Zamjena plinskog bojlera novim uređajem

Boduljak, Boris Ruđero

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:151464

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Sveučilišni studij

ZAMJENA PLINSKOG BOJLERA NOVIM UREĐAJEM

Diplomski rad

Boris-Ruđero Boduljak

Osijek, 2017.

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Osijek, 20.09.2017.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Ime i prezime studenta:	Boris Ruđero Boduljak
Studij, smjer:	Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
Mat. br. studenta, godina upisa:	D-821, 07.10.2014.
OIB studenta:	86111985681
Mentor:	Doc.dr.sc. Hrvoje Glavaš
Sumentor:	Marko Rašić
Sumentor iz tvrtke:	
Predsjednik Povjerenstva:	Izv.prof.dr.sc. Tomislav Barić
Član Povjerenstva:	Doc.dr.sc. Krešimir Fekete
Naslov diplomskog rada:	Zamjena plinskog bojlera novim uređajem
Znanstvena grana rada:	**Elektroenergetika (zn. polje elektrotehnika)**
Zadatak diplomskog rada:	Zadatak diplomskog rada je iskazati opravdanost zamjene standardnog plinskog kotla s kondenzacijskim i ugradnje termoregulacijskih ventila na ogrjevna tijela unutar proizvoljno odabranog stambenog objekta. Sam izračun potrebno je argumentirati i opisati provedbom energetskog pregleda postupkom propisanim metodologijom.
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 2 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	20.09.2017.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

IZJAVA O ORIGINALNOSTIRADA

Osijek, 07.11.2017.

Ime i prezime studenta:	Boris Ruđero Boduljak
Studij:	Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
Mat. br. studenta, godina upisa:	D-821, 07.10.2014.
Ephorus podudaranje [%]:	8%

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom**: Zamjena plinskog bojlera novim uređajem**

izrađen pod vodstvom mentora Doc.dr.sc. Hrvoje Glavaš

i sumentora Marko Rašić

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

1.1. Zadatak diplomskog rada 1

2. EUROPSKA POLITIKA ENERGETSKOG RAZVOJA I NJEZINA PROVEDBA U RH ... 2

2.1. EU Direktiva o energetskoj učinkovitosti 2012/27/EU 2

2.2. Primjena EU direktiva u zakonodavstvo RH 3

2.3. Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14) 3

2.4. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15) 4

2.5. Energetski pregled zgrade 7

2.6. Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju NN (22/16) 8

2.7. Metodologija provedbe energetskog pregleda 9

2.8. Utvrđivanje energetskih svojstava zgrade 10

2.9. Osnovni elementi energetskog certifikata zgrade 11

2.10. Tehnički pravilnik o dimnjačarstvu 12

2.11. Thorium A+ programska podrška (za certificiranje) 13

3. PROIZVODNJA TOPLINSKOG GRIJANJA NA PLINSKU TEHNIKU U KUĆANSTVIMA 15

3.1. Toplinska ugodnost 15

3.2. Podjele bojlera 15

3.3. Konstrukcije kombi bojlera 17

3.4. Plinski kondenzacijski uređaji 19

3.5. Razlika između kondenzacijskih bojlera i kotlova 23

3.6. Sanacije dimnjaka pri ugradnji kondenzacijskog bojlera 24

4. PRIMJER PRORAČUNA, ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I MJERE POBOLJŠANJA PREMA ZAKONODAVNIM NORMAMA 26

4.1. Lokacija, opis i namjena građevine 26
4.2. Tehnički sustavi u građevini 31
4.3. Sustav grijanja 32
4.4. Toplinski gubitci i proračun potrebne toplinske energije za grijanje građevine 37
4.5. Priprema potrošne tople vode (PTV) 45
4.6. Prikaz proračuna za primarnu i dostavljenu energiju, te usporedba potrošnje energije standardnog i kondenzacijskog bojlera 45
4.7. Financijska analiza i izračun smanjenja emisije CO_2 53
5. ZAKLJUČAK 56
LITERATURA 57
SAŽETAK 59
ABSTRACT 59
ŽIVOTOPIS 60

1. UVOD

Ulaskom Hrvatske u EU dolazi do promjena u gospodarenju energije, te se određuju pravila i zakoni kojima se provode uštede. Kako je najveći dio energije potrošen u zgradarstvu, time se ovaj sektor nalazi na vodećem mjestu u programu gospodarenja energije.

Područje energetske učinkovitosti nije samo privremeni trend koji se javlja u graditeljstvu, nego je to temelj za bolji, ugodniji, ljepši život u očuvanom okolišu.

Ovim diplomskim radom ukratko je opisano kroz drugu i treću cjelinu uređenje europske politike te njezine primjene u hrvatskom zakonodavstvu, kao i primjeri funkcioniranja plinske tehnike u svrhu grijanja obiteljskih stambenih kuća te je četvrtom cjelinom opisan detaljan postupak proračuna potrošne toplinske energije stambene obiteljske kuće proveden prema svim zakonima i normama koji su na snazi.

1.1. Zadatak diplomskog rada

Zadatak diplomskog rada je iskazati opravdanost zamjene standardnog plinskog kotla s kondenzacijskim i ugradnje termoregulacijskih ventila na ogrjevna tijela unutar proizvoljno odabranog stambenog objekta. Sam izračun potrebno je argumentirati i opisati provedbom energetskog pregleda postupkom propisanim metodologijom.

2. EUROPSKA POLITIKA ENERGETSKOG RAZVOJA I NJEZINA PROVEDBA U RH

Komisija EU početkom 2010. godine predlože desetogodišnju strategiju pod nazivom Europa 2020 kojom bi cilj bio osiguravanje rasta gospodarstva i povećanje radnih mjesta unutar EU [2].

Osim rješavanja gospodarske krize, prvenstveni cilj je strategija tzv. Europa 2020. koja navodi na [2]:

- pametnog (razvijanje ekonomije temeljene na znanju i inovaciji),
- održivog (razvoj ekonomije koja učinkovitije iskorištava resurse, koja je zelenija i konkurentnija)
- uključivog (ekonomija koja donosi društvenu i teritorijalnu povezanost) rasta.

Da bi se svi zamišljeni ciljevi ostvarili koji su u parlamentu postavljeni, dogovara se nova strategija gospodarenja nazvana strategijom Europa 2020., te se u njoj javlja cijeli niz dokumenata potreban za to, a jedan od najvažnijih je Direktiva EU. Ona predstavlja temeljni zakonodavni okvir unutar svake zemlje članice. Svi dokumenti i pravilnici u zemljama članicama moraju biti donešeni u skladu s Direktivom EU.

2.1. EU Direktiva o energetskoj učinkovitosti 2012/27/EU

Europski Parlament i Vijeće dana 25. listopada 2012 donijelo je Direktivu 2012/27/EU pod nazivom. *"Directive 2012/27/eu of the european parliament and of the council of 25 october 2012 on energy efficiency"* [3]. Nova Direktiva postavlja još zahtjevnije mjere u pogledu energetske učinkovitosti. Razlog donošenja nove Direktive je prije svega velika ovisnost EU o uvozu energije, te oskudnim izvorima kao i sve većom potrebom zaštite okoliša i ograničavanje klimatskih potreba.

Uz sve te promjene najvažnije su one predviđene za zgradarstvo. Kako zgrade troše 40 % krajnje energije, gradnjom novih energetski učinkovitih zgrada, ali i obnovom starih zgrada postigla bi se značajna ušteda energije [3]. Države članice, osim u zgradastvu, Direktiva usmjerava na poticaj ušteda energije i u industriji. To je iznimno bitno kod malih i srednjih poduzeća, te bi oni s time povećali svoju konkuretnost na tržištu. Kod velikih poduzeća energetski pregledi su obavezni, zbog značajnih ušteda energije. Zemlje članice, ovom Direktivom, poticane su sa raznim europskim fondovima, čija bi sredstva uložili u svoje pogone s namjenom za povećanje njihove energetske učinkovitosti pa bi i time olakšali postizanje cilja uštede energije na nacionalnoj razini.

2.2. Primjena EU direktiva u zakonodavstvo RH

Da bi ostvarili zajedničke ciljeve EU, potrebno je nacionalne ciljeve svake zemalje članice uskladiti s ciljevima EU. Jedini način kojim je moguće to izvest je usklađivanjem zakonodavstva sa zakonodavstvom EU. Implementacija Direktive temeljena je sa Akcijskim planom za implementaciju, koje je iznjelo Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Uz navedeno Ministarstvo implementacija Direktive utječe i na Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, koji su proveli implementaciju Direktive triju zakonima:

- Zakon o gradnji (u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva),
- Zakon o prostornom uređenju (u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva),
- Zakon o energetskoj učinkovitosti (u nadležnosti Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva).

Temeljem ova tri navedena zakona, uvedeni su i mnogi podzakonski akti s kojima se omogućuje:

- energetsko certificiranje zgada,
- osposobljavanje stručnih kvalificiranih nezavisnih stručnjaka,
- propisivanje minimalnih zahtjeva za energetsku učinkovitost novih i postojećih zgrada,
- definiranje metodologije proračuna energetskih svojstava zgrade [1].

