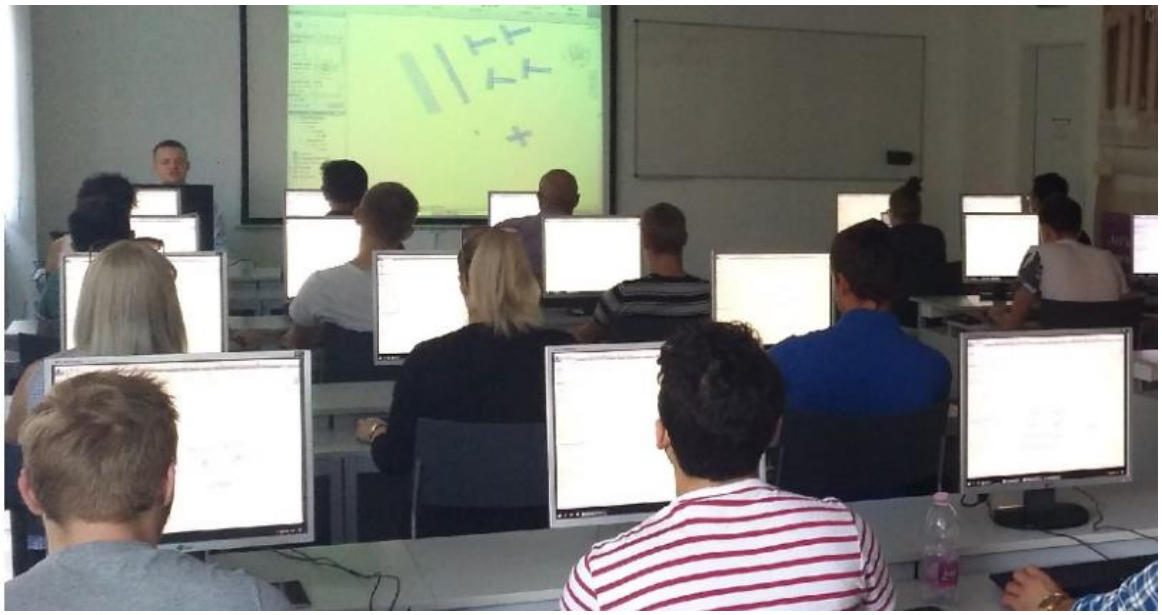
- opisati informacijski sustav gospodarenja energijom
- ocijeniti obnovljive izvore energije i mogućnost njihovog korištenja
- opisati mehaničku ventilaciju s povratom topline
- razumjeti kako postaviti model protoka energije zgrade, spojen na vremenske podatke ili uzeti u obzir podatke ponašanja korisnika.

Projekti u Hrvatskoj obuhvaćali su tri zgrade prema konceptu NZEB-a. Riječ je o građevinskim, strojarskim i elektrotehničkim projektima zgrade koja se koristi kao Dnevni centar za osobe s posebnim potrebama (Latica) i dvoranu s pripadajućim prostorijama za druženje mladih (Dom mladih). Treći projekt je arhitektonski projekt i projektiran je za jednu od zgrada Sveučilišta u Pečuhu.

Edukacijom su utvrđeni ishodi učenja prema kojim bi studenti trebali dobiti znanja u:

- razumijevanju opće primjene NZEB-a na nove i nadograđene zgrade
- mogućnost da se objasne toplinske karakteristike elemenata zgrada
- razumijevanje stambenih energetskih sustava
- mogućnost objašnjenja termalnih mostova
- razgovor o smanjenju gubitaka topline i povećanju solarnih prihoda energije
- razviti sposobnost razumjeti integraciju visoko učinkovitih sustava
- objasniti upravljanje energijom za kućanstva
- objasniti grijanje, hlađenje i ventilaciju
- uvod u ispitivanje brzine izmjene zraka i nepropusnosti zgrade
- uvod u računalno modeliranje i simulaciju.

Prikaz jednog takvog primjera modeliranja i simuliranja vidljiv je na slici 2.5



Slika 2.5 Rad sa programima za simulaciju [5]

3. **Opis različitih vrsta grijanja**

Grijanje je postupak povećavanja temperature. Može se postići izgaranjem plina, drva, pretvaranjem električne energije u toplinsku ili iskorištavanjem nekih prirodnih izvora topline kao što su sunce, termalni izvori itd.

Najstariji oblik grijanja je otvoreno ložište koje je bilo smješteno u sredini prostorije s otvorom na plafonu. Kod takvog grijanja toplina se prenosi toplinskim zračenjem od plamena i žara. Nedostatak takvog loženja bila je zadimljenost cijele prostorije pa su ljudi počeli koristiti drveni ugljen. Postupak grijanja ugljenom bio je takav da se ugljen izvan prostorije užario, naslagao se u tankom sloju na metalne zdjele. Unio se u prostoriju gdje je izgarao polako pri neznatnom dovodu zraka. Već su stari Grci upotrebljavali grijanje drvenim ugljenom, koje se proširilo u šumovitim krajevima u većini južnih naroda sve do Azije. [7]

Smisao grijanja je da se osigura ljudima u radnim i stambenim prostorijama ugodan rad i boravak. Čimbenici koji utječu na lagodnost, osim načina odijevanja ljudi, su još i temperatura zraka, srednja temperatura zidova, vlažnost i čistoća zraka. Prilikom grijanja utjecati se može samo na dva od navedenih čimbenika, a to su temperatura zraka i srednja temperatura zidova. Utjecaj tih dvaju čimbenika nazivamo osjetnom temperaturom. Ostale čimbenike možemo regulirati pomoću uređaja za klimatizaciju. Klima je usavršen proizvod koji se koristi za postizanje ugodne klime u prostorijama te istovremeno čisti zrak pomoću filtera.

Najveća potreba za grijanjem se pojavljuje u zimi kada su temperature niske.
Neki od načina grijanja prostora su:

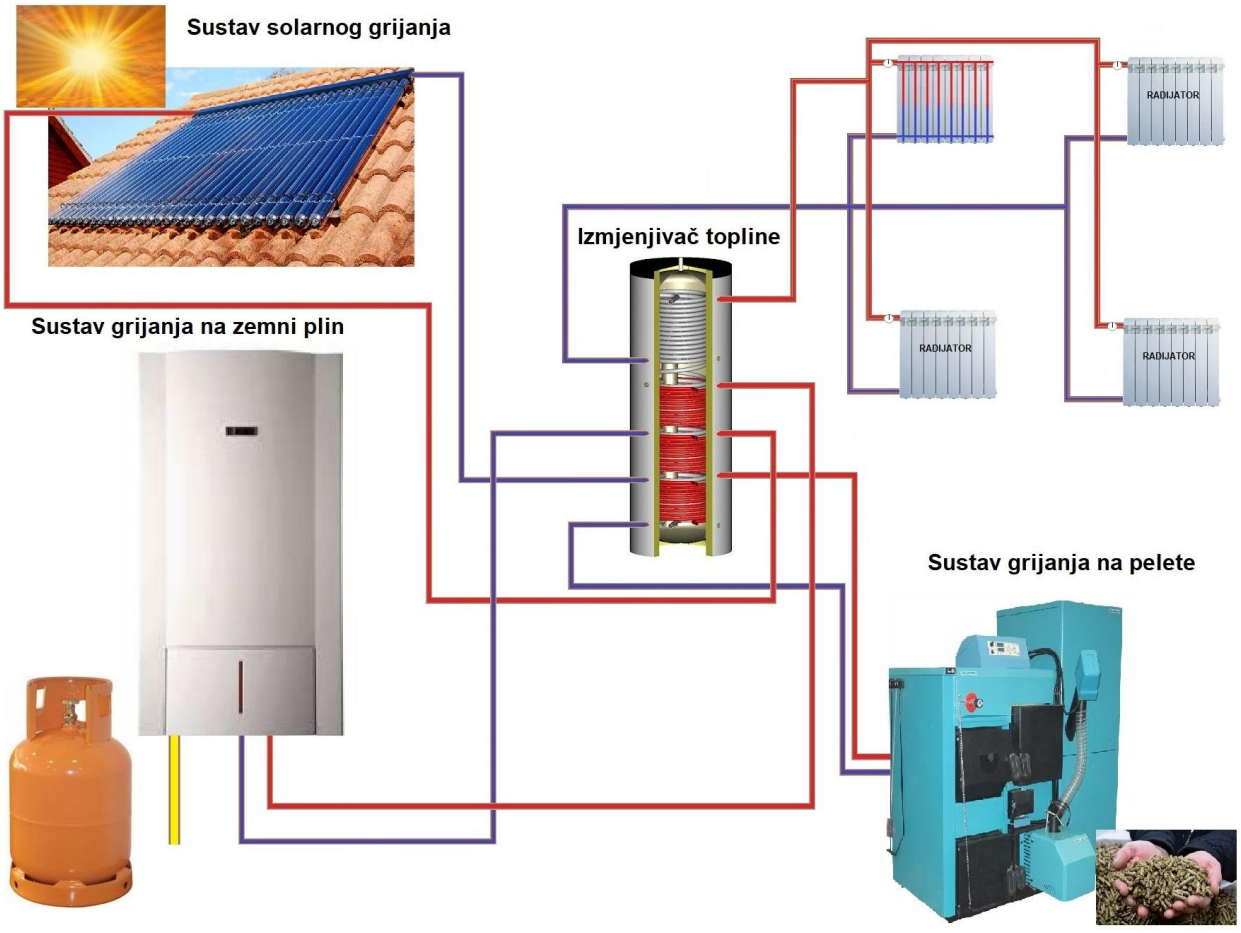
- plin
- kruta goriva
- loživo ulje
- biomasa
- solarno grijanje
- toplinske pumpe
- grijanje električnom energijom
- ostali načini grijanja.

Upravljanje i regulacija grijanjem omogućava komfor i uštedu energenata do granice koju postavljaju stanari kuće prema njihovim željama.

Automatizirano grijanje izvodi se na više načina:

- grijanje prema vanjskoj temperaturi
- grijanje prema željenoj temperaturi
- grijanje prema ostalim režimima rada (noćni režim, dnevni režim, itd.).

Hrvatski građani najviše se griju na drva, zatim slijedi električna energija, plin i tekuća goriva. Preko 30 posto kućanstva grije se na ogrjevno drvo, a tek onda pomoću struje, plina i ostalih izvora. Na slici 3.1 prikazan je sustav modernog kombiniranog grijanja.



Slika 3.1 Sustav kombiniranog grijanja pametne kuće

3.1. Grijanje na plin

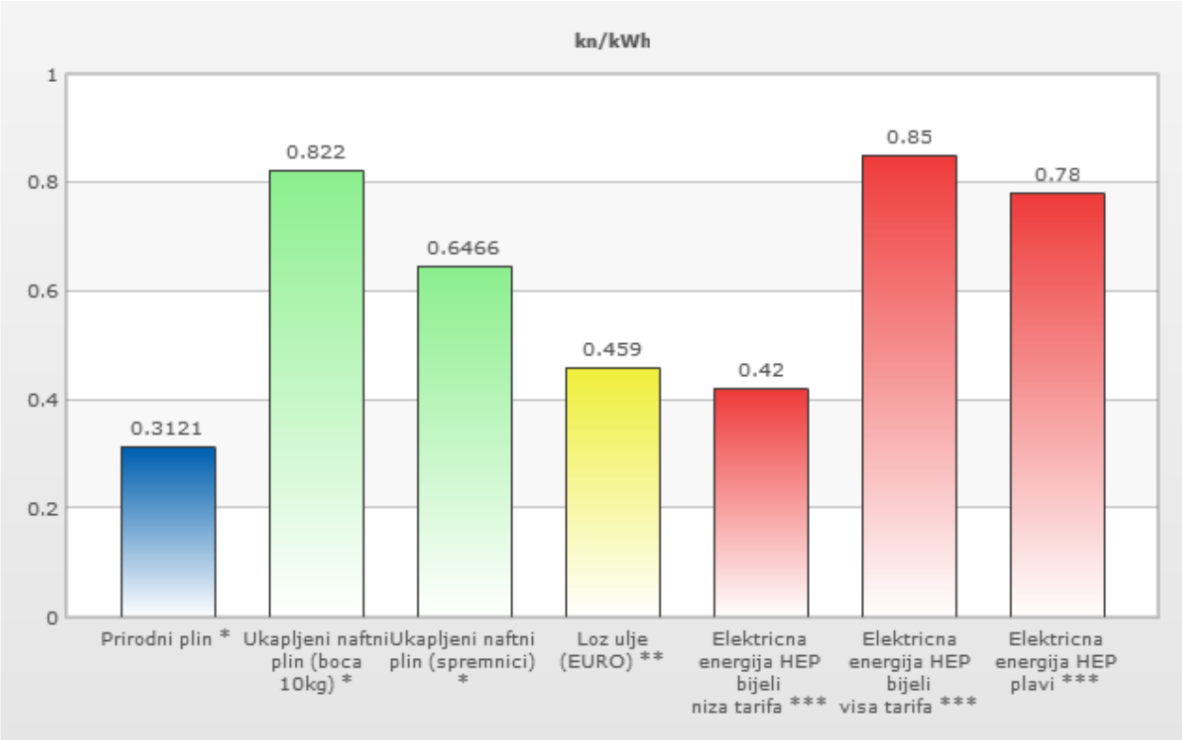
Grijanje na plin je najkomforniji način grijanja. Nema nereda od ostataka izgaranja i plinski bojler se lako instalira.

Zemni plin je fosilno gorivo koje se većim djelom sastoji od metana (CH_4) i to u postotku od 85 do 95 posto. Prirodni plin je energent bez boje, okusa i mirisa. Nije otrovan, lakši je od zraka i izgara plavim plamenom. Zapaljiv je i eksplozivan. Pošto plin spada pod fosilno gorivo, ima ograničene zalihe. Procjene trajanja zaliha prirodnog plina prema današnjem nivou potrošnje su oko 100 godina.