2.3. Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14)

Hrvatsko sabor na sjednici dana 17. listopada 2014. godine objavljuje novi zakon, tj. Zakon o energetskoj učinkovitosti [4], objavljen u NN (127/14) koji stupa na snagu 05.11.2014. i time mjenja dotadašnji Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji. Novi zakon sadrži 47 članaka, podijeljenih u 8 poglavlja, a ona su :

- opće odredbe,
- ovlasti nadležnih tijela,
- planovi energetske učinkovitosti,
- obveze energetske učinkovitosti,
- energetska usluga,
- nadzor,
- prekršajne odredbe,
- prijelazne i završne odredbe.

Svrha ovog Zakona je ostvarivanje ciljeva održivog energetskog razvoja:

- smanjenje negativnih utjecaja na okoliš,
- poboljšanje sigurnosti opskrbe energijom,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova,
- poštovanje mjera energetske učinkovitosti u svim sektorima potrošnje energije [4].

Ovim Zakonom se u zakonodavstvo Republike Hrvatske implementira Direktiva 2012/27/ EU Europskog parlamenta od 25. listopada 2012. o energetskoj učinkovitosti [4].

Zakon određuje pravila i regulative energetske obnove i usluge. U Zakonu o energetskoj učinkovitosti temeljito su opisane dužnosti i ciljevi uštede energije za opskrbljivače, distributere energije, operatore prijenosnog, distribucijskog sustava, krajnje korisnike, tijela koja vrše praćenje i nadzor ušteda energije. Energetska obnova zgrade je mjera provedbe energetske učinkovitosti izglasane, u EU parlamentu, u svrhu poboljšanja energetskog svojstva zgrade.

Zakon o energetskoj učinkovitosti omogućava energetsku obnovu višestambenih zgrada. Obnova se provodi sukladno nacionalnim Programima energetske obnove višestambenih zgrada. Naručitelji su suvlasnici zgrade te nije potrebna 100% suglasnost, nego odlučuje natpolovična većina suvlasnika zgrade. Zakonom se još koordinira provedba i rezultati mjera povećanja energetske učinkovitosti te se regulira zelena javna nabava.

2.4. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)

Tehnički propis je akt kojim se u skladu s načelima europskog usklađivanja tehničkog zakonodavstva određuju temeljni zahtjevi za građevinu, svojstva koja građevni proizvodi moraju imati u odnosu na njihove bitne značajke te drugi tehnički zahtjevi vezani za građevine i njihovo građenje [5].

Tehničkim propisom je obuhvaćena gradnja novih zgrada ali i rekonstrukcija postojećih zgrada. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15) primjenjuje se od 1. siječnja 2016. godine. Njega donosi ministar te se objavljuju u Narodnim novinama.

Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti sadrži 75 članaka, podijeljenih u 8 poglavlja:

- opće odredbe,
- tehnički zahtjevi za racionalnu upotrebu energije i toplinsku zaštitu za nove zgrade,

- tehnički zahtjevi za racionalnu upotrebu energije i toplinsku zaštitu kod rekonstrukcije postojećih zgrada,
- ostali tehnički zahtjevi za racionalnu upotrebu energije i toplinsku zaštitu u zgradama,
- sadržaj projekta zgrade u odnosu na racionalnu upotrebu energije i toplinsku zaštitu u zgradama,
- iskaznica energetskih svojstava zgrade,
- održavanje zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu,
- prijelazne i završne odredbe.

Ovim propisom se implementira Europska Direktiva o energetskim svojstvima zgrade, a osim 75 članaka sadrži i 5 priloga. Najvažniji prilog za obrađujuću temu je Prilog B, čiji je sadržaj slijedeći:

Prilog B - Sadrži:

- popis najvećih dopuštenih vrijednosti koeficijenata prolaska topline U, građevnih dijelova zgrade koje treba ispuniti pri projektiranju novih i rekonstrukciji postojećih zgrada i utvrđene vrijednosti tehničkih svojstava nekih građevnih proizvoda s kojima se mogu provoditi dokazani proračuni propisani ovim propisom,
- propisane najveće dopuštene vrijednosti godišnje potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade $Q''_{H,nd}$ (kWh/ (m² a)),
- najveće dopuštene vrijednosti godišnje isporučene energije po jedinici ploštine korisne površine zgrade E_{del} (kWh /m^2a),
- najveće dopuštene vrijednosti godišnje primarne energije po jedinici ploštine korisne površine zgrade E_{prim} (kWh /m^2a) [6].

Sve veličine kojim se izražavaju tehnički zahtjevi za racionalnu uporabu energiju i toplinsku zaštitu, posebno koeficijenti prolaska topline smiju prelaziti dopuštene vrijednosti utvrđene u prilogu B ovog propisa, odnosno moraju biti niži od dozvoljenih koji su prikazani u tablici 2.1.

Tablica 2.1. *Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U [W/(m²K)]* [6]

Red-ni broj	Građevni dio	U (W/(m²K))			
		$\Theta_{int,set,H} \geq 18°C$		$12\ °C \leq \Theta_{int,set,H} < 18°C$	
		$\Theta_{e,mj,min} \leq 3\ °C$	$\Theta_{e,mj,min} > 3\ °C$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3\ °C$	$\Theta_{e,mj,min} > 3\ °C$
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garađi, zidovi prema provjetravanom	0,30	0,45	0,50	0,60

2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, ostali prozirni elementi	1,60	1,80	2,50	2,80
3.	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata	1,10	1,40	1,40	1,40
4.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	0,25	0,30	0,40	0,50
5.	Stropovi izvan vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,25	0,30	0,40	0,50
6.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0	0,40	0,60	0,90	1,20
7.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,40	0,50	0,65	0,80
8.	Vanjska vrata,vrata vratnim krilom i ostakljene pregrade prema negrijanom ili provjetravanom prostoru.	2,00	2,40	2,90	2,90
9.	Stijenke kutija za rolete	0,60	0,80	0,80	0,80
10.	Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih	0,60	0.80	1,20	1,20
11.	Kupole i svjetlosne trake	2,50	2,50	2,50	2,50
12.	Vjetrobrani, promatrano u smjeru otvaranja vrata	3,00	3,00	3,00	3,00

Tablicom 2.1. opisuje se detaljno za svaki građevni dio koji čini vanjsku ovojnicu najveća dopuštena vrijednost koeficijenta prolaska topline U. Prikazane su vrijednosti za dva slučaja. U prvom slučaju kada je unutarnja postavljena temperatura grijane zone veća ili jednaka 18 ºC i u drugom slučaju kada je unutarnja postavljena temperatura grijane zone veća ili jednaka od 12 ºC a manja ili jednaka od 18 ºC.

Novi Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama predstavlja veliki napredak u toplinskoj zaštiti zgrada. Obuhvaća novogradnju i rekonstrukcije postojećih zgrada. Propis definira maksimalnu dozvoljenu godišnju potrošnju za zgrade u kWh/m^2, odnosno

kWh/m^3, definirana tablicom 2, koja je vezana uz faktor oblika zgrade, tj. odnos površine oplošja grijanog prostora zgrade i volumena koji taj prostor zatvara:

$$f_0 = \frac{A}{V_e}[m^{-1}] \qquad (2 - 1)$$

gdje je:

A - oplošje – zbroj površina pročelja, poda i stropa [m^2],

V_e - volumen grijanog prostora [m^3]

Tablica 2.2. *Zahtjevi za zgrade koje se griju na temperaturu 18 °C ili višu* [6]

ZGRADE KOJE SE GRIJU NA TEMPERATURU 18°C I VIŠE		
f_0 Faktor oblika zgrade	Stambena zgrada	Nestambena zgrada
	$Q''_{H,nd}$ (kWh /m^2a) Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade	$Q'_{H,nd}$ (kWh /m^3a) Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade
$f_0 \leq 0,20$	$Q''_{H,nd}$ = 51,31	$Q'_{H,nd}$ = 16,42
$0,20 < f_0 < 1,05$	$Q''_{H,nd}$ =(41,03 + 51,41 f_0)	$Q'_{H,nd}$ =(13,13 + 16,45 f_0)
$f_0 \geq 1,05$	$Q''_{H,nd}$ =95,01	$Q'_{H,nd}$ = 30,40
TEMPERATURA Srednja mj.temp. vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji	$H'_{tr,adj} = H_{tr,adj}/A$ (W/ m^2K) Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	$H'_{tr,adj} = H_{tr,adj}/A$ (W/ m^2K) f > 30% (udio ploštine prozora u ploštini pročelja)
>3°C	$H'_{tr,adj}$ = 0,45 + 0,15 /f_0	$H'_{tr,adj}$ = 0,45 + 0,24 /f_0
≤3 °C	$H'_{tr,adj}$ = 0,30 + 0,15 /f_0	$H'_{tr,adj}$ = 0,35 + 0,24 /f_0

Tablicom 2.2. definira se faktor oblika zgrade f_0 za stambene i nestambene zgrade te se prema njemu određuje godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade $Q''_{H,nd}$ kao i koeficijent transmislijskog gubitka po jedninci oplošja grijanog dijela zgrade koji je u ovisnosti povezan i sa temperaturom (srednjom mjesečnom) vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca.

2.5. Energetski pregled zgrade

Energetskim pregledom se utvrđuje energetsko stanje i identifikacijska mjera povećanja energetske učinkovitosti. Pregled kojim se utvrđuje energetsko stanje provodi se za zgradu, dio zgrade ili energetski sustav zgrade te je on dokumentirani postupak koji se provodi u cilju utvrđivanja energetskih svojstava zgrade i stupnja ispunjenosti tih svojstava u odnosu na

referentne vrijednosti i sadrži prijedlog mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koji su ekonomski opravdane, a provodi ga ovlaštena osoba [7].

Energetsko certificiranje zgrade jest skup radnji i postupaka koji se provode u svrhu izdavanja energetskog certifikata [8]. Kako bi došli do transparentnih podataka o potrošnji energije u zgradama rade se energetski certifikati. Energetski certifikati mogu odigrati ključnu ulogu u povećanju standarda gradnje i kvalitete te time dovode do osmišljanja boljeg energetskog koncepta, kako kod novih tako i kod starih zgrada.

Dvije su osnovne svrhe energetskog pregleda zgrada:

- analiza postojećeg stanja i mogućnost primjene mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade i povećanje energetske učinkovitosti i
- određivanje razreda potrošnje energije u energetskoj certifikaciji zgrada.

Energetski pregledi se dijele prema:

- opsegu i detaljnosti provedenog istraživanja,
- starosti zgrade,
- složenosti tehničkih sustava zgrade,
- namjeni zgrade i karakteristikama potrošnje energije.

2.6. Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju NN (22/16)

Pravilnik sadrži 10 poglavlja, 30 članaka i 4 priloga, a posljednja izmjena i dopuna Pravilnika je objavljena u Narodnim Novinama i stupila je na snagu 15. ožujka 2016. godine (NN 22/16). Ovim Pravilnikom propisuje se:

- način i uvjeti provedbe energetskog pregleda zgrade i redovitog pregleda sustava grijanja, sustava hlađenja i sustava ventilacije i klimatizacije u zgradi, sadržaj izvješća o tim pregledima,
- način energetskog certificiranja,
- sadržaj i izgled energetskog certifikata,
- kriteriji za zgrade s malim energetskim potrebama,
- način gospodarenja energijom u zgradama koje troše energiju i vodu,
- utvrđivanje mjera poboljšanja energetske učinkovitosti i njihove isplativosti.

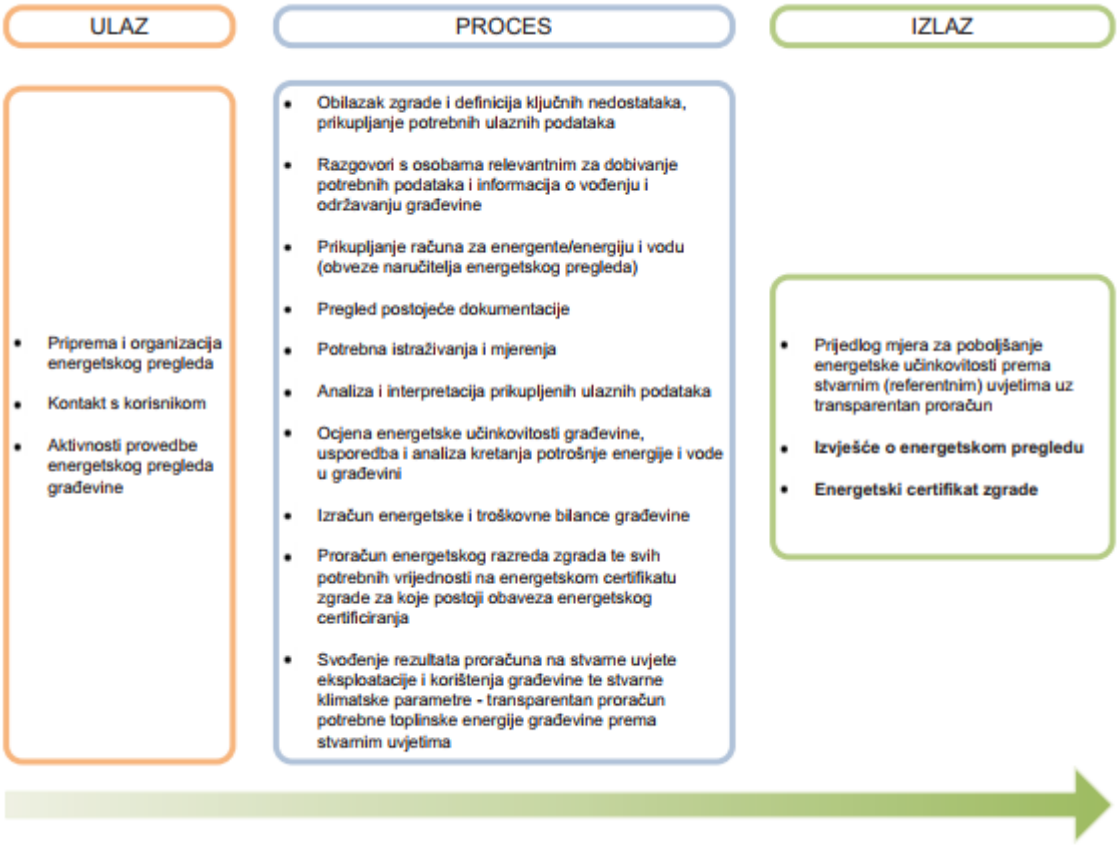
Energetski razredi koji se ovim pravilnikom definiraju su od A+ do G, te se dijeli na dvije referentne klime za kontinentalna i primorska Hrvatska, granica na 2200 stupanj dana grijanja.

2.7. Metodologija provedbe energetskog pregleda

Metodologija definira koncept i korake provedbe energetskog pregleda, način prikupljanja ulaznih podataka, provedbe analize i proračuna te definira izgled i sadržaj završnog izvješća o energetskom pregledu. Sastavni dio ovog dokumenta su i algoritmi, koji propisuju proračun svih potrebnih vrijednosti za izračun energetskog svojstva zgrade, te izradu energetskog certifikata [9].

Osnovni cilj energetskog pregleda zgrade je dobivanje uvida u energetska svojstva zgrade s obzirom na:

- građevinske karakteristike u smislu toplinske zaštite i potrošnje energije,
- energetska svojstva sustava za klimatizaciju, grijanje, hlađenje, ventilaciju i rasvjetu, pripremu potrošne tople vode i potrošnje energije,
- zastupljenost i energetska svojstva pojedinih grupa trošila i ostalih tehničkih sustava u zgradi,
- strukturu upravljanja zgradom te pristup korisnika energetskoj problematici.



Slika 2.1. *Tijek provedbe energetskog pregleda zgrade [9]*

Tijek provedbe energetskog pregleda vidljiv je na slici 2.1. gdje je opisano kako uspostaviti ulazne informacije, tijek proces pregleda i izrade dokumentacije željenog objekta, te kako izgleda rezultat izlaza.

Sastavni dio energetskog pregleda su:

- pripremne radnje,
- pregled postojećeg stanja i prikupljanje svih potrebnih podataka i informacija o zgradama koji su nužni za provođenje postupka energetskog certificiranja zgrade i određivanja energetskog razreda zgrade,
- određivanje energetskih funkcionalnih cjelina,
- provođenje kontrolnih mjerenja prema potrebi u sustavima grijanja, hlađenja, klimatizacije,
- analizu potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode za razdoblje od tri prethodne kalendarske godine,
- prijedlog mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti građevina odnosno za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja su energetski, ekološko i ekonomski opravdane s proračunom povratnog perioda povrata investicija,
- izvješće i zaključak s preporukama i redoslijedom provedbe ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti građevine odnosno energetskih svojstava zgrade [9].

2.8. Utvrđivanje energetskih svojstava zgrade

Kod novih zgrada projektna dokumentacija mora sadržavati sve potrebne podatke za izračun potrebne toplinske energije za grijanje i hlađenje zgrade [5].

Postupak prikupljanja podataka sastoji se od:

- analize glavnog projekta
- proračuna fizikalnih svojstava zgrade.

Energetski pregled zgrade završava pregledom nadzornog inžinjera koji sastavlja izvješće o mogućim odstupanjima od glavnog projekta zbog čega su narušena načela racionalne uporabe energije i toplinske zaštite zgrade [7].

Problemi koji se mogu javiti u praksi su obično:

- nepotpuna dokumentacija,
- netočna dokumentacija,

- odstupanje izvedenog stanja od glavnog projekta.