Plinski sustav u Republici Hrvatskoj je dosta raširen što je vidljivo na slici 3.2. Ima dva ulaza plina preko kojih se sustav održava, a to je Rogatec (interkonekcija iz Slovenije) te Dravaszerdahely (interkonekcija iz Mađarske). Na oba ulaza plina mjeri se kvaliteta ulaznog prirodnog plina i time se sprječava ulazak plina koji ne zadovoljava određene standarde prema potrebnoj kvaliteti plina.

Slika 3.2 Ulaz plina u sustav opskrbe RH [8]

Regulaciju cijene plina na Hrvatskom tržištu vrši HERA (Hrvatska energetska razvojna agencija). Prirodni plin je danas najjeftiniji energent u Republici Hrvatskoj. Potrošnja plina koštat će manje od jednake potrošnje nekog drugog energenta kao što je vidljivo na slici 3.3. No, niska cijena nije jedino što odlikuje prirodni plin. U usporedbi s ostalim energentima, pokazuje kvalitetne performanse, te se smatra najboljim izborom za grijanja pojedinaca.[9]

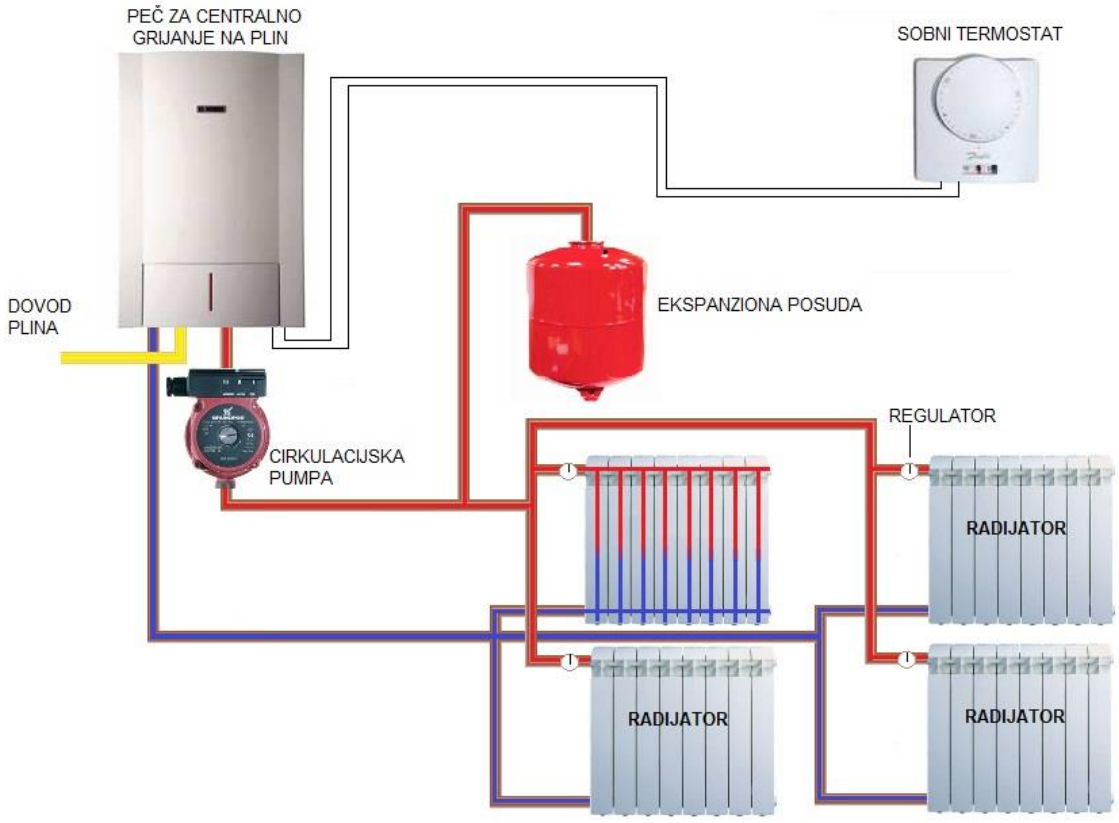


Slika 3.3 Cijene energenata u 2013. godini [10]

Sustav grijanja plinom sastoji se od:

- plinskog kondenzacijskog bojlera / kotla
- cirkulacijske pumpe
- ekspanzivne posude
- cijevne instalacije unutar prostora
- radijatora
- regulatora
- sobnog termostata.

Proces grijanja vode na plin je relativno jednostavan. Plin dolazi do bojlera koji ima spremnik te se izgaranjem plina grije voda za sanitarije i grijanje. Sustav grijanja na plin prikazan je na slici 3.4



Slika 3.4 Sustav grijanja na plin

U današnje vrijeme dostupne su razne vrste bojlera, a posebno se radi učinkovitosti ističu kondenzacijski bojleri.

Postoje dvije vrste kondenzacijskih uređaja:

1. Kondenzacijski bojleri prikazani slikama 3.5 i 3.6
   – proizvode se u rasponu snage do 100kW.

Slika 3.5 Kondenzacijski bojler [11] *Slika 3.6 Izgled kondenzacijskog bojlera [11]*

2. Kondenzacijski kotlovi prikazani slikama 3.7 i 3.8
   – Proizvode se u rasponu snage od 20 – 1000kW.

Slika 3.7 Kondenzacijski kotao[12]

Slika 3.8 Izgled kondenzacijskog kotla [12]

Uspoređujući ih u području jednakog toplinskog učinka od 100 kW, postoje jednakosti i razlike.

Jednakosti su:

- Princip rada je isti.
- Namjena grijanja sanitarne vode i grijanje prostora je isto jednaka.
- Mogućnosti izbora raznih vrsta grijanja kao što su radijatorsko, podno, zidno, stropno, kombinirano.
- Izbor dimovodnih sistema je jednak.

Razlike su:

- Kondenzacijski bojler ima manje dimenzije.
- Kondenzacijski kotao ima veći izmjenjivač, tj. ima veću količinu vode koja cirkulira kroz sistem grijanja. Kondenzacijski bojler ima najveću moguću iskoristivost u kondenzacijskoj tehnici te hidrauličku stabilnost sustava.
- Kondenzacijski kotao je opremljen najkvalitetnijim modulacijskim plamenikom s najboljim tehničkim karakteristikama za razliku od kondenzacijskih bojlera koji se dijele u više tehničkih i cjenovnih nivoa.
- Kondenzacijski kotao je konstrukcijski robusniji i dugovječniji.

- Kondenzacijski kotao je značajno skuplji ali je investicija isplativa ako računamo na male troškove održavanja i visoku iskoristivost.

Sustav grijanja sadrži cirkulacijsku pumpu koja kroz sistem grijanja tjera toplu vodu. U sustavu se nalazi i ekspanzivna posuda koja regulira tlak u zatvorenom sustavu grijanja. Prilikom zagrijavanja voda se širi te povećava svoj obujam. Povećanje obujma utječe na povećanje tlaka u sustavu. Višak tlaka se preljeva u ekspanzivnu posudu. Posuda se sastoji od membrane u kojoj je s jedne strane napunjen dušik, dok je druga povezana na sustav. Prilikom povećanja temperature tlak djeluje na membranu koja tlači dušik. Prilikom hlađenja tekućine tlak se smanjuje, a dušik se dekomprimira i tjera vodu natrag u cijevi. Važno je da se ta radnja obavlja bez prisustva zraka da bi se spriječila korozija unutar ekspanzivne posude.

Prednosti grijanja na plin:

- Zauzima malo prostora.
- Cijena uređaja relativno niska.
- Cijena plina je niska.
- Više opskrbljivača s plinom.
- Sustav je automatiziran prema termostatu.
- Plaćanje prema potrošnji.

Nedostaci grijanja na plin:

- Plin u niskim koncentracijama od 4,5 volumena može uzrokovati eksploziju.
- Potrebno je redovno servisiranje i održavanje.
- Moguća puštanja plina.
- Cijena plina je niska ali kroz godine postepeno raste.
- Dostupan samo tamo gdje ima plinskih instalacija.

Novi kondenzacijski bojleri imaju ugrađene CO_2 osjetnike koji prate sastav dimnih plinova te prema njima prepoznaju vrste priključenih plinova na bojler i prilagođavaju omjere zraka i plina radi što bolje iskoristivosti. Korisnost kondenzacijskog kotla za grijanje iznosi 108%, dok korisnost za sanitarnu vodu iznosi 98% što uređaju daje ukupnu korisnost 103% .

3.2. Sustav grijanja na pelete sa solarnim dogrijavanjem

Grijanje na pelete se posljednjih godina sve više koristi. Zbog jako malog ispuštanja CO_2 peleti se preporučaju za korištenje kao biomasa. Kao što je prikazano na slici 3.9. Osim toga cijena peleta je stabilna dok cijena plina varira.

Slika 3.9 Prikaz peleta [13]

Peleti su dijelovi drva ili drugih biljaka koji gore. Idealan pelet je onaj koji se sastoji od jezgre debla drveta sa što manjim odjelom kore. Kora se izbjegava jer se u njoj nalazi najviše vlage i prašine te ima manju kaloričnu vrijednost prilikom gorenja. Kod proizvodnje peleta idealno drvo je ono koje stvara žar dugog trajanja kao što su grab i bukva. Idealnim omjerom smjese drva smatra se udio od 20% mekog drveta i 80% tvrdog drveta. U proizvodnji peleta zabranjeno je koristiti kemijske aditive ili ljepila. Maksimalno je dozvoljeno 2% udjela aditiva koji nisu na kemijskoj bazi radi boljeg prešanja peleta.

Osnovne karakteristike kvalitetnih peleta:

- certifikat istaknut na pakiranju (certifikat je garancija poštivanja određenih međunarodnih normi)
- motanjem peleta po prstima ne bi trebalo biti prašine (u samoj vreći bi trebalo biti što manje prašine)
- peleti moraju mirisati po drvu (nipošto po kemijskim supstancama)
- motanjem/savijanjem u prstima peleti se moraju lomiti, a ne pucati.

Moguće je napraviti vizualni test u čaši vode. Peleti u vodi trebaju potonuti te nakon nekog vremena nabubriti, voda ne smije promijeniti boju, mrvice će plivati po čaši, ali voda mora biti bistra. Nakon miješanja i raspadanja peleta, odvojit će se i eventualna nečistoća koju bi mogli sadržavati peleti, a koja će biti vidljiva u čaši.[14]

Radi očuvanja kvalitete peleta udruga proizvođača peleta odredila je naziv novog certifikata koji će se primjenjivati u proizvodnji peleta. Oznaka za certifikat je EN 14961-2 te prema certifikatu peleti moraju zadovoljiti sljedeće standarde:

- promjer 6mm (dozvoljeno od 4 do 10mm)
- duljina 30mm (do 5 puta širine promjera) - predugi peleti mogu dovesti do začepljenja transportera peleta, tako da je preporuka da je duljina malo manja od norme, ali i prekratki peleti odnosno umrvljeni mogu dovesti do većeg ubacivanja peleta što će utjecati na rad peći
- gustoća od 1,12 kg/dm3 - gustoća je značajka kvalitete, koja ukazuje na specifičnu težinu peleta; veća vrijednost znači da je za određenu debljinu pelet jače prešan te mu je mehanička čvrstoća veća
- sadržaj vode manji od 10% - sadržaj vlage mora biti što manji kako bi se povećala kalorična vrijednost te smanjila potrošnja peleta
- abrazija manje od 2%
- mehanička čvrstoća više od 97,5% - pokazuje postotak količine sitnih čestica proizvedenih kad su peleti izloženi određenom opterećenju; to opterećenje simulira proces ispuhivanja, odnosno koliko se peleti mrve u dodiru jedan s drugim; što je niža vrijednost veća je kvaliteta peleta; manje mrvljenja i prašine više mjesta za pelete u spremniku; prašina utječe na izgaranje peleta u ložištu jer smanjuje količinu zraka za kvalitetno izgaranje
- sadržaj pepela na 815 °C: manje od 0.7% - mala količina pepela što peleti proizvode prilikom izgaranja označava čisto izgaranje te se takav pepeo može koristiti kao gnojivo; novi standardi EN 14961-2 i EN plus određuju maksimalnu vrijednost pepela od 0,7% kod temperature izgaranja od 550°C
- energetska snaga viša od 18MJ/kg.

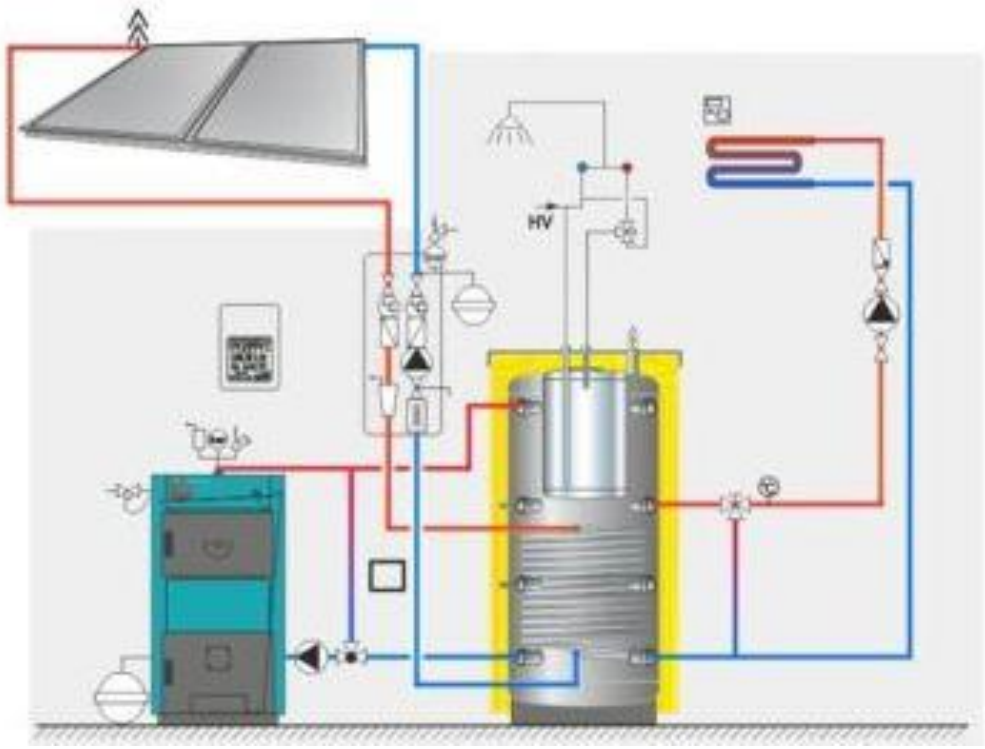
Radi što jeftinijeg grijanja ljudi koriste razne načine pomoću kojih smanjuju cijenu grijanja. Tako peletima dodaju razne druge vrste biljnih ostataka koji gore, kao što su:

- suncokretova ljuska – miješa se s peletima u omjeru 50:50 cijena ljuske se kreće od 0 kn do 1 kn po kili što je vrlo prihvatljiva cijena
- zrna kukuruza – kukuruz je dostupna namirnica koja se miješa sa peletima u omjeru 60:40.

Dodamo li sustavu peleta solarno grijanje, dobivaju se dva ekološki prihvatljiva načina grijanja. Takav sustav će omogućiti opskrbu kućanstva grijanjem kroz cijelu godinu. Po zimi se grije na pelete, dok se preko ljeta grijanje sanitarne vode vrši preko solarnih panela te se eventualno dogrije pomoću peleta. Solarnim sustavom podrazumijeva se korištenje sunčeve energije u sustavima zagrijavanja potrošne tople vode i dogrijavanju sustava grijanja. Solarni sustav sastoji se od nekoliko komponenti: solarnih kolektora, akumulacijskog bojlera, regulacije, solarne pumpne grupe, ekspanzijske posude te elemenata armature i izoliranih cijevi. Takvi sustavi sakupljaju i spremaju sunčevu energiju samo kada ima sunca. Ukoliko je nekoliko dana oblačno, solarni sustav neće imati čime ugrijati vodu. Zbog toga u sustavu moramo imati veliku količinu vode, tj. veliki spremnik koji može spremiti energiju sunca kada je ona dostupna. Tako se ugrijana voda može trošiti u vrijeme kada sunca nema, a to je najčešće ujutro i navečer.
Ukoliko je solarni sustav dobro optimiran, on može zadovoljiti od 45% do 75% godišnjih potreba za pripremom sanitarne tople vode te oko 30% toplinske energije za grijanje prostora. Vizualni prikaz takvog sustava izveden je na slici 3.10.

Takvo kombinirano grijanje sastoji se od :

- kolektora
- set za montiranje na kosi ili ravni krov
- solarni odzračni lončić
- solarna pripremna grupa
- solarna ekspanzijska posuda
- peć za pelete
- spremnik s vodom
- radijatora.



Slika 3.10 Sustav kombiniranog grijanja [15]

Prednosti:

- isplati se nakon nekoliko godina
- sustav neovisan o mreži
- kod toplijih dana moguće grijanje vode samo na solarne kolektore
- ispuštanje čišćeg zraka, ima manje CO_2
- automatiziran sustav.

Nedostaci:

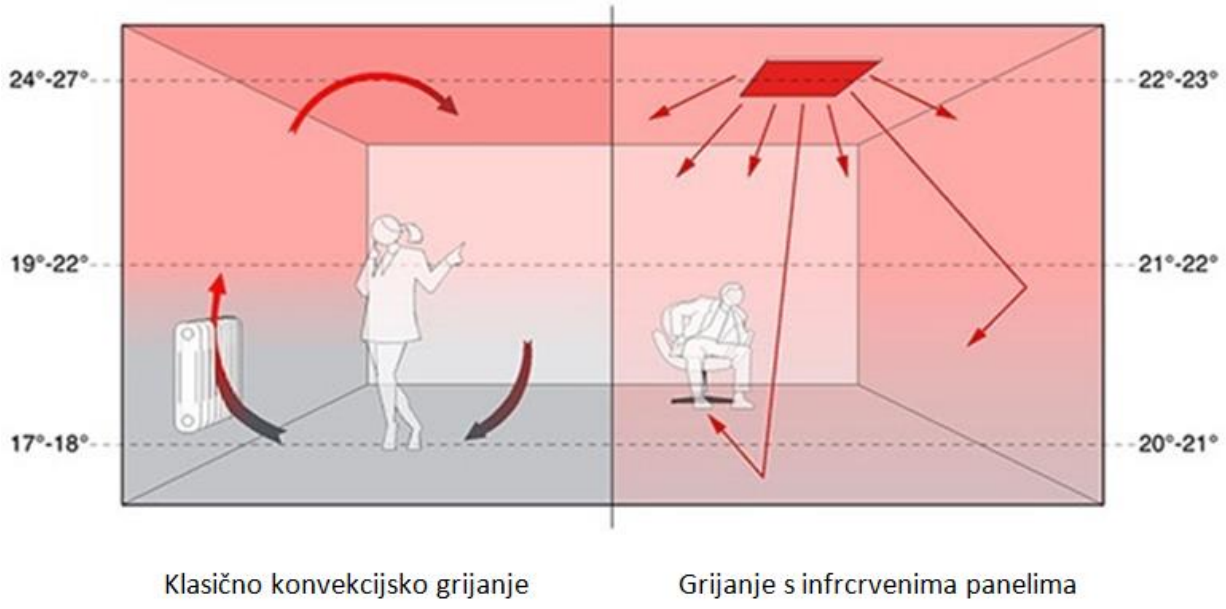
- nabavna cijena sustava visoka
- skladištenje peleta
- površina postrojenja je velika
- praćenje potrošnje peleta
- temperaturu pojačavamo dodavanjem peleta.

3.3. Grijanje električnom energijom

Prvi pojmovi koji se vežu kada se spomene grijanje električnom energijom su neefikasno skupo i neisplativo. No u europskim zemljama se za grijanje najviše koristi upravo električna energija. Zbog problema s ograničenim prirodnim resursima, varijacije cijena plina i nafte, potencijalnih restrikcija i nesigurnosti opskrbe kućanstva unutar europske unije odlučuju se za grijanje električnom energijom. Ono je vrlo komotno, ali ovisno o sustavu može biti skupo ili vrlo povoljno. Prednost takvog grijanja je ta da se plati onoliko koliko se potroši, cijena ne ovisi o oscilacijama na tržištu i raspoloživosti energenata.[16]

Grijanje na električnu energiju moguće je:

- Klima uređajem
- Dizalicom topline
- Električnim radijatorima
- Električnim konvektorima
- Centralno grijanje električnom energijom
- Podno grijanje
- Infracrveni paneli (Slika 3.11)

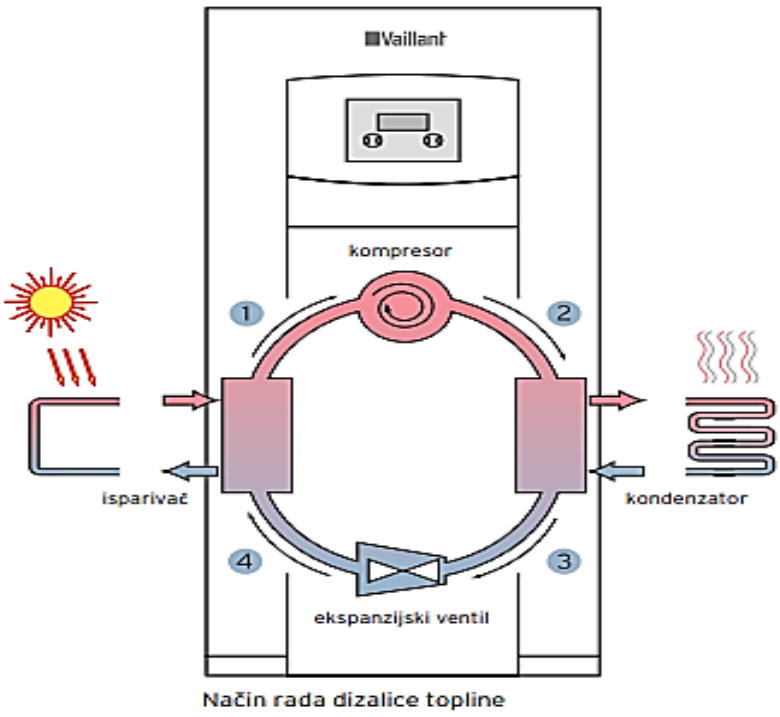


Slika 3.11 Prikaz razlike između klasičnog grijanja i grijanja infracrvenim panelima [17]

3.3.1. Dizalica topline

Dizalice topline su poznate pod nazivom toplinske pumpe. One su trenutno jedan od najštedljivijih i najefikasnijih uređaja za grijanje. Dizalice topline toplinsku energiju s niske temperaturne razine dižu na višu razinu koja je prihvatljiva za primjenu u određenim toplinskim sustavima. Dizalice topline rade na principu kružnog procesa koji se ponavlja. Dijelovi tog kružnog procesa su vidljivi na slici 3.12:

- Isparavanje – rashladno sredstvo u isparivaču preuzima na sebe toplinsku energiju koja dolazi od vanjskog izvora (sunce, voda, zemlja, zrak). Time rashladno sredstvo mijenja agregatno stanje te prelazi iz tekućeg u plinovito stanje.
- Kompresija – plinovito rashladno sredstvo dolazi do kompresora u kojem se ono tlači te dolazi do velikog porasta temperature.
- Ukapljivanje – stlačeno rashladno sredstvo prelazi preko kondenzatora koji ga iz plinovitog agregatnog stanja opet vrača u tekuće stanje, dok se toplina oslobađa i predaje sustavu grijanja.
- Ekspanzija – u procesu ekspanzije dolazi do velikog pada tlaka. Rashladno sredstvo se značajno rashlađuje tako da je u mogućnosti ponovo na sebe preuzeti toplinsku energiju izvora topline koji se dešava u 1 koraku.



Slika 3.12 Prikaz kružnog procesa grijanja dizalice topline [18]

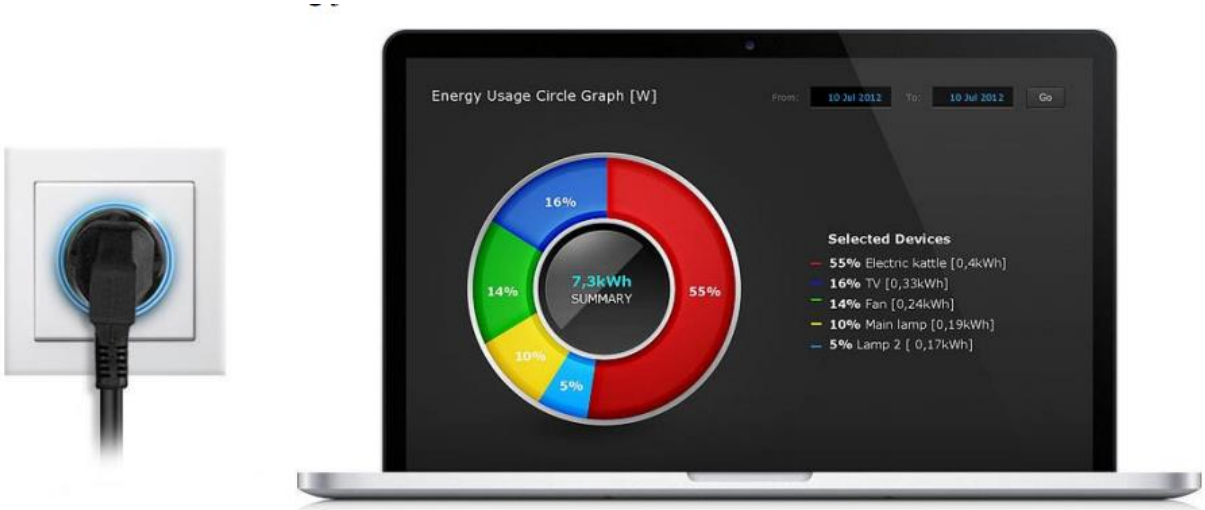
4. **Pametna kuća**

Početkom 1990-ih godina počela je realizacija ideja o pametnoj kući. Trend gradnje pametnih kuća je u porastu Do danas se ta ideja razvila u cijeli sustav. Razvijeni su načini komunikacije između sustava pametne kuće te je omogućeno kontroliranje i podešavanje svakog od njih. Napretkom tehnologije želje korisnika takvih kuća rastu stoga se omogućilo da korisnik može pristupiti sustavu svoje kuće i daljinski te kontrolirati njezin rad i uvjete u njoj. Pametne kuće imaju namjenu da povećaju udobnost, komfor, sigurnost, a da uz to imamo i uštedu energije.