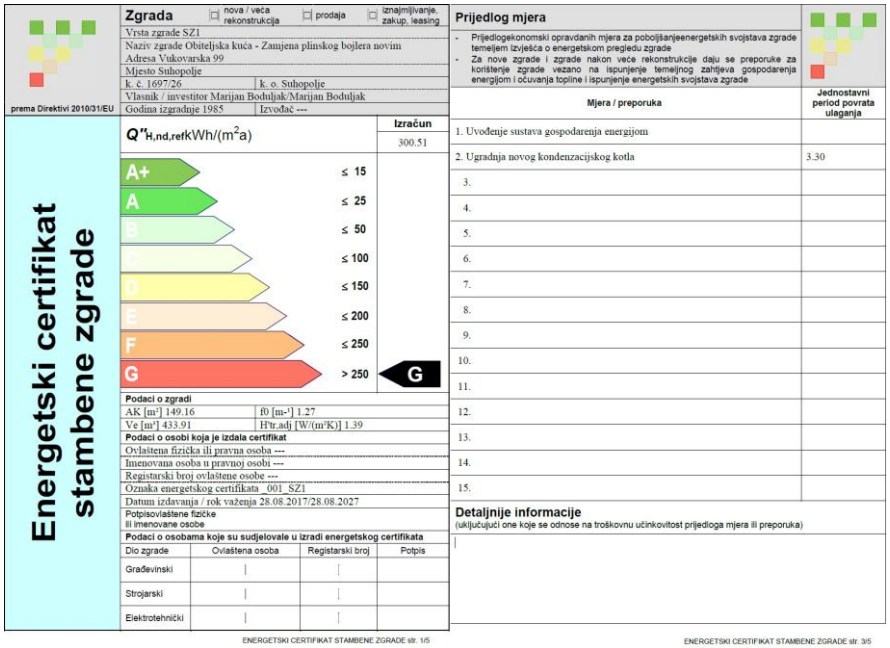
Tehničku dokumentaciju nema velik broj zgrada te ovlaštena osoba koja provodi energetski pregled donosi niz pretpostavki s kojima ulazi u proračun. Sve predpostavke koje su donešene potrebno je potkrijepiti foto dokumentacijom kako bi tvrdnje bile opravdane.

2.9. Osnovni elementi energetskog certifikata zgrade

Energetski certifikat jest dokument koji predočuje energetska svojstva zgrade i koji ima propisani sadržaj i izgled prema Pravilniku o energetskom certificiranju, a izdaje ga ovlaštena osoba. Osim što energetski certifikat predočava energetska svojstva zgrade, istovremeno je i marketinški instrument s ciljem promocije energetske učinkovitosti i nisko energetske gradnje koja kao posljedicu ima postizanje višeg komfora života i boravka [7].

Energetski certifikat sadrži:

- opće podatke o zgradi,
- energetski razred zgrade,
- podatke o osobi koja je izdala i izradila energetski certifikat,
- oznaku energetskog certifikata, podatke o termotehničkim sustavima,
- klimatske podatke,
- podatke o potrebnoj energiji za referentne i stvarne klimatske podatke,
- objašnjenja tehničkih pojmova, popis primijenjenih propisa i normi [8].



Slika 2.2. *Primjer energetskog certifikata za stambenu zgradu koji se javno izlaže*

Na slici 2.2. nalazi se primjer energetskog certifikata. Prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju NN (88/17), mora se istaknuti prva stranica, tj. stranica koja govori o osnovnim podacima zgrade i energetskom razredu, i treća stranica koja govori o prijedlogu mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koja su ekonomski opravdana.

Energetski certifikat zgrade (stambene i nestambene) sadrži ukupno pet stranica, od kojih prva sadrži osnovne podatke o zgradi te grafičku skalu energetskih razreda od A+ do G, s navedenim iznosom specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske uvjete $Q_{H,nd,ref}$ u kWh/(m^2a) prikazano slikom 2.2. Druga stranica certifikata sadrži klimatske podatke, podatke o svim ugrađenim tehničkim sustavima u zgradi, te rezultate izračuna energetskih potreba zgrade s navedenim vrijednostima koeficijenata prolaska topline za pojedine građevne dijelove zgrade. Treća stranica sadrži prijedlog mjera za poboljšanje energetskih svojstava zgrade koje su ekonomski opravdane a četvrta stranica sadrži objašnjenje tehničkih pojmova. Zadnja, peta stranica energetskog certifikata zgrade sadrži detaljan opis propisa, normi i proračunskih postupaka za određivanje podataka navedenih u energetskom certifikatu [7].

2.10. Tehnički pravilnik o dimnjačarstvu

Jedan od bitnih članaka ovog pravilnika za temu diplomskog rada je članak 8. On govori da se kontrola djelotvornosti odvođenja dimnih plinova sastoji od temeljne provjere do sveobuhvatnog pregleda, a obavlja se na tri načina kod plinskih ložišta sa otvorenom komorom izgaranja u stanovima i privatnim kućama:

- kontrola ispravnosti priključaka na dimnjak (tzv. Vizualna kontrola priključka),
- kontrola odvoda ili povrata dimnih plinova senzorom (RESS, TESTO…) u kombinaciji s kontrolom priključne cijevi i otvora na dimnjaku iz predhodne točke,
- kontrola djelotvornosti odvođenja produkata sagorjevanja koja uz prehodne dvije točke obuhvaća i kontrolu sagorjevanja, uzgona i drugih parametara [18].

Dimnjaci za odvod dima, spojni elementi i ložišta moraju se čistiti najmanje pet puta ako se koriste tijekom cijele godine. Najpoželjnije je da se u razdoblju od 01.09. do 30.04. odvodi i navedeno očisti četri puta. Bez obzira koliko se puta kontrola obavlja, jednom godišnje se priključna cijev mora skinuti i pročistiti, kao i priključni otvor (zidni ogrljak). Pri kontroli prohodnosti kontrolira se i presjek dimovodnih kanala, kao i opće stanje dimnjaka i njegove izvedbe. Stanje vrha dimnjaka treba također jednom godišnje kontrolirati, a posebno ako se dimnjak ne čisti s vrha već iz tavana.

Uz članak 8. važan je i članak 12. On govori da za ložišta ovisan o zraku prostorije s ukupnim nazivnim toplinskim učinkom do 35 kW opskrba zrakom za sagorjevanje smatra se dokazanom ako su ložišta postavljena u prostoriji koja:

- ima najmanje jedna vrata u prostoru na otvorenom ili jedan prozor koji se može otvarati (prostorije s komunikacijom prema vanjskom prostoru) i zapreminu od najmanje 4 m^3 po 1 kW ukupnog nazivnog toplinskog učinka,
- je s drugim prostorijama s komunikacijom prema vanjskom prostoru povezana u skaldu sa stavkom 2. (umreženost u sustavu opskrebe zrakom za sagorjevanje) ili
- ima otvor koji vodi na otvoreni prostor s ekvivalentnim poprečnim presjecima s tehničkog aspekta strujanja.

Umreženost u sustavu opskrbe zrakom za sagorjevanje između prostorija u smislu stavka 1. Točke broj 2, između prostorije u kojoj se ložište postavlja i prostorija s komunikacijom prema vanjskom prostoru mora biti uspostavljena kroz otvore za zrak za sagorjevanje od najmanje 150 cm^2. Kod postavljenih ložišta u uporabnim jedinicama, kao što su stanovi, mrežni sustav opskrbe zrakom za sagorjevanje smiju pripadati samo prostorije istog stana ili uporabne jedinice.

2.11. Thorium A+ programska podrška (za certificiranje)

Thorium A+ je računalni program za sve inženjere koji se bave energetskih certificiranjem, izradom fizike zgrade i strojarskim propračunima.

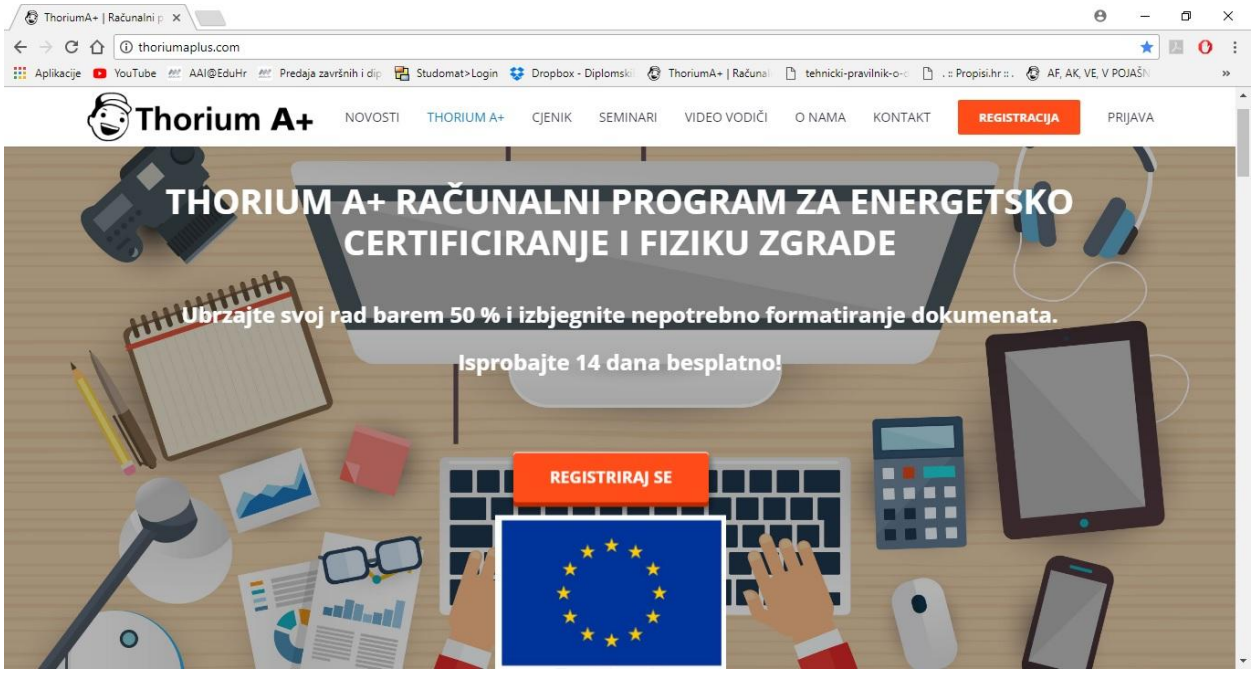
Program u sebi sadrži tri algoritma koji su ključni za izradu energetskih certifikata, a oni su:

- Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790
- Algoritam za određivanje energetskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama prema HRN EN 15316
- Algoritam za određivanje energetskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama prema HRN EN 15193 [12].