Sustav pametne kuće sastoji se od:

- Pametnih uređaja
- Senzora
- Kamera
- Daljinskog upravljanja ili drugih sredstva aktiviranja aplikacija pametne kuće
- Te vizualizacije i upravljanja pametnom kućom

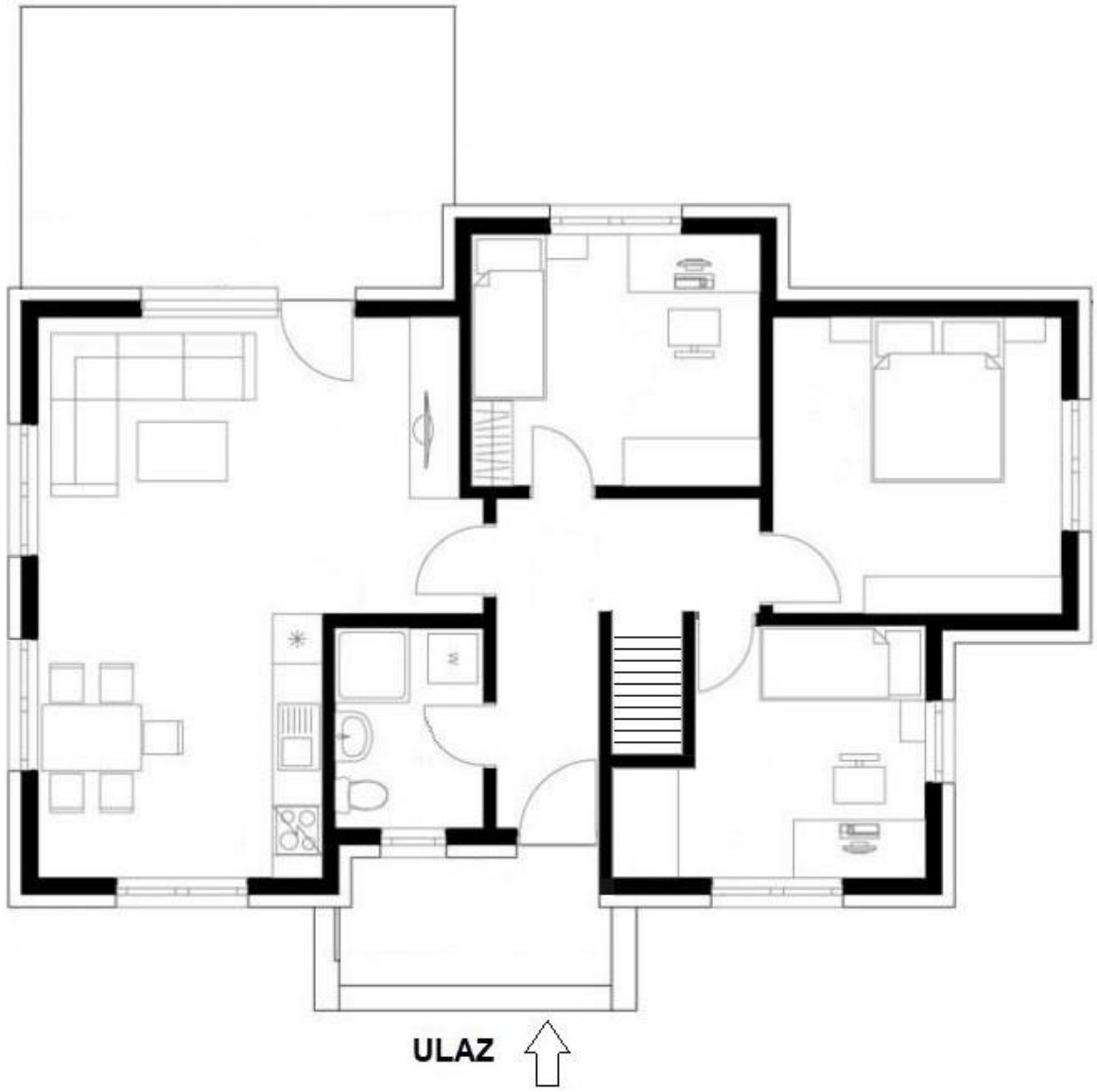
Vizualizacija i upravljanje su najvažniji dio sustava pametne kuće. Njima je moguće pregledavati i upravljati sustavom. Oni omogućavaju uvid u trenutno stanje unutar kuće te promjenu parametara prema želji. U pametnim kućama vizualizacija ima široku primjenu. Vizualizira se dvorište gdje se može upravljati portafonom, pregledavati kamere, upravljanje navodnjavanjem, grijanje bazena, podešavanje vanjskih žaluzina. Unutar kuće moguće je vizualizirati sustave grijanja, hlađenja, rasvjete, vatrodojave. Vizualizirana može biti i potrošnja energenata kao što su voda, struja i plin. To omogućava korisniku da prati potrošnju kroz prethodne mjesece i uspoređuje podatke kao što je prikazano na slici 4.1.



Slika 4.1 Prikaz potrošnje energije za struju [19]

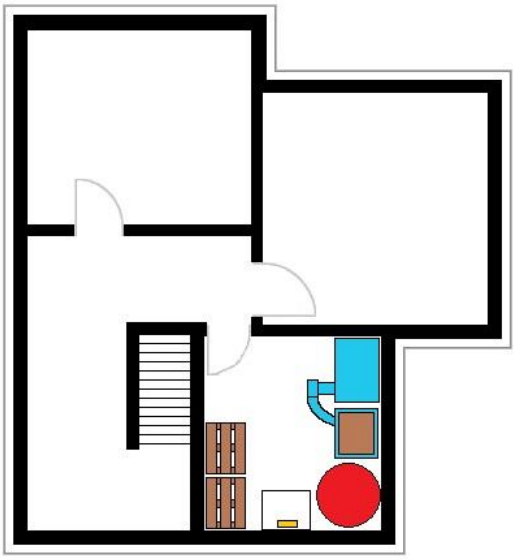
5. **Automatizacija sustava grijanja**

Automatizacija temperature kuće prema projektu izvodila bi se na kući sa 3 spavaće sobe, 1 kupaonica te objedinjenim prostorom dnevne sobe, blagovaonice, kuhinje te podrumom. Projekt kuće bi izgledao kao na slikama 5.1 i 5.2. Kuća bi bila površine 124 metara kvadratnih.



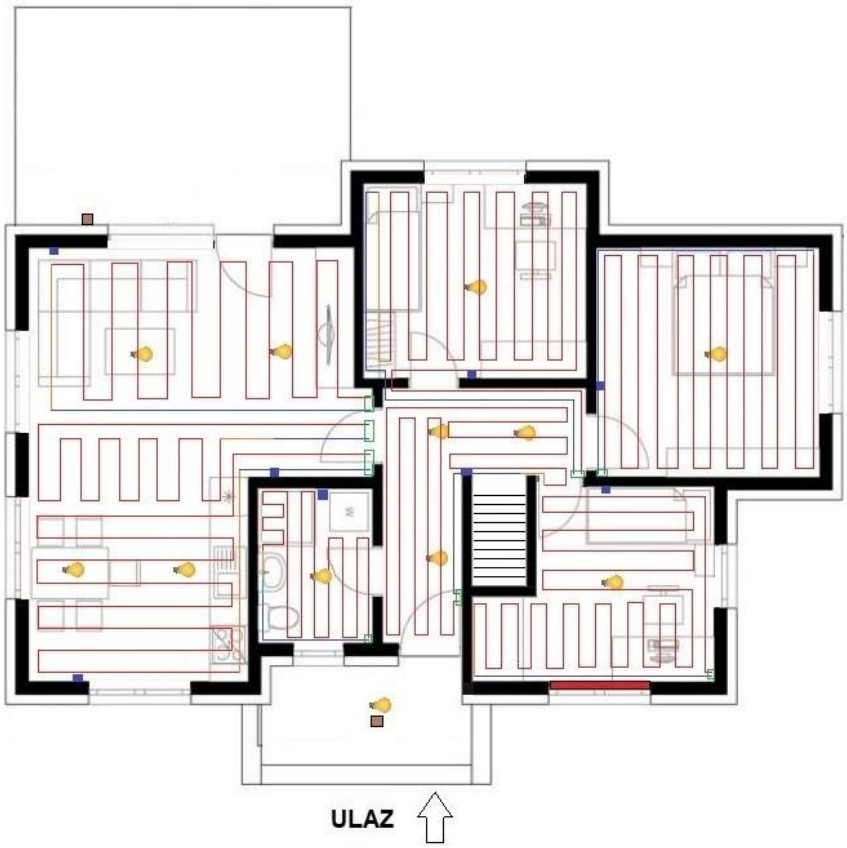
Slika 5.1 Tlocrt kuće planirane prema projektu [20]

Grijanjem bi se upravljalo preko solenoidnih ventila koji bi prema zadanom programu otvarali ili zatvarali sistem grijanja. Postrojenje za grijanje nalazi se u podrumu kuće, gdje je smješten cijeli sustav grijanja što je vidljivo na slici 5.2. Područje gdje se nalazi sustav grijanja naziva se kotlovnica. U kotlovnici su smješteni spremnik za vodu, peć na pelete sa sustavom solarnog grijanja, bojler za plin te 2 palete za eventualno skladištenje peleta.



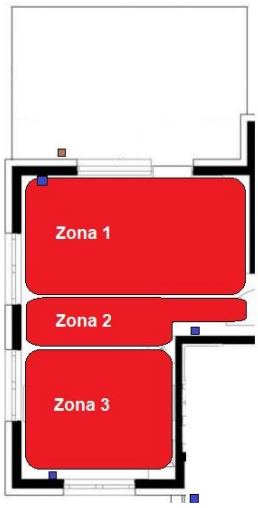
Slika 5.2 Tlocrt podruma sa postrojenjem za grijanje vode

Sustav grijanja je osmišljen tako da je svaka dio kuće odvojen te ima zasebni dio grijanja. Sustav konstantno prati stanja senzora temperatura po sobama te ih uspoređuje sa željenim temperaturama koje unosi stanar prema svojim željama. Senzori temperature su označeni plavim kvadratićima unutar soba kuće na slici 5.3.



Slika 5.3 Prikazan je tlocrt kuće sa razvodom grijanja, senzorima i rasvjetom

Kao što imamo unutarnje senzore tako su na kuću montirani i vanjski senzori temperature i to jedan naprijed kod ulaza te stražnji na terasi. Vanjski senzori su na slici označeni smeđim kvadratićima. Parametri vanjske temperature isto utječu na stanje sistema. Ukoliko imamo podešeno grijanje na komforno tada grijanje radi punom snagom da zagrije čim prije prostoriju na željenu temperaturu. Ukoliko nam nije potrebno brzo zagrijati prostor možemo podesiti postavke na eco modul tada se preferiraju obnovljivi izvori da ušteda bude čim veća. Postoji i treća verzija, a to je normalno grijanje. Ono kombinira sva 3 sustava prema željenoj temperaturi. Pošto je grijanje složeno po segmentima regulacijom se postiže što bolja učinkovitost kao na slici 5.4.



Slika 5.4 Prikaz segmentnog grijanja dnevne sobe i kuhinje

Naprimjer, ako je na terasi koja se nalazi na južnoj strani 10°C , dok je kod ulaza u kuću na sjevernoj strani samo 7°C grijanje u sobi biti će raspoređeno tako da sve tri zone prvo moraju postići željenu temperaturu te se nakon toga grijanje pali prema zonama i održava željenu temperaturu. Svaka od zona ima svoj termometar koji je povezan sustavom koji regulira ventile te samim time uključuje grijanja u zonama. Kada senzor zone 1 prepozna da je željena temperatura jednaka trenutnoj, ventil zatvara protok tople vode prema zoni 1. Najveći broj uključivanja će biti na zoni 3 radi hladnijeg utjecaja vanjske temperature na zidove kuhinje. Najmanje će se uključivati zona 1 zbog djelomičnog utjecaja više vanjske temperature kao i zagrijavanja preko sunčevih zraka koje prolaze kroz ostakljenu površinu. Jedna od opcija koja pridonosi uštedama na grijanju je ta da ukoliko su prozori otvoreni grijanje ne radi. Ta situacija je dosta česta u kućanstvima te se takva situacija naziva grijanjem atmosfere. Ukoliko u sustavu imamo uključenu opciju kada netko od ukućana otvori vrata prema terasi, grijanje se isključuje u sve tri zone, te kad se zatvore opet se grijanje uspostavi, ukoliko temperatura nije pala ispod željene.