Programom je moguće opisati kompletnu zgradu počevši od opisivanja fizike zgrade koja je u skladu sa tenhičkim propisima NN128/15 i ISO HRN EN 13790, strojarskim algoritmom uz pomoću kojeg opisujemo tehničke sustave grijanja i hlađenja u zgradi, kao i PTV-a pa sve do određivanjem razreda energetske učinkovitosti koji su zakonom propisani. Osnovna ideja programa je korisnicima omogućiti lakši, brži i jednostavniji način dolaska do željenih rezultata [12].

Korištenjem ovog programa modelirana je obiteljska kuća, te su izrađena mjerenja i proračuni povezani na temu ovoga rada. Sa dobivenim rezultatima biti će uspoređena realna predviđanja između starog i novog uređaja, njihove potrošene energije, režima rada, gubitci ali i nove uštede.

Pomoću Thoriuma A+ moguće je izradit kompletan projekt prema svim hrvatskim normama i pravilnicima.



Slika 2.3. *Prikaz web zaslona Thorium A+ programske podrške*

Slikom 2.3. prikazan je web zaslon Thorium A+ programske podrške koja je u radu korištena.

3. PROIZVODNJA TOPLINSKOG GRIJANJA NA PLINSKU TEHNIKU U KUĆANSTVIMA

3.1. Toplinska ugodnost

Prema ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment, toplinska ugodnost je stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim stanjem okoliša [19]. Toplinsku ugodnost dijeli se prema slijedećim ključnim faktorima:

- temperatura zraka u prostoriji,
- temperatura ploha prostorije,
- vlažnost zraka,
- strujanje zraka (brzina, smjer),
- razina odjevenosti,
- namjena prostora,...

Toplinska ugodnost rezultat je zajedničkog djelovanja navedenih faktora. Promjenom jedne od navedenih veličina moguće je održati samo uz pomoć promjene neke druge veličine. Kako je toplinska udobnost subjektivan pojam, teško se može dogoditi da su svi korisnici zadovoljni. Zato je cilj termotehničkih sustava stvaranje uvjeta koji odgovaraju najvećem broju osoba.

3.2. Podjele bojlera

Svaki plinski bojler sastoji se od istih osnovnih dijelova koji mu omogućuju da iskorištava toplinu dobivenu izgaranjem plina u svrhu zagrijavanja vode, kako u sustavu centralnog grijanja tako i za pripremu tople potrošne vode [17].

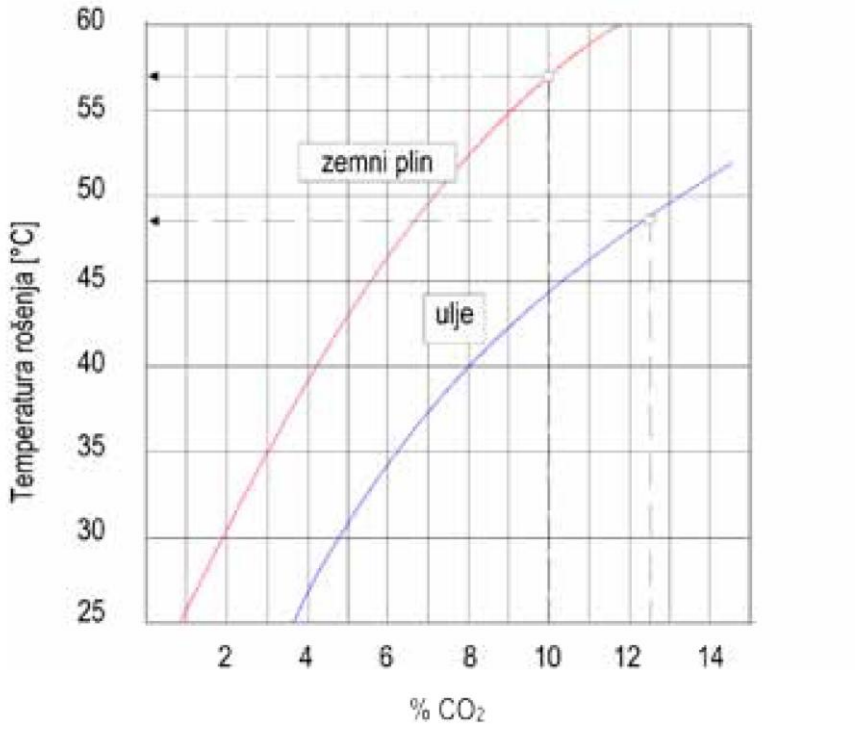
Plinske kotlove kao i bojlere dijelimo na:

- standardne,
- niskotemperaturne i
- kondenzacijske [12].

Standardnim se kotlovima smatraju kotlovi koji rade sa stalno povišenim temperaturama. Temperatura vode u kotlu održava se u granicama od 70 ºC do 90 ºC. Ove temperature uvjetovane su njegovom konstrukcijom koja nije primjenjena za kondenzaciju dimnih plinova. Njihova je radna temperatura ograničena izvedbom i utvrđena pri projektiranju pa je cijelo vrijeme pogona konstantna. Stupnjevi djelovanja su manji nego kod NT i kondenzacijskih kotlova.

Niskotemperaturni kotlovi (NT kotlovi): su kotlovi predviđeni da rade s višestupanjskom i bezstupanjskom regulacijom učinka ložišta, pod uvjetom da ispunjavaju zahtjev da se održi stupanj korisnosti i onda kada temperatura u povratnom vodu pređe granicu iznad 40 ºC. Konstrukcija NT kotlova je takva da u njima, osim u iznimnim slučajevima, ne dolazi do kondenzacije dimnih plinova na površinama za izmjenu topline. Kod ovih se kotlova temperature polazne vode i dimnih plinova snižavaju u skladu s krivuljom grijanja, u skladu s parcijalnim opterećenjem, čime se smanjuju gubitci uslijed pogonske pripravnosti. Današnji nisko temperaturni kotlovi postižu godišnji stupanj korisnosti od oko 91 do 95 %. Veći kotlovi s dvostupanjskim ili modularnim plamenicima ostvaruju stupnjeve korisnosti 94 do 96 %.

Kondenzacijski kotlovi su kotlovi kod kojih se toplina sadržana u vodenoj pari i plinovima izgaranja koristi putem kondenzacije. Za kondenzacijske kotlove bitno znati temperaturu rošenja jer s time dolazi spoznaja o stvaranju kondenzata iz vodene pare u dimnim plinovima.



Slika 3.1. *Temperature rosišta zemnog plina i ulja [12].*

Na slici 3.1. vidljivo je da kod prirodnog plina temperatura rosišta javlja se oko 57 ºC, dok je za loživo ulje niža, i iznosi oko 47 ºC. Razlog tome je što goriva imaju različite sastave i stehiometrijske odnose kod izgaranja. Stoga za različita goriva, različite su i temperature kod kojih dolazi do kondenzacije vodene pare u dimnim plinovima. Više o tome bit će objašnjeno u podnaslovu [12].

Plinske bojlere djelimo na:

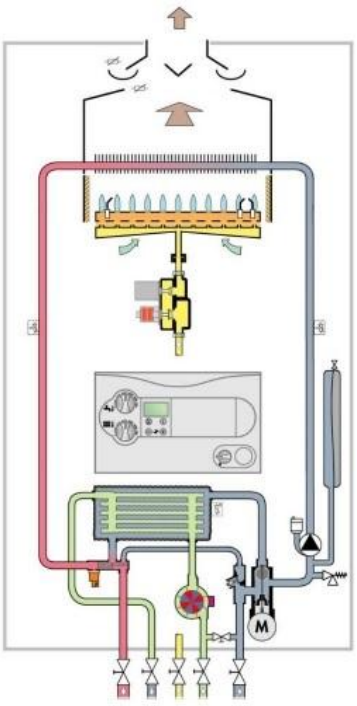
- Protočni bojler (koristi se samo za grijanje protočne vode)
- Cirkulacijski bojler (koristi se samo za centralno grijanje)
- Kombi bojler (koristi se i za centralno grijanje i za grijanje protočne vode).

3.3. Konstrukcije kombi bojlera

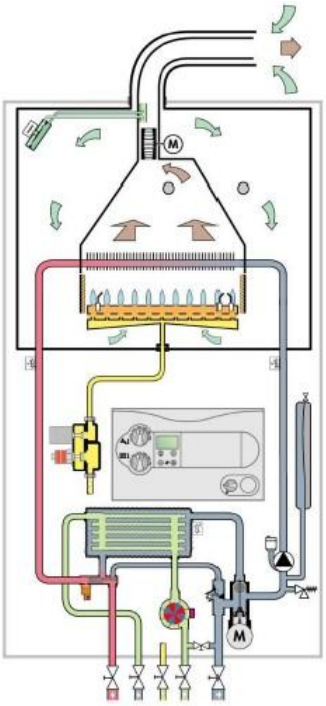
S obzirom na podjelu, kombi bojlere dijelimo u dvije vrste:

- Kombi bojleri koji se spajaju na dimnjik
- Kombi bojleri koji se spajaju na fasadni dimnjak

Princip rada i jednog i drugog je potpuno identičan, samo se u izvedbi ispušnih dimova razlikuju. U izvedbi na fasadni priključak u ispušnoj cijevi smješten je ventilator, te i zrak uzima izvana, dok u izvedbi spoja na klasični dimnjak, sustav fukcionira na principu podtlaka. Sustav elemenata i jednog i drugog su plamenik, izmjenjivač, cirkulacijska pumpa i sustav za odvodnju dimnih plinova [17].



Slika 3.2. *Kombi bojler priključen na dimnjak [17]*



Slika 3.3. *Kombi bojler priključen na fasadni dimnjak [17]*

Sa slika 3.2. i 3.3. znatno se vidi razlika u izvedbi odvodnje i strujanja dimnih plinova za slučaj kada se bojler spaja na klasični dimnjak i kada se spaja na fasadni dimnjak.

Uključeni kombi bojler radi u režimu čekanja sve dok termostat ne da signal automatici pa je potrebno podići temperaturu prostora. Sigurnosne provjere vrše se tren prije paljenja, te one služe kako bi potvrdile nesmetani rad uređaja u slučaju da greške nema. Ako greška postoji, uređaj neće dobiti pobudu potrebnu za rad. Nakon provjera slijedi paljenje ionizirajuće elektrode plina te zatim slijedi sigurnosno vrijeme u kojem automatika mora dobit povratnu informaciju o paljenju. U slučaju da ionizirajuća elektroda ne potvrdi paljenje, uređaj pokušava ponovno sa paljenjem. Svaki bojler ima neki, tvorniči određeni broj paljenja, ovisno o proizvođaču, te ako do tog broja nije uspio upaliti proces, odustaje i izbaciju grešku na uređaju. S uspješnim paljenjem elektrode i plina dolazi do plamena pa uređaj nastavlja sa radom, te preko izmjenjivača predaje toplinu tekućini sve dok automatika nedobije povratnu informaciju od osjetnog senzora temperature da je željena temperatura postignuta.

Ako želimo toplu vodu, dovoljno je otvoriti slavinu na položaj tople vode, u bojler dolazi detekcija protoka vode te se on automatski uključuje. Troputni ventil u uređaju prebacuje tok vode na sekundarni izmjenjivač gdje se dalje toplina prenosi na PTV.

Ukoliko se uređaj ne održava redovito dolazi do otežanog rada, buke, povećane potrošnje goriva kao i nekvalitetno izgaranje, te kako ne radi u optimalnim uvjetima i nedaje željene rezultate.

Preventivne mjere kojima bi se sve navedeno izbjeglo:

- unutarnje čišćenje od prašine,
- čišćenje elektroda i plamenika,
- pranje primarnog izmjenjivača (obavezno kroz uređaj na dimnjak),
- čišćenje komore za izgaranje (fasadni uređaji),
- provjera i punjenje ili pražnjenje ekspanzivne posude,
- kontrola i namještanje parametara uređaja,
- kontrola odvoda dimnih plinova,
- kontrola nepropusnosti uređaja na hidrauličkom i plinskom dijelu
- provjera funkcionalnosti uređaja
- kemijsko čišćenje primarnog izmjenjivača (prema potrebi svake 2-3 godine),
- kemijsko čišćenje sekundarnog izmjenjivača (prema potrebi svake 2-3 godine) [17].

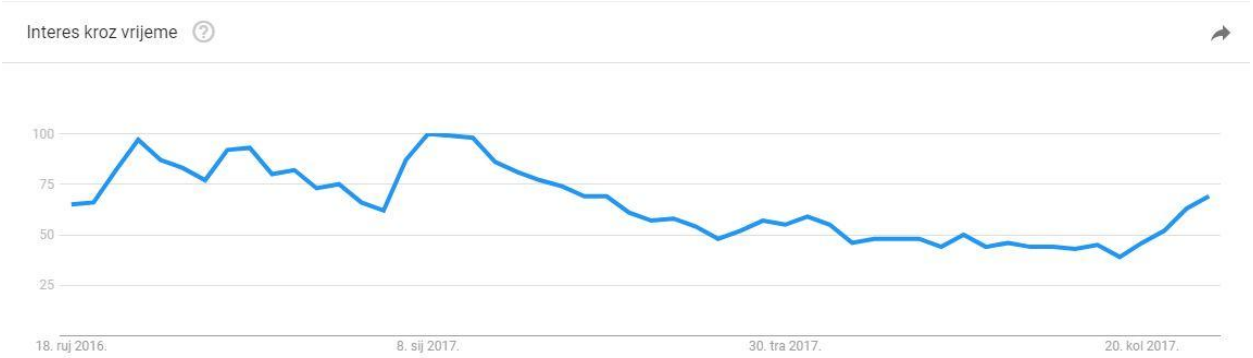
Najvažnije i najbitnije od svega je voditi računa o preventivnim mjerama kako ne bi došlo do najgoreg slučaja, a to je gušenja ugljičnim monoksidom.

3.4. Plinski kondenzacijski uređaji

Kondenzacijska tehnologija je djelotvorna tehnologija, kod koje se putem izgaranja prirodni plin pretvara u korisnu toplinu a da se pri tome ispunjava ideja da bojler/kotao radi samo sa temperaturom koja je potrebna za pokrivanje trenutačne potrebe. S takvim pristupom toplinski gubitci svode se na minimum [15].

Kondenzacija dimnih plinova u starijoj tehnologiji sa klasičnim bojlerom/kotlom izbjegavala se kao i vlaženje ogrijevnih površina ložišta i izmjenjivača. U novijoj kondenzacijskoj tehnici načela su suprotna, te iste kondenzacije su izrazito poželjne kako bi se latentna toplinska energija u vodenoj pari dimnih plinova dodatno iskoristila i predala sistemu grijanja kao dodatak. Taj princip rada je razlika u iskoristivosti između klasičnih i kondenzacijskih sistema koja zna prijeći i 100% iskoristivosti.

Prema Google Trands-u pokazana je slika 3.4. kojom je prikazana krivulja raspitivanja javnosti online putem na temu kondenzacijskih bojlera i njihove tehnike.

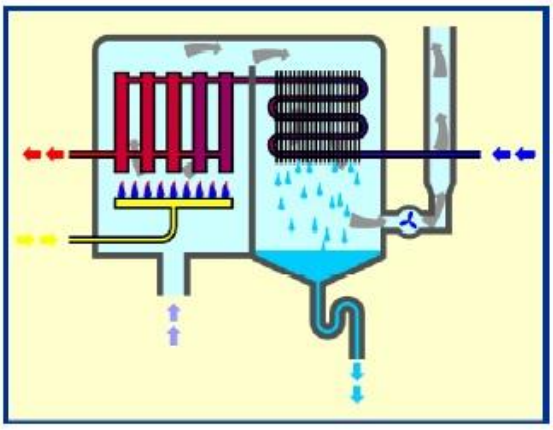


Slika 3.4. *Google Trands-upit na temu kondenzacijskih bojlera[21]*

Prema slici 3.4. vidljivo je kako je za prošlu zimu, zimu 2016., tema je bila na vrhuncu informiranosti publike, te kako je zatopljivao trend pada. Sa dolaskom jeseni u 2017. trend ponovno počinje rasti a to se uvjetuje sa znatiželjom pretraživača teme.