5.1. Vizualizacija sustava grijanja

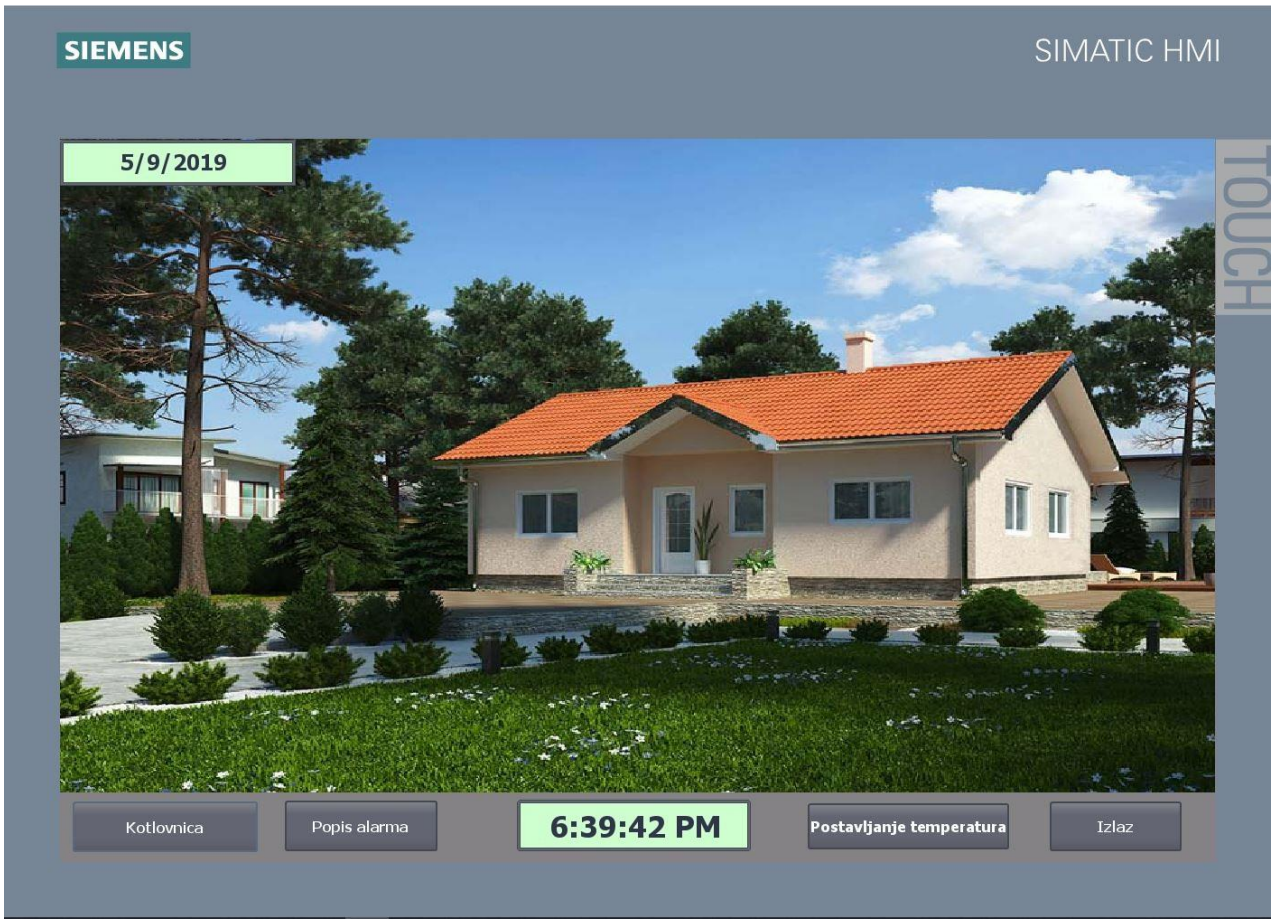
Vizualizacija je napravljena za Siemensov touch panel na kojem je moguće vidjeti i upravljati svim sustavima grijanja u kući. Na taj sustav moguće je pristupati sa raznih uređaja kao što su pametni telefoni, tableti, računala te neki drugi uređaji. Vizualizacija je napravljena radi lakšeg i preglednijeg upravljanja kućom. Napravljeno je više zaslona koji su podijeljeni u segmente prema načinu grijanja. Zasloni su vizualizacije su:

- Početni zaslon
- Postavljanje temperature
- Povijest alarma
- Kotlovnica
- Sustav grijanja na pelete
- Sustav grijanja na plin
- Sustav solarnog grijanja

Grijanje unutar kuće raspodijeljeno je tako da svaka soba ima uključeno ili isključeno grijanje ovisno o stanju prozora i vrata te postavljenoj željenoj temperaturi.

5.1.1. Početni zaslon

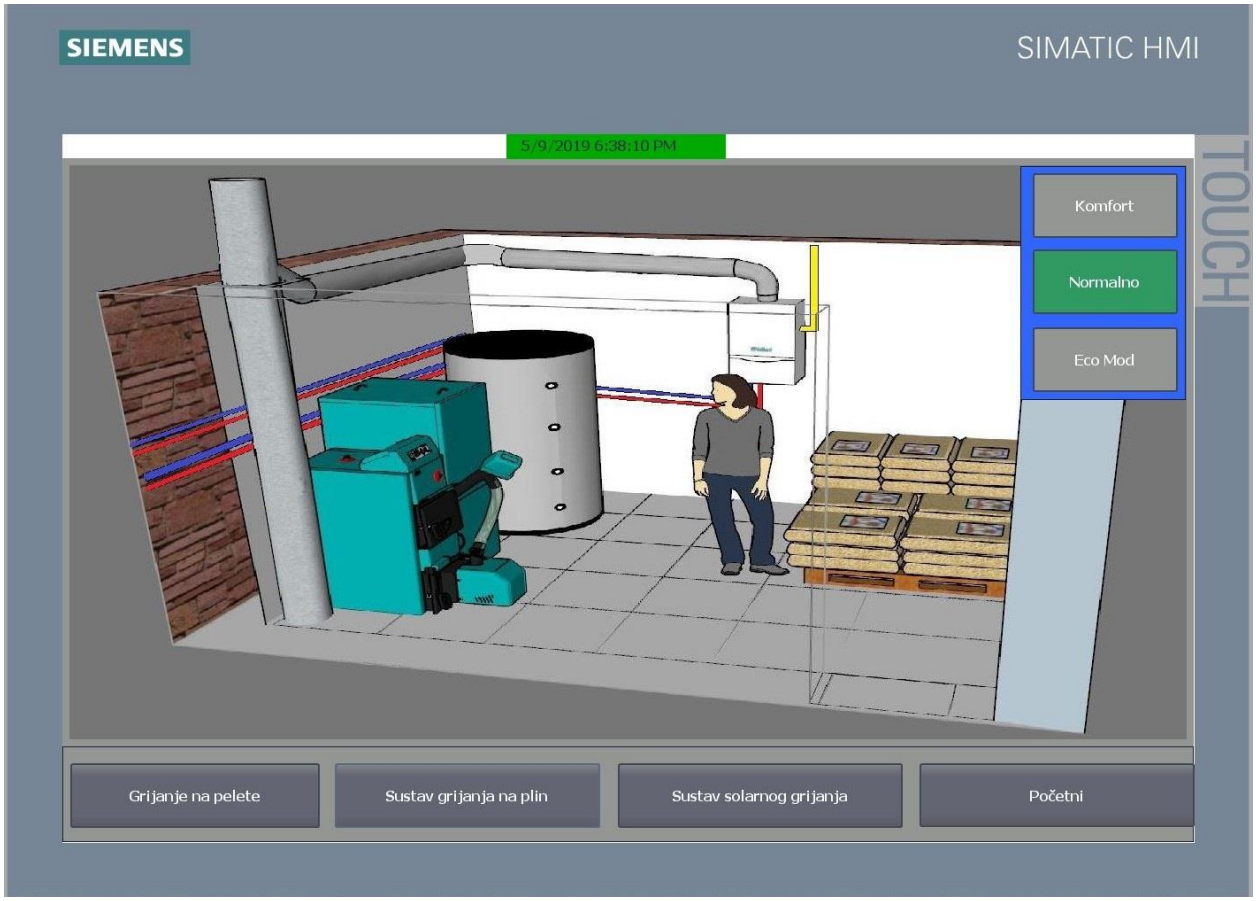
Na slici 5.5 prikazan je početni zaslon koji nam daje osnovne podatke kao što su vrijeme, datum, podatci iz kotlovnice, popis alarma i postavljanje temperatura. Pritiskom na područje kotlovnica otvara se zaslon u kojem se nalazi vizualizacija izgleda kotlovnice koji je za ovaj projekt rađen u Sketch up programu.



Slika 5.5 Početni zaslon

5.1.2. Kotlovnica

Na slici 5.6 napravljena je vizualizacija kotlovnice na kojoj je moguće birati između tri načina grijanja to su komforno, normalno i eco mod. Iz zaslona kotlovnice moguće je pristupiti sustavima grijanja. Grijanje na pelete i solarno grijanje međusobno je povezano te se njihov rad izmjenjuje prema dostupnosti sunca. Ukoliko nema dovoljno topline u kolektorima, oni se isključuju, isto tako ukoliko nemamo peleta u spremniku, peć se isključuje te tada grijanje preuzima plinski bojler. Imamo i tipku za početni ekran koja nas vraća na početni ekran.



Slika 5.6 Zaslon kotlovnice

5.1.3. Sustav grijanja na pelete

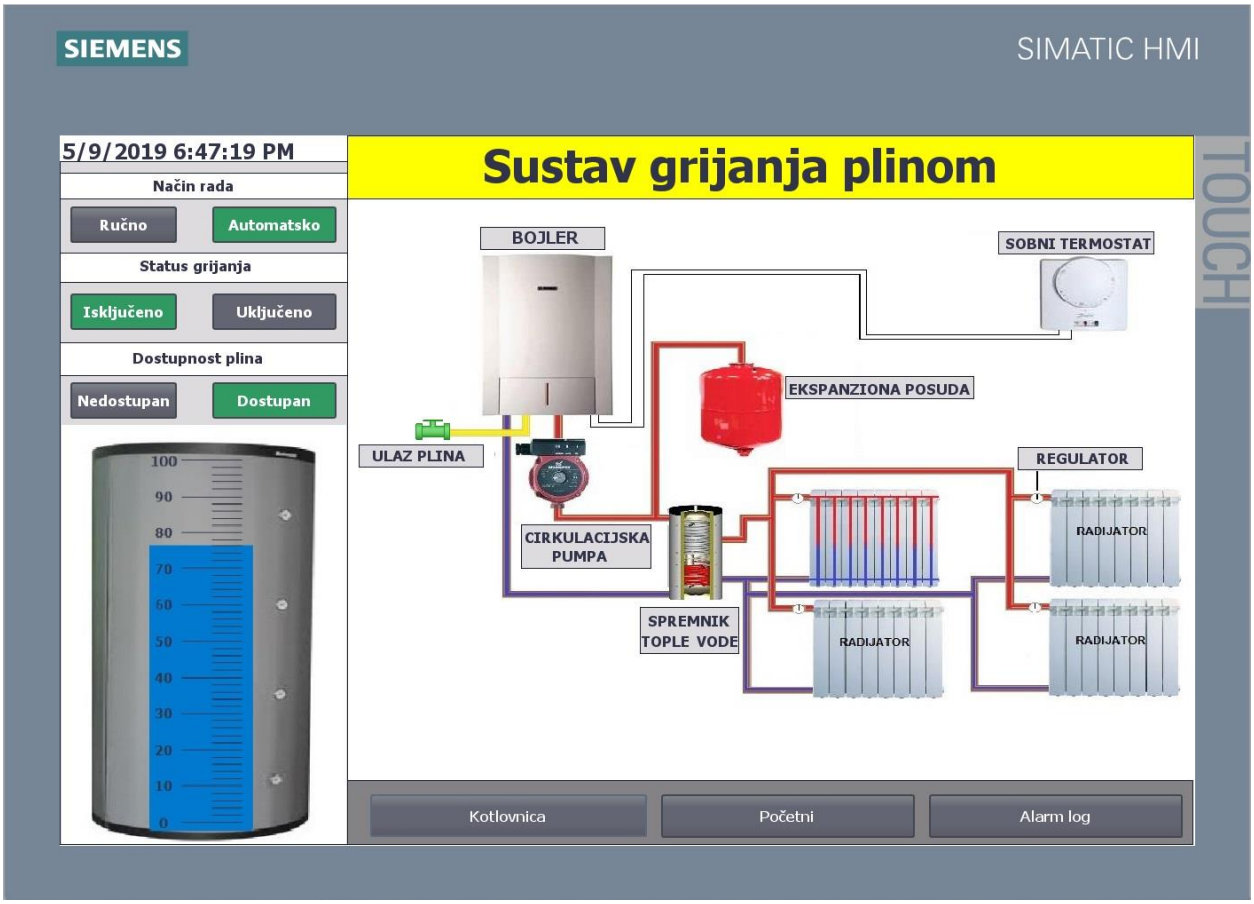
Zaslon sa slike 5.7 prikazuje stanje sustava grijanja na pelete. Prikazani su osnovni statusi tog sustava kao što su način rada, status grijanja, vizualnu količinu peleta u spremniku te temperaturu tople vode u spremniku.

Slika 5.7 Sustav grijanja na pelete

Mogućnost rada sustava peleta je ručni način rada ili automatski način rada. Kad je peć na ručnom načinu rada tada peć radi sama za sebe tj. peleti rade prema podešenim parametrima. Potrebno ju je ručno upaliti i tad ona gori sve dok ima peleta ili dok ne prekinemo postupak. Na automatskom načinu rada, rad peći je puno komforniji. Elektronika upravlja senzorima, relejima i ventilima te je dovoljno postaviti željenu temperaturu i pobrinuti se da ima peleta u spremniku. Ukoliko ne želimo da sustav peleta bude u funkciji radi čišćenja ili kvara, tada pod status grijanja stavimo na isključeno i prebacimo na ručno upravljanje. Peć je tada sigurna za rad ili stanje mirovanja. Status dostupnosti peleta vezan je na spremnik peleta. Prema razini podijeljen je na 3 stanja, a to su niska razina od 0 do 50 kg, srednja od 50 do 200 kg te visoka od 200 do 250 kg peleta.

5.1.4. Sustav grijanja plinom

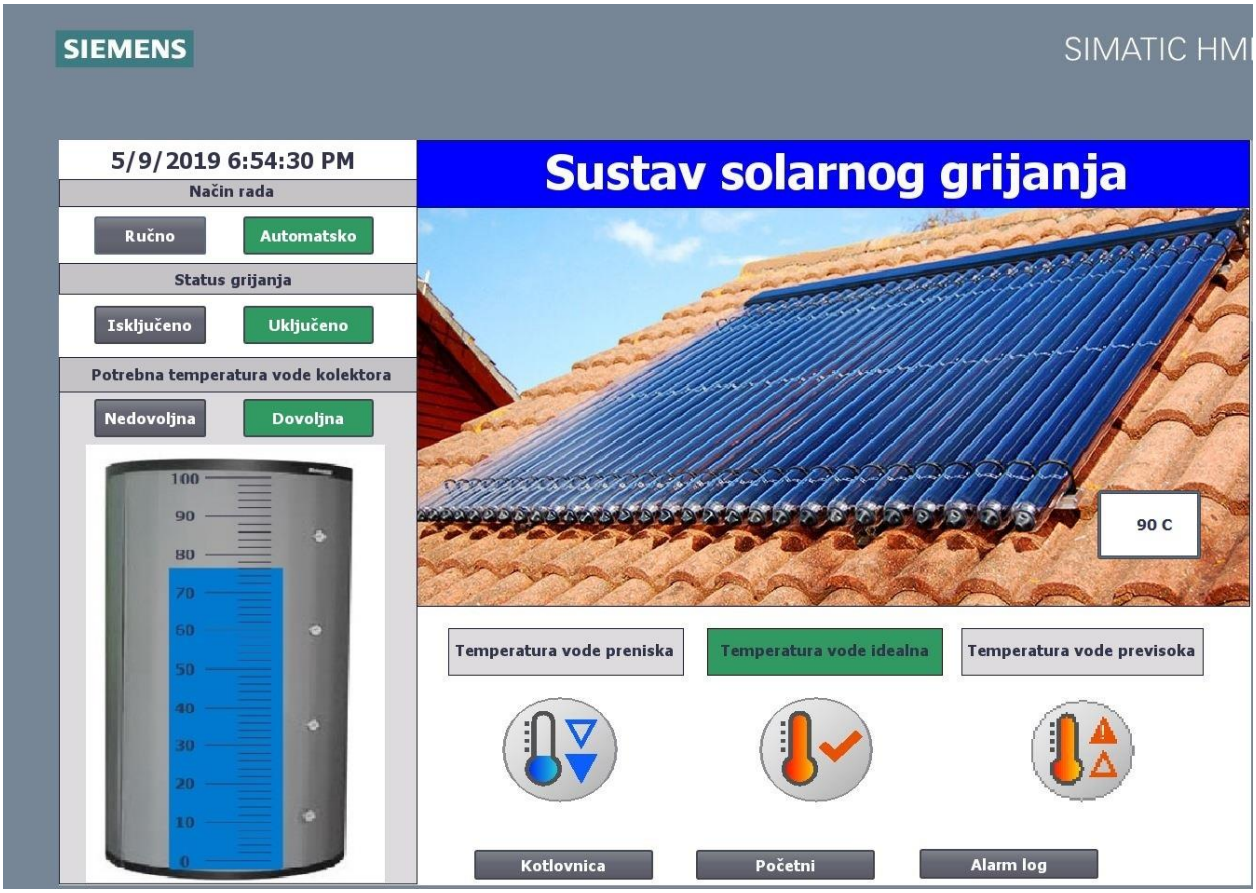
Grijanje na plin uvedeno je kao alternativa ekološki prihvatljivim izvorima energije. Na slici 5.8 napravljena je vizualizacija takvog sustava. Plin ima, kao i sustav grijanja na pelete, automatski i ručni način rada. Kod ručnog načina rada, bojler će stalno raditi neovisno o temperaturi vode u spremniku ili radijatorima. Kod automatskog načina rada, ukoliko ima drva ili dovoljne temperature na solarnom kolektoru, plin će se isključiti. Ukoliko se ukaže potreba za dogrijavanjem ili potpunim preuzimanjem grijanja, plin preuzima sustav i grije prema postavljenim postavkama. Status grijanja može biti uključen ili isključen, ovisno o potrebi. Trenutno je na automatskom načinu rada i status grijanja je isključeno i to bi značilo da trenutno griju peleti.



Slika 5.8 Sustav grijanja na plin

5.1.5. Sustav solarnog grijanja

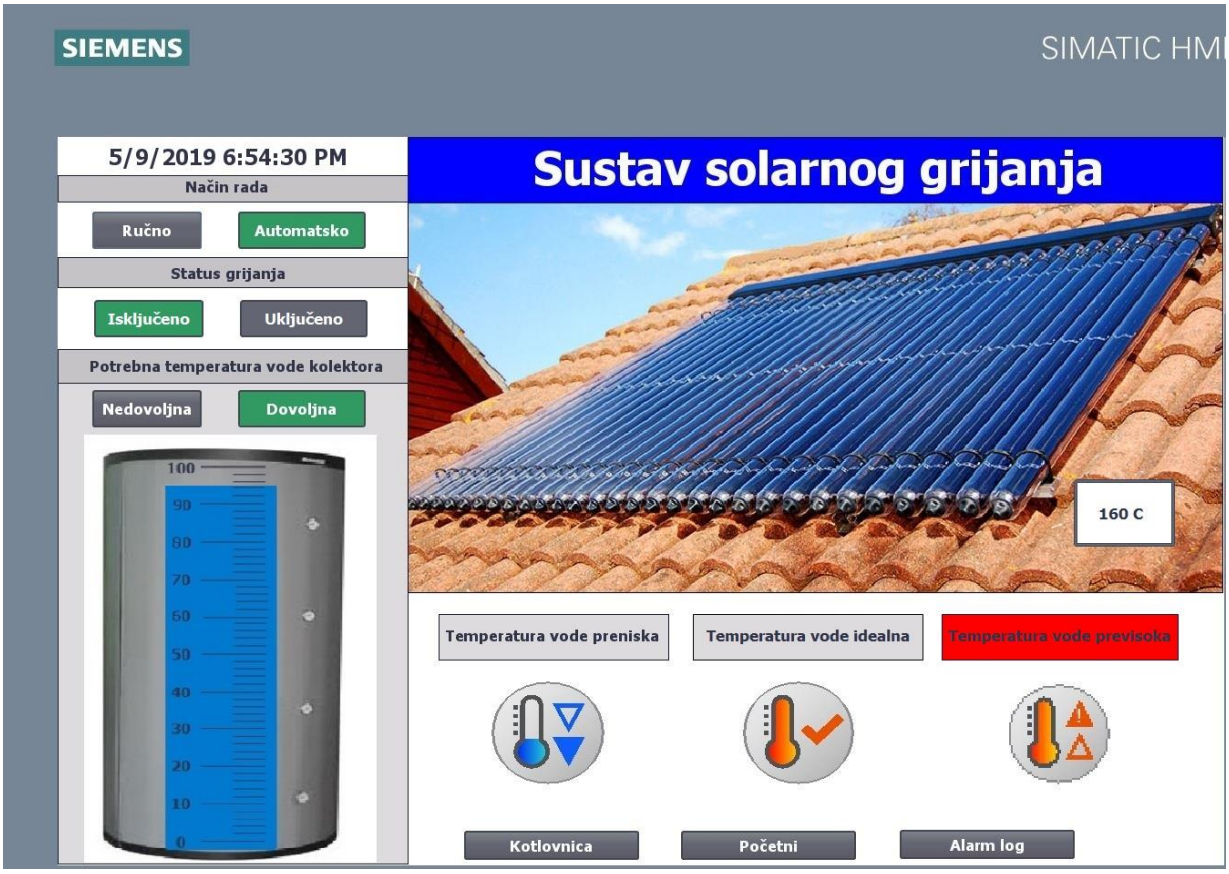
Vizualizacija sustava solarnog grijanja prikazana je slikom 5.9.Sustav solarnog grijanja ima prioritet kod grijanja, ako su svi uvjeti zadovoljeni. Uvjet je da temperatura vode mora biti viša nego ona u spremniku. Sistem ima automatski i ručni rad. Ručni rad se koristi većinom za testiranje sistema jer ukoliko temperatura vode nije veća nego li ona u spremniku, tada će sistem toplu vodu iz spremnika voditi na krov i tamo ju hladiti. Time radimo dodatne troškove jer se gubi energija. Sustav ima upozorenje o temperaturi izlazne vode iz kolektora radi nemogućnosti pojave previsoke temperature u spremniku.



Slika 5.9 Sustav solarnog grijanja

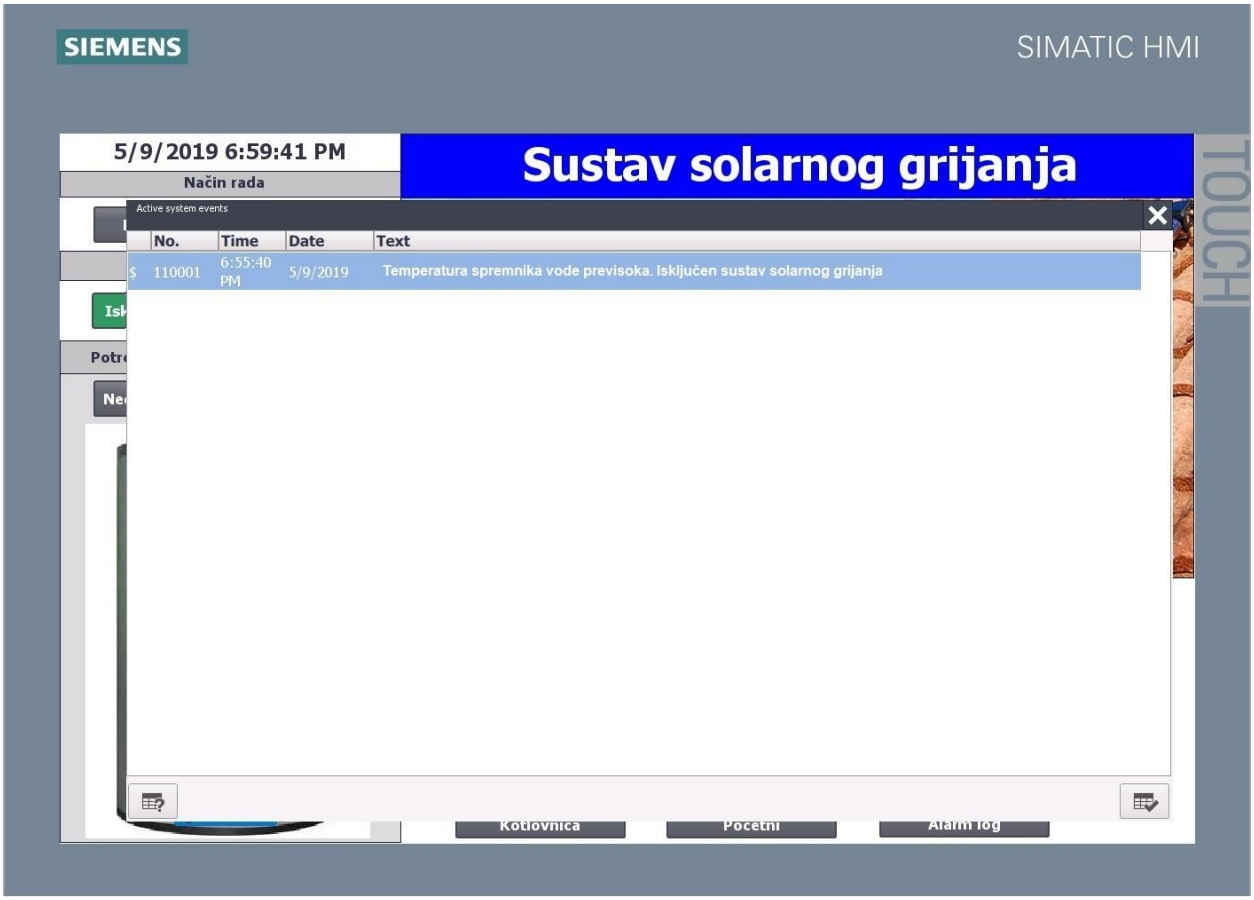
5.1.6. Reakcije sustava na upozorenja i alarme

Prilikom prevelikog zagrijavanja spremnika do te mjere da se i temperatura u spremniku podigne iznad za to predviđene, javlja se alarm. Ukoliko izlazna temperatura vode iz kolektora prijeđe maksimalnu dopuštenu temperaturu podešenu u postavkama sustava, tad sustav javlja alarm te se na zaslonu promjeni područje temperature vode u previsoku. Sustav dopušta takvu situaciju sve dok se voda u spremniku ne podigne na više od 90°C. Sigurnosni ventil prekida dotok vode iz kolektora u spremnik te se grijanje gasi dok se voda ne ohladi. Grijanje ostaje isključeno dok temperatura vode u spremniku ne padne ispod podešene vrijednosti što je vidljivo na slici 5.10. Vrijednost ovisi o vrsti peći i o korisniku koji može mijenjati parametre peći i prilagoditi ih vlastitim potrebama i željama. Najčešća podešavanja, koje korisnik primjenjuje, su paljenje i gašenje sustava koja se najčešće koristi u zimi. Primjer podešavanja je da se prije odlaska na spavanje smanji temperatura prostora kuće (npr. 18°C) te održava željena temperatura vode u spremniku (npr. 50°C). Ukoliko je potrebno, sustav će se upaliti i dogrijavati vodu ili prostor prema podešenim parametrima. Takva regulacija sustava znatno štedi i vrijeme i novac pošto se sustav prilagođava potrebama korisnika.