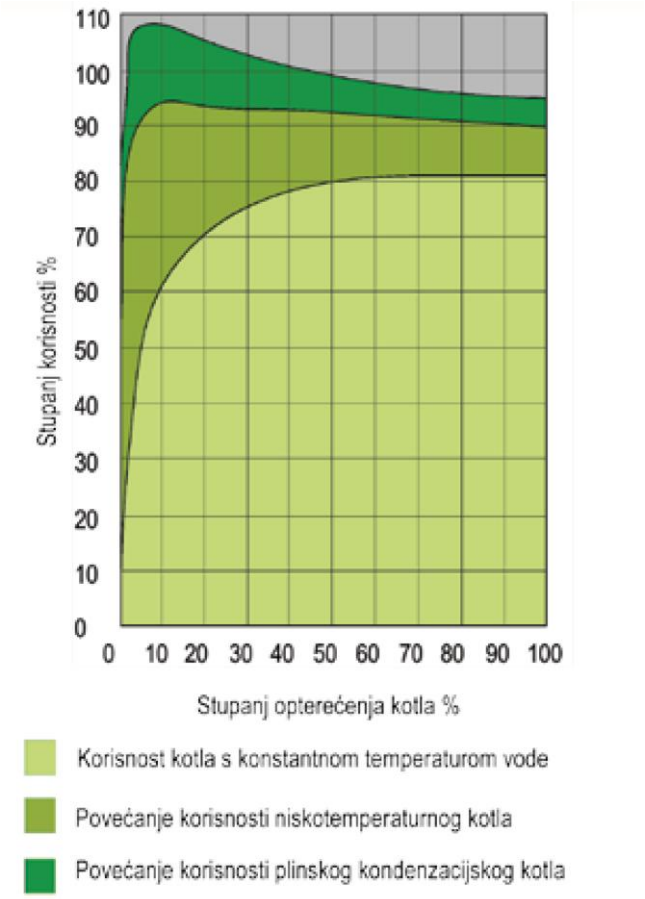
Princip ovog procesa, govori kako se prilikom izgaranja vodik sadržan u plinu veže uz kisik iz zraka, pa ta reakcija stvara vodenu paru. Ova vodena para sadrži toplinsku energiju, koja se kod konvekcijskih sustava grijanja gubi jer vodena para odlazi na dimnjak. Nasuprot tome kondenzacijski uređaji pretvaraju u sebi vodenu paru u kondenzat a pritom dobivenu toplinu odvode u krug grijanja. Za to je zadužen izmjenjivač topline u kondenzacijskom uređaju. Glavni preduvjet instalacije sustava je dimovodni kanal koji je otporan na vlagu kao i pribor koji se koristi uz njega.

Načelo funkcioniranja slikovito prikazano slikom 3.5. gdje je vidljivo kako hladna voda prolazi kroz sistem predgrijavanja. Ovdje se uz pomoć dimnih plinova predgrijava te nakon toga dolazi u izmjenjivač gdje se voda zagrijava do željene temperature. Postupkom predgijavanja sistema sa hladnom vodom, javlja se kondenzacija vode koja se dalje odvodi u sifon.



Slika 3.5. *Principijana shema rada kondenzacijskog uređaja [17].*

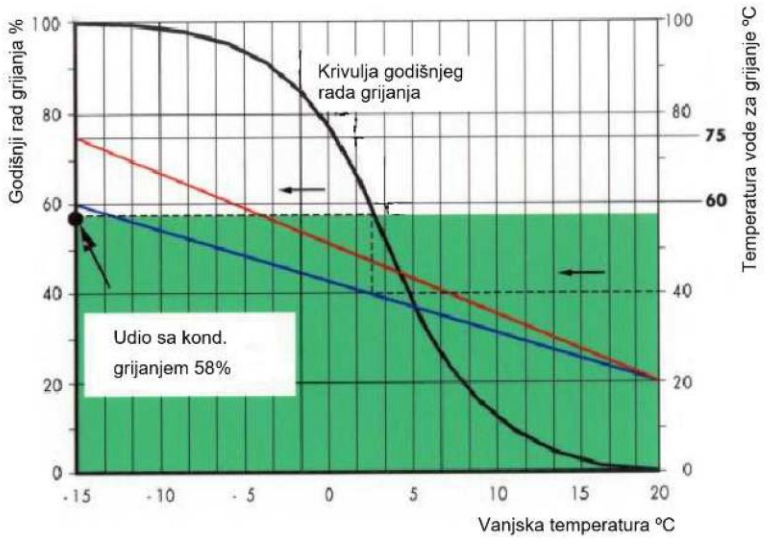
Kondenzacijski uređaji ecoTEC tehnologije postižu znatno veću učinkovitost s obzirom na klasničnu izvedbu a samim time smanjuju i troškove grijanja te emisijske vrijednosti. Princip rada je da se voda zagrijava kao i kod konvekcijskih, klasičnih uređaja gdje se nastali plinovi izgaranja obično izbacuju kroz dimovod van. Time toplinska energija sačuvana u dimnim plinovima biva izgubljena. Kondenzacijska tehnologija to nedopušta. Ona iskorištava toplinsku energiju dimnih plinova, koji se u velikoj mjeri sastoje od vruće vodene pare te ih vraća u krug grijanja. Kako bi energija bila korisna, vodena para mora kondenzirati. To čini pri temperaturi oko 57 ºC. U uređaju se nalazi izmjenjivač topline čija je zadaća hlađene vodene pare. Na taj način dobivena energija koristi se za predgrijavanje hladne vode za grijanje. Već predgrijana voda daljnjim prolaskom kroz primarni izmjenjivač topline dodatno se zagrijava te dolazi do željene temperature. U procesu u kojem od hladne vode dolazimo do tople vode pojavljuju se male količine kondenzata koje je potrbeno odvesti u odvodnju. Kiselost kondenzata izazvana ovim procesom jako je niska te se otpadne vode direktno odvode u sve standardne sustave odvodnje bez dodatnih neutralizacija [13].



Slika 3.6. *Stupnjevi korisnosti različitih izvedbi kotlova kod parcijalnih opterećenja [12].*

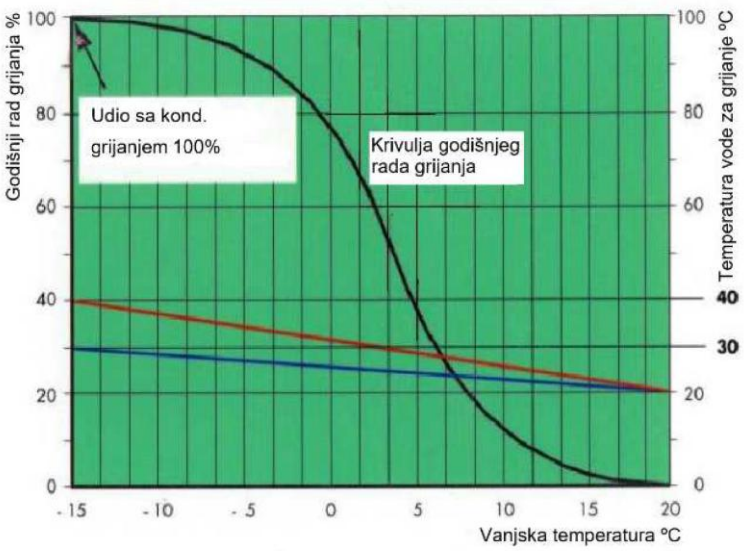
Slika 3.6. predstavlja stupanj korisnosti (iskazan u odnosu na donju ogrjevnu moć goriva) različitih izvedbi kotlova kod parcijalnih opterećenja. Bitna i vidljiva stvar ovdje je da NT i kondenzacijski kotlovi bolje koriste toplinu goriva kod parcijalnih opterećenja. To je važno, jer na taj način projektanti često radi sigurnosti odabiru kotlove većeg ogrjevnog učinka od nominalno potrebnog.

Kako bi se osigurala veća korisnost u radu i povećano stvaranje kondenzata preporučuje se da bojler radi na nižim temperaturama u rasponu od 30 do 40 ºC.



Slika 3.7. *Kondenzacijski rad uređaja – proračun 75/60 ºC.*

Na slikama 3.7. i 3.8. [17] vidljiva je razlika u količini kondenzata s obzirom na radnu temperaturu bojlera za slučaje kada radi kao kondenzacijski i kada radi kao konvekcijski. Prilikom pravilnog podešenja uređaja i pridržavanja preporučenih temperatura rada postiže se korisnost do 110 %. Upravo tih 110 % postiže se na način da bojler dodatno koristi toplina dimnih plinova pri čemu se stvara kondenzat. Pošto se dimni plinovi pothlađuju u izmjenjivaču predajući toplinu tekućini u sustavu centralnog grijanja dimnih plinova koji dolaze u dimnjak su niskih temperatura, tek nešto veće temperature od temperature povratnog voda centralnog grijanja [17].



Slika 3.8. *Kondenzacijski rad uređaja – proračun 40/30 °C.*

Kao prednosti plinskih kondenzacijskih uređaja navode se optimalna energetska učinkovitost do 108%, značajno manje čađe i čestica tijekom izgaranja zahvaljujući principu rada, potrošnja se smanjuje i do 30% u usporedbi sa klasičnim, konvencionalnim uređajima, niski troškovi ulaganja, fleksibilna nadogradnja sustava u kombinaciji sa tehnologijama solarne pretvorbe energije, dizalicama topline, spremnicima tople vode i regulacije.

Kao nedostatci navode se dodatni troškovi namjenjeni za preinake već postojećih dimnjaka na zgradama starije gradnje koje su nužno potrebne kako bi sustav funkcionirao te dodatan otvor za male količine kondenzata koje je nužno proslijediti u odvodnju.

3.5. Razlika između kondenzacijskih bojlera i kotlova

Zidni plinski kondenzacijski bojleri proizvode se u rasponu snage do 100kW, dok se plinski kondenzacijski kotlovi proizvode za snage od 20 pa do 1000kW. Specijalni kotlovi većih snaga proizvode se po narudžbi. Ako postoji potreba za veće snage, kondenzacijski bojleri se mogu spajati u kaskadu. Sa takvim načinom spajanja raste ukupni nazivni toplinski učinak.