Slika 5.10 Isključivanje sustava radi prevelike temperature

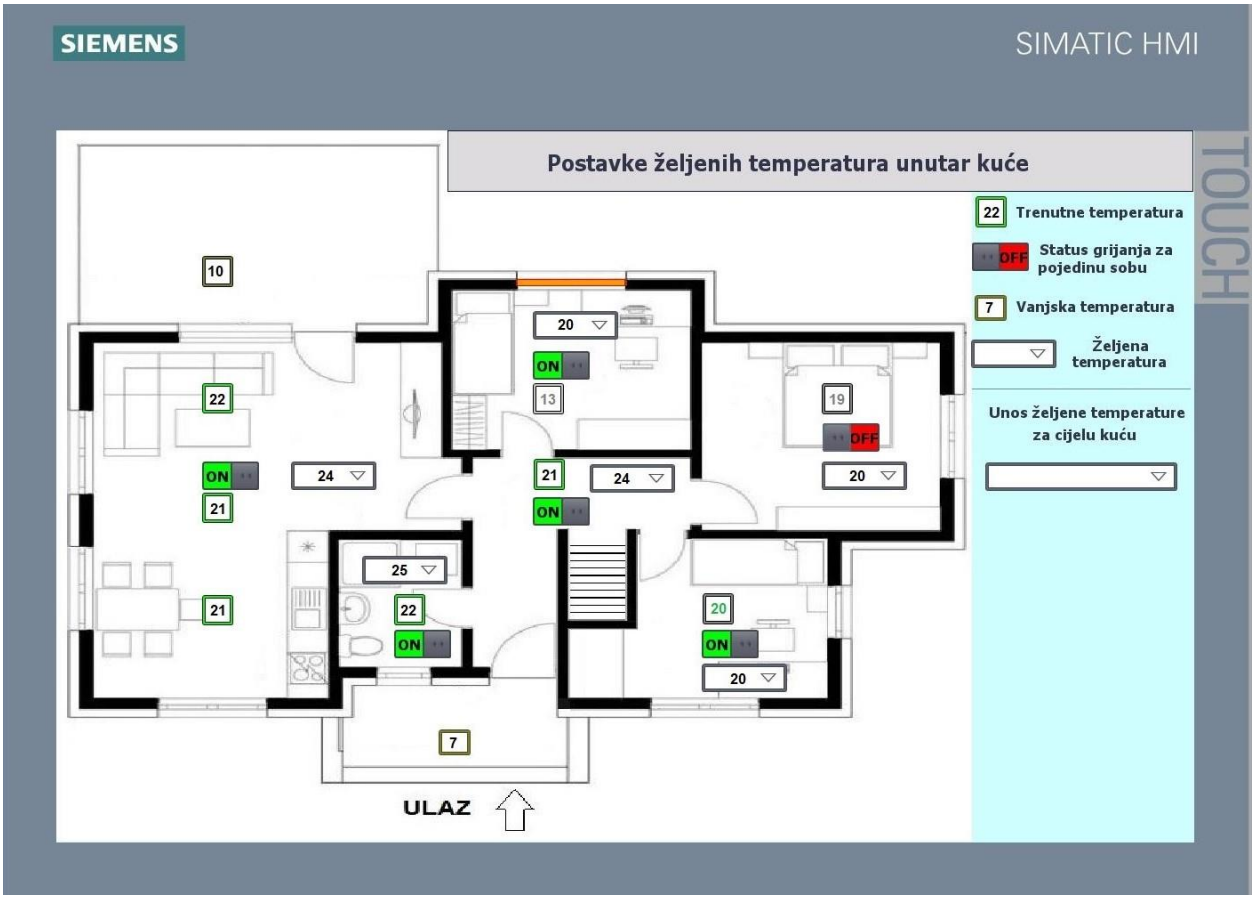
Na slici 5.11 prikazana je situacija pojave alarma kao skočnog ekrana. On se pojavi u trenutku kada sistem ne radi onako kako je podešen. Obavještava korisnika o nastaloj grešci te upute o reakciji sustava na grešku. Primjer je previsoka temperatura u spremniku sa slike 27 koja je postignuta u 18 sati i 54 minute. Sustav javlja alarm otprilike minutu kasnije nakon što je primijetio anomaliju. Alarm sadrži podatke o broju greške, vremenu pojave alarma, datumu pojave alarma, opis alarma i reakciju sustava na alarm.



Slika 5.11 Prikaz pojave alarma na sustavu solarnog grijanja

5.1.7. Postavljanje temperatura

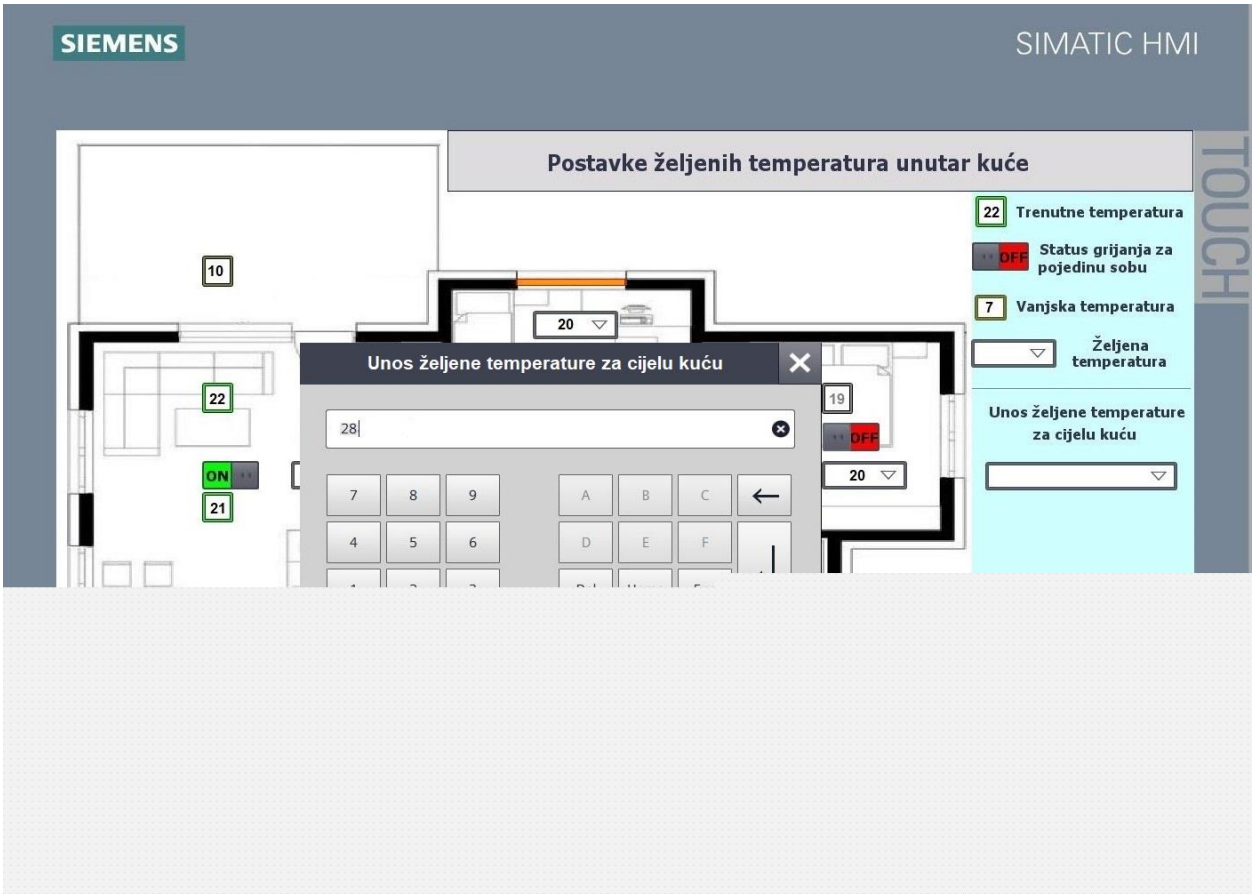
Slika 5.12 prikazuje nam kako radi sistem. Simulirane su određene vrijednosti za svaki od mogućih slučaja.



Slika 5.12 Postavke temperatura unutar kuće

Vanjske temperature su 10°C i 7°C. Mjere se na sjevernoj i južnoj strani kuće, tj. na ulazu u kuću i na terasi. U dnevnoj sobi je željena temperatura podešena na 24°C. U sobi na senzorima temperature su očitanja 21°C , 21°C i 22°C. Grijanje je uključeno te će sustav grijati do željene temperature. Hodnik i kupaonica imaju niže temperature od željene temperature te je grijanje uključeno. Ostale su spavaće sobe u kojima su simulirana ostala moguća stanja sustava. Prva spavaća soba je najsjevernije, pokraj terase. U njoj je trenutno 13°C dok je željena temperatura postavljena na 20°C. Grijanje u sobi je uključeno, ali zbog otvorenog prozora zagrijavanje prostorije nije moguće. Da bi se nastavilo zagrijavanje, potrebno je zatvoriti prozor. Kako bi korisnik pravovremeno bio obavješten o situaciji u sobi, sustav mu izbacuje upozorenje da grijanje ne radi zbog otvorenog prozora. Soba pokraj ima drugačiju situaciju. Trenutna temperatura u sobi je 19°C, a željena je 20°C. Da se nebi zbog 1 stupnja palilo grijanje, korisnik je ugasio grijanje za tu sobu. Druga mogućnost je bila staviti željenu temperaturu na 19°C i

upaliti grijanje, tada bi sustav održavao tu temperaturu u sobi. Treća soba ima upravo takav slučaj. Željena temperatura je 20°C kao i trenutna temperatura. Grijanje sobe je uključeno što znači da sustav održava temperaturu. Unutar kuće ima 6 prostorija kojima korisnik može upravljati. Kako bi se sustav pojednostavio, na desnoj margini sa slike 5.13 uz opis znakova sa tlocrta nalazi se i unos željene temperature za cijelu kuću. Ako korisnik u tu rubriku upiše određenu temperaturu tada se ona prepisuje na sve prostorije unutar kuće.



Slika 5.13 Unos željene temperature

6. Usporedba i analiza troškova pojedinih sustava grijanja

Cijena sustava bitan je čimbenik za odabir sustava grijanja. Svakom kupcu sustava grijanja potrebne su informacije poput potrošnje sustava, efikasnosti i cijene. Kao što su bitne cijene sustava tako su bitne i cijene energenata koje su vidljive na slici 6.1.

Slika 6.1 Prikaz cijene energenata za grijanje kuće od 100 kvadrata u periodu 1 godine [21]

Kako bi se lakše prikazala usporedba troškova grijanja s obzirom na korišteni energent poslužiti će primjer prije spomenute kuće od 124 m^2. Ovisno o starosti obiteljske kuće i kvadraturi procjenjuje se specifična korisna energija za grijanje. Na primjeru naše kuće uzmimo za primjer da je ona sagrađena između 1987. i 2006. godine. Iz tablice 1 vidljivo je da je specifična korisna energija za grijanje 150 kWh/m^2.

Tabela 1 Korisna energija za grijanje u ovisnosti o godini izgradnje objekta

Razdoblje izgradnje	Specifična korisna energija za grijanje [kWh/(m2 a)]
do 1940.	180
1940. - 1970.	250
1970. - 1987.	200
1987. - 2006.	150
2006. - 2009.	100
2009. - danas	70

6.1. Sustav grijanja na plin

Prosječna korisnost sustava na plin je oko 99% (Hs) za grijanje objekta, a 110% (Hi) za grijanje sanitarne vode. Plin se mjeri u m3 dok se obračunava u kWh. Prosječna cijena plina je

0,33 kn /kWh. Cijena plinskog kondenzacijskog bojlera 25kW iznosi 9 892,82 kn te dodatni spremnik od 1 000 l dođe 5 710 kn. Godišnja potrošnja takvog sustava prikazana je u nastavku.

Izračun godišnje potrošnje temeljem formule (1)

- Kvadratura kuće: 124 m^2
- Specifična korisna energija za grijanje: 150 kWh/m^2

$$kvadratura\ kuće\ [\mathrm{m2}] * specifična\ korisna\ energija\left[\frac{\mathrm{kWh}}{\mathrm{m2}}\right] = utrošak\ energije\ na\ grijanje[kWh/a]$$

$$124\ [\mathrm{m2}] * 150\left[\frac{\mathrm{kWh}}{\mathrm{m2}}\right] = 18\,600[kWh/a] \qquad (1)$$

Izračun cijene godišnje potrošnje plina prikazan je formulom (2):

$$18\,600\left[\frac{\mathrm{kWh}}{\mathrm{m2}}\right] * 0{,}33\ \left(\frac{kn}{kWh}\right) = 6\,138\ [kn] \qquad (2)$$

Ukupna cijena sustava plina u 1 godini bila bi:

Plinski kondenzator	9 892,82 kn
Dodatni spremnik	5 710,00 kn
Instalacija sustava	2 000,00 kn
Prosječni utrošak plina	6 138,00 kn
----------	----------
Ukupno :	23 740,82 kn

Prednosti takvog sustava su:

- Ne zauzima puno prostora.
- Niska cijena sustava.

Nedostaci takvog sustava su:

- Ispuštanje CO_2 .
- Variranje cijene plina – porast cijene.
- Mogućnost puštanja plina.
- Mogućnost eksplozije.

6.2. Grijanje na pelete

Korisnost sustava na pelete je oko 95%. Peleti se kupuju po kilogramima, dok se njihova energija obračunava u kWh. Prosječna cijena peleta je 2,30 kn/kg. U prodaji ih ima od 1,50 kn

do 3.5 kn po kg. Cijena peći za pelete 25kW iznosi 8 889,97 kuna te dodatni spremnik od 1 000 l 5 710 kn. Godišnja potrošnja takvog sustava prikazana je u nastavku.

Izračun godišnje potrošnje temeljem formule (1)

$$124\ [\mathrm{m2}] * 150\left[\frac{\mathrm{kWh}}{\mathrm{m2}}\right] = 18\,600[kWh] \quad (1)$$

Sati grijanja peći u sezoni izračunato je po formuli (3)

- potrošnja energije po satu: 25 kwh

$$\frac{18\,600[kWh]}{25\ [kW]} = 744\ [h] \text{ -› } 31 \text{ dan} \quad (3)$$

S obzirom da na 1 sat grijanja peć potroši 4.72 kg peleta slijedi formula (4)

$$744\ [h] * 4{,}71\ [kg] = 3\,509{,}4\left[\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{g}}\right] \quad (4)$$

Izračun cijene godišnje potrošnje peleta prikazan je formulom (5):

$$3\,509{,}4[kg] * 2{,}3\left[\frac{\mathrm{kn}}{\mathrm{kg}}\right] = 8\,071{,}62\ kn \quad (5)$$

Ukupna cijena sustava grijanja na pelete u 1 godini bila bi:

Cm Pelet-set peć	8 889,97 kn
Dodatni spremnik	5 710,00 kn
Instalacija sustava	2 000,00 kn
Prosječni utrošak peleta	8 071,62 kn
---	---
Ukupno :	24 671,59 kn

Prednosti takvog sustava su:

- Ekološki prihvatljivo grijanje jer nema ispuštanja CO_2 .
- Neovisnost o mreži.

Nedostaci takvog sustava su:

- Potrebno mjesto za skladištenje peleta.
- Cijena sustava za pelete je visoka.
- Potrebno redovno održavanje zbog pokretnih dijelova.
- Nužnost električne energije.

6.3. Solarno grijanje

Solarno grijanje nije moguće kroz cijelu godinu stoga često dolazi u kombinaciji s jednim od alternativnih sustava kao što su plin, peleti i drva. Korisnost solarnog sustava je od 50% do 80% . Cijena solarnog sustava sa 4 kolektora i spremnikom od 500 l iznosi 19 653,32 kune. Godišnja potrošnja takvog sustava prikazana je u nastavku.

Ukupna cijena solarnog sustava grijanja u 1 godini bila bi:

Sustav solarnih panela	19 653,32 kn
Postavljanje sustava	2 000,00 kn
Ukupno :	21 653,32 kn

Prednosti takvog sustava su:

- Manja energetska potrošnja.
- Iskorištena sva energija.
- Ušteda do 60% godišnje.
- Nema ispuštanja CO_2.
- Povrat investicije u razdoblju od 3 do 20 godina.

Nedostaci takvog sustava su:

- Ovisnost o vremenu.
- Mogućnost pregrijavanja.
- Potrebna krovna konstrukcija.
- Ako se nestručno projektira sustav može neučinkovito raditi.

6.4. Grijanje električnom energijom

Korisnost grijanja električnom energijom iznosi oko 107% ako se koriste toplinske pumpe. Struja se mjeri u kWh. Cijena toplinske pumpe od 7 kW iznosi 44 965,80 kuna. Godišnja potrošnja takvog sustava prikazana je u nastavku.

Godišnja potrošnja upisana u katalogu:

4000 kWh

Izračun cijene godišnje potrošnje struje prikazan je formulom (6):

$$4\,000[kWh] * 1\left[\frac{\text{kn}}{\text{kWh}}\right] = 4\,000\,kn \quad (6)$$

Ukupna cijena sustava grijanja električnom energijom u 1 godini bila bi:

Toplinska pumpa	44 965,80 kn
Prosječni utrošak struje	4 000,00 kn
Postavljanje sustava	2 000,00 kn
---	---
Ukupno :	50 965,80 kn

Prednosti takvog sustava su:

- Ekološki prihvatljivo grijanje jer nema ispuštanja CO_2.
- Štedljiva.
- Isplati se nakon nekoliko godina.
- Mogućnost grijanja i hlađenja.

Nedostaci takvog sustava su:

- Nužnost električne energije.
- Buka.
- Veća početna ulaganja.

6.5. Analiza rezultata

Iz rezultata je vidljivo da su svi sustavi dosta skupi. Potrebno je dobro razmisliti koji sustav je za vašu kuću idealan. Sama investicija u sustav nije najveći dio investicije. Energenti su najskuplji dio cijele ove financijske računice. Kad bi usporedili troškove za sva tri sustava grijanja, dobili bi rezultate prikazane u tabeli 2, uz uvjet da se cijene energenata u 10 godina ne mijenjaju.

Tabela 2 Prikaz potrošnje grijanja u periodu od 10 godina

Godina	Struja	Pelet	Plin
1	50.965,80 kn	24.671,59 kn	23.740,82 kn
2	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
3	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
4	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
5	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
6	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
7	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
8	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
9	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
10	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
Ukupno	86.965,80 kn	97.316,17 kn	78.982,82 kn

U periodu od 10 godina najisplativije je uložiti u plin. Cijena plina ima tendenciju rasta pa se postavlja pitanje hoće li za 10 godina plin biti najjeftiniji energent. Drugi sustav po cijeni isplativosti je sustav grijanja strujom koji ima najmanje mjesečne troškove, ali je početna investicija bila dosta veća. Nastavimo li usporedbu do 20 godina dobijemo rezultate s tabele 3.

Tabela 3 Prikaz potrošnje grijanja u periodu od 20 godina

Godina	Struja	Pelet	Plin
1	50.965,80 kn	24.671,59 kn	23.740,82 kn
2	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
3	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
4	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
5	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
6	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
7	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
8	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
9	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
10	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
11	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
12	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
13	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
14	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
15	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
16	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
17	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
18	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
19	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn
20	4.000,00 kn	8.071,62 kn	6.138,00 kn

Ukupno	126.965,80 kn	178.032,37 kn	140.362,82 kn

Nakon razdoblja od 20 godina najefikasniji način grijanja je toplinska pumpa. Takav rezultat dobiven je samo na bazi prosječnih godišnjih troškova s time da u cijenu nisu uračunati redovni i izvanredni servisi.

7. Zaključak

U ovom radu je kroz temu grijanja u pametnoj kući opisan objedinjen sustav za kombinirano ekološki prihvatljivo grijanje. Solarno grijanje i peleti su najraširenij sustav „zelenog“ grijanja. Tom je sustavu dodan sustav grijanja na plin koji bi se primjenjivao kad uvjeti za prva dva sustava nebi bila zadovoljena. Grijanje je postupak kojim se povećava temperatura unutar nekog prostora. Samo grijanje dobiva se izgaranjem gorivog materijala kao što su plin, drvo, ugljen itd.

Definiran cilj završnim radom je ostvaren, ali sustav vizualizacije i upravljanja otvara još niz drugih mogućnosti kojima bi se moglo unaprijediti sustav. Osim grijanja u sustav je moguće uključiti i druge sustave kao što su rasvjeta, rolete, klimatizacija, prozračivanje, navodnjavanje itd. Samim time bi se još više povećao komfor korisnika kuće. Isto tako proširenje sustava vizualizacije je moguće i na sustave pametnih telefona kojima bi se moglo upravljati pametnom kućom. Korisnik bi sa nekog drugog mjesta ili posla mogao kontrolirati uvjete u kući. Otvoriti prozore, uključiti navodnjavanje, pogledati nadzorne kamere ili uključiti perilicu za rublje. Postoji beskonačno mogućnosti kod takvih sustava.

Kroz analizu podataka ovisno o uvjetima u kojima se živi, o veličini kuće i financijskoj mogućnosti, potrebno je dobro proračunati isplativost sustava grijanja. Svaki sustav ima svoje prednosti i nedostatke, ali ukoliko ih se kombinira neki nedostaci se mogu anulirati. Sustavi grijanja su jedinstveni i nema idealnog rješenja koje bi zadovoljilo sve korisnike. Prije kupnje bilo kojeg od sustava potrebno se dobro posavjetovati sa stručnjacima i utvrditi idealno rješenje za vaše kućanstvo.

8. **Literatura**

[1] http://tnative.tportal.hr/pametne-kuce-u-hrvatskoj/
dostupno 18.03.2018

[2] http://www.novilist.hr/Vijesti/Gospodarstvo/Hrvatska-kucanstva-najvise-trose-za-hranu-i-pice-Uz-kruh-i-mlijeko-najcesce-jedemo-piletinu-i-krumpir
dostupno 21.10.2018

[3] http://www.idop.hr/hr/o-nama/knjiznica/brosure/znanjem-do-ugodnijeg-stanovanja/
dostupno 18.03.2018

[4] D. Srpak; F. Laszlo; E. George :
Evaluation of the interdisciplinary curriculum for NZEB. // INTED2019, Proceedings, 13th International Technology, Education and Development Conference / Valencia (Spain): IATED Academy, 2019.
str. 5031-5035

[5] D. Srpak; E. Tomičić; E. György
Designing the interdisciplinary curriculum for NZEB. // ICERI2018 Proceedings / Seville (Spain): IATED Academy, 2018.
str. 5610-5615

[6] http://www.v-educa.com/sitelab/upload/downloads/handbook-v-educa.pdf
dostupno 03.03.2019

[7] https://hr.wikipedia.org/wiki/Grijanje
dostupno 03.03.2019

[8] http://www.plinacro.hr/default.aspx?id=162
dostupno 18.03.2019

[9] https://strujaplin.com/faq/grijanje-struja-vs-plin
dostupno 18.03.2019

[10] https://strujaplin.com/index.php/energetsko-trziste/cijene-plina
dostupno 18.03.2019

[11] https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici/proizvodi/ecotec-plus-vuw-int-i-206-5-5-306-5-5-847.html
dostupno 18.03.2019

[12] https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici/proizvodi/ecocompact-vsc-206-4-5-306-4-5-218.html
dostupno 18.03.2019

[13] https://likemetkovic.hr/portal/fon-za-zastitu-okolisa-sufinancira-troskove-grijanja-na-obnovljive-izvore/peleti/
dostupno 18.03.2019

[14] https://termometal.hr/blog/clanci/kako-prepoznati-kvalitetan-pelet18/?gclid=Cj0KCQiAnY_jBRDdARIsAIEqpJ2JiSQ8y9TFwmJxNB-O60ZZxpuzrI6Jkkrnn5RM09TxGfEzR522NWQaAs0MEALw_wcB
dostupno 13.02.2019

[15] https://www.centrometal.hr/portfolio/cvskc-10-cijevni-vakuumski/
dostupno 29.10.2018

[16] https://www.fero-term.hr/web/5-vrsta-grijanja-i-kako-odabrati-ono-idealno/96
dostupno 07.05.2019

[17] https://www.enekom.net/ic-grijanje/
dostupno 14.05.2019

[18] https://www.vaillant.hr/downloads/prospekti/prospekt-dizalice-topline-geotherm-092013-159886.pdf
dostupno 01.06.2019

[19] https://smartify.in/energy-efficiency/
dostupno 30.05.2019

[20] http://www.domusplus.hr/hr/kuce/terra/terra-tlocrt-2/
dostupno 01.03.2019

[21] https://www.tportal.hr/biznis/clanak/izracunali-smo-na-sto-se-najvise-isplati-grijati-a-od-kojeg-bi-vam-se-energenta-mogla-slediti-krv-u-zilama-foto-20181129
dostupno 30.05.2019

9. **Popis slika**

Slika 1.1 Prikaz omjera prisutnosti aparata u 1968. i 2014. godini [1] 8
Slika 1.2 Prikaz potrošnje energije u hrvatskom kućanstvu [3] 3
Slika 2.1 Prikaz potrošnje energenata u kućanstvu EU 4
Slika 2.2 Zadani ciljevi EU do 2020. godine [5] 6
Slika 2.3 Prikaz modela nZEB kućanstva [6] 7
Slika 2.4 Praktični dio nastave, testiranje sa opremom za puhanje [5] 8
Slika 2.5 Rad sa programima za simulaciju [5] 10
Slika 3.1 Sustav kombiniranog grijanja pametne kuće 12
Slika 3.2 Ulaz plina u sustav opskrbe RH [8] 13
Slika 3.3 Cijene energenata u 2013. godini [10] 14
Slika 3.4 Sustav grijanja na plin 15
Slika 3.5 Kondenzacijski bojler [11]
Slika 3.6 Izgled kondenzacijskog bojlera [11] 15
Slika 3.7 Kondenzacijski kotao[12]
Slika 3.8 Izgled kondenzacijskog kotla [12] 16
Slika 3.9 Prikaz peleta [13] 18
Slika 3.10 Sustav kombiniranog grijanja [15] 21
Slika 3.11 Prikaz razlike između klasičnog grijanja i grijanja infracrvenim panelima [17] 22
Slika 3.12 Prikaz kružnog procesa grijanja dizalice topline [18] 23
Slika 4.1 Prikaz potrošnje energije za struju [19] 24
Slika 5.1 Tlocrt kuće planirane prema projektu [20] 25
Slika 5.2 Tlocrt podruma sa postrojenjem za grijanje vode 26
Slika 5.3 Prikazan je tlocrt kuće sa razvodom grijanja, senzorima i rasvjetom 26
Slika 5.4 Prikaz segmentnog grijanja dnevne sobe i kuhinje 27
Slika 5.5 Početni zaslon 29
Slika 5.6 Zaslon kotlovnice 30
Slika 5.7 Sustav grijanja na pelete 31
Slika 5.8 Sustav grijanja na plin 32
Slika 5.9 Sustav solarnog grijanja 33
Slika 5.10 Isključivanje sustava radi prevelike temperature 34
Slika 5.11 Prikaz pojave alarma na sustavu solarnog grijanja 35
Slika 5.12 Postavke temperatura unutar kuće 36
Slika 5.13 Unos željene temperature 37

Slika 6.1 Prikaz cijene energenata za gijanje kuće od 100 kvadrata u periodu 1 godine [21] 38

10. **Popis tabela**

Tabela 1 Korisna energija za grijanje u ovisnosti o godini izgradnje objekta.....38
Tabela 2 Prikaz potrošnje grijanja u periodu od 10 godina.....43
Tabela 3 Prikaz potrošnje grijanja u periodu od 20 godina.....44

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DAMIR MIHOCI *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom EKOLOŠKI PRIHVATLJIVO GRIJANJE U PAMETNOJ KUĆI *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Damir Mihoci
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, DAMIR MIHOCI *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom EKOLOŠKI PRIHVATLJIVO GRIJANJE U PAMETNOJ KUĆI *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Damir Mihoci
(vlastoručni potpis)