Usporedno gledano za bojlere i kotlove istih nazivnih toplinskih učinaka do 100kW zaključak je:

- temeljni princip rada je isti,
- namjena je ista, centralno grijanje i priprema potrošne vode (PTV) – za stanove, višeetažne stanove, obiteljske kuće, poslovni prostori i drugo,
- izbor raznih načina regulacije za različite vrste grijanja (radijatorsko, podno, zidno ili njihove kombinacije)

- izbor dimovodnih instalacija je isti kao i dimenzije dimnih kanala,

Ali postoje razlike, a one su slijedeće:

- Kod kondenzacijskog kotla veći je izmjenjivač, pa je i njegov kapacitet količine prolaska vode veći,
- Uz kotao nije potrebna ugradnja hidrauličke skretnice kao kod kondenzacijskog bojlera,
- Kondenzacijski kotao je opremljen s najsavršenijim i najkvalitetnijim modulacijskim plamenikom koje daju najbolje tehničke karakteristike u odnosu na bojler,
- Kondenzacijski kotao je dugovječniji i konstrukcijski robusniji,
- Kondenzacijski kotao u startu je značajno skuplji, ali je investicija isplativa s obzirom na veliku iskoristivost i male troškove održavanja [15].

3.6. Sanacije dimnjaka pri ugradnji kondenzacijskog bojlera

Sanacija dimnjaka je izvedena kao pojedinačna, uvlačenjem cijevi od nehrđajućeg čelika ili polipropilena. Postavljanje dimnjaka određuje se ovisno o vrsti uređaja koji se ugrađuje [16].

Za svaki projekt potrebne su pripreme i provjere ispravnosti projekta a za to potrebno je izraditi proračun temperature i tlaka. Dimenzioniranje dimnih kana ovisno je o broju ložišta, vrsti ložišta i visini dimnjaka. Potrebno je što preciznije unjeti podatke o dimenzijama jer o tome ovisi ispravnost rada dimne instalacije [16].

Prilikom ugradnje kondenzacijskih uređaja, preinake se provode na način da se uvlače cijevi od teško zapaljivog polipropilena. Dozvoljeno je priključiti više kondenzacijskih uređaja na jedan dimovodni sustav čime je riješen problem više korisnika na nedovoljan broj postojećih kanala. U novim gradnjama na takav se način samnjuju troškovi izrade dodatnih dimovodnih kanala te ostaje više raspoloživog prostora.



3.9. a)



3.9. c)



3.9. e)



3.9. b)



3.9. d)



3.9. f)

Slikama 3.9. a), b), c), d), e) i f), prema izvoru [16], opisan je poredani postupak pripreme dimnih kanala za kondenzacijske uređaje te način na koji trebaju biti instalirani.

4. PRIMJER PRORAČUNA, ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA I MJERE POBOLJŠANJA PREMA ZAKONODAVNIM NORMAMA

4.1. Lokacija, opis i namjena građevine

Stambena zgrada čiji se proračun obavlja, analiza postojećeg stanja kao i mjere poboljšanja, obiteljska je kuća smještena na adresi Vukovarska 99, 33410 Suhopolje u vlasništvu Pere i Marijana Boduljak, k.o. Suhopolje, br. katastarskog plana: 26, br. katastarske čestice: 1697.

Obiteljska kuća sagrađena je 1985. godine po tada važećim normama i propisima. Kuća sadrži 3 etaže, bruto iznosa od 166,89 m² u temeljima, prizemlje koje je u gradnji zamišljeno kao ugostiteljski objekt, danas služi kao skladišni prostor, prvi kat na kojem se nalaze dva stana i zajednički hodnik sa izlazom u potkrovlje, veći stan cca. 95 m² stambenog prostora dok je drugi manji, cca. 55 m². Potkrovlje je nedovršeno.

Podna konstukcija prizemlja je izvedena bez termoizolacije, armirani beton sa ugrađenom dvostrukom hidroizolacijom od bitumenskih traka i resitola. Na to je ugrađena podloga keramike i kamena. Zidovi su izvedeni u kombinaciji armiranog betona i ciglenih blokova na zidanu debljinu 29 cm, gdje je beton nosivi dio građevine a ciglinim blokom obzidana. Prvi kat za podnu konstrukciju ima armiranu betonsku ploču na kojoj su ugrađene podloge hrastovog parketa, laminata i keramike a zidovi su izvedeni kao u prizemlju. Podloga potkrovlja je betonska ploča sa ugrađenom hidroizolacijom od resitola, dok su zidovi načinjeni od ciglenih blokova na zidanu debljinu 19 cm. Konstrukcija krova je 1999. godine obnovljena, napravljena od drveta, obložena OSB pločama preko kojih je presvučena nepropusna folija te napravljen zračni most debljine 40 mm na koji je postavljen betonski crijep.

Slikama 4.1., 4.2., i 4.3. prikazana je obiteljska kuća koja je uzeta za primjer proračuna.



Slika 4.1. *Obiteljska kuća, jug*

Slikom 4.1. prikazana je južna strana kuće te gleda na Državnu cestu D2. Na južnoj strani nalaze se otvori na kući u površini od 38,75 m².



Slika 4.2. *Obiteljska kuća, istok*

Slikom 4.2. prikazan je istočna strana kuće te ona gleda na dvorište. Otvori na njezinoj strani iznose 3,95 m².



Slika 4.3. *Obiteljska kuća, zapad*

Slikom 4.3. prikazana je zapadna strana koja gleda na susjedni dvor, te otvori na njezinoj strani iznose 6,34 m². Sjeverna strana nije fotografirana zbog ne pristupačnosti i zaklona garaže. Na sjevernoj strani nalaze se otvori iznosa 17,15 m².

Tablica 4.1. *Opis elemenata vanjske ovojnice stambenog objekta*

Opis elemenata stambenog objekta									
	Vrsta materijala	Debljina [cm]	Dužina [cm]	Visina [cm]	Unutarnja žbuka [cm]	Vanjska žbuka [cm]	Komada	Površina [m²]	Ukupna debljina [cm]
Prizemlje									
Zid	Ciglena opeka	29,0	19,0	19,0	3,0	3,0	/	/	35,0
	Staklena opeka (koplast)	8,0	70,0	300,0	/	/	1,0	2,1	8,0
Prozori	Drvo (bor) i ISO staklo	7,5	315,0	250,0	/	/	3,0	23,6	7,5
	Drvo (bor) i duplo staklo	6,5	210,0	165,0	/	/	3,0	10,4	6,5
	Drvo (bor) i duplo staklo	6,5	150,0	165,0	/	/	1,0	2,5	6,5

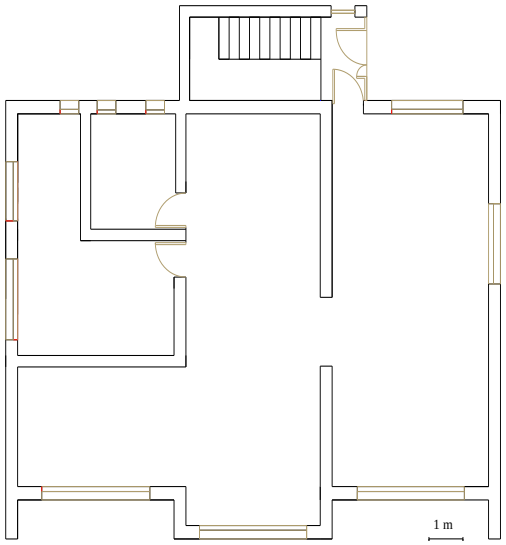
	Drvo (bor) i duplo staklo	6,5	55,0	80,0	/	/	3,0	1,3	6,5
Vrata	Drvo (hrast)	5,0	90,0	200,0	/	/	1,0	1,8	5,0

Prvi kat									
Zid	Ciglena opeka	29,0	19,0	19,0	3,0	3,0	/	/	35,0
Prozori	Drvo (bor) i ISO staklo	7,5	90,0	200,0	/	/	3,0	5,4	7,5
	Drvo (bor) i duplo staklo	6,5	300,0	180,0	/	/	1,0	5,4	6,5
	Drvo (bor) i duplo staklo	6,5	280,0	180,0	/	/	4,0	20,2	6,5
	Drvo (bor) i ISO staklo	7,5	60,0	100,0	/	/	1,0	0,6	7,5
	Drvo (bor) i ISO staklo	7,5	60,0	80,0	/	/	1,0	0,5	7,5
	Aluminij i duplo staklo	5,0	80,0	50,0	/	/	1,0	0,4	5,0
Vrata	Drvo (hrast)	5,0	90,0	200,0	/	/	1,0	1,8	5,0
	Drvo (jelovina)	5,0	90,0	200,0	/	/	1,0	1,8	5,0

Potkrovlje									
Zid	Ciglena opeka	19,0	29,0	19,0	/	3,0	/	/	22,0
Prozori	Drvo (bor) i ISO staklo	7,5	90,0	200,0	/	/	1,0	1,8	7,5
	Drvo (bor) i duplo staklo	6,5	140,0	80,0	/	/	2,0	2,2	6,5
	PVC	7,0	120,0	100,0	/	/	1,0	1,2	7,0
	Drvo (bor) i ISO staklo	7,0	55,0	78,0	/	/	4,0	1,7	7,0
Stepenište									
Zid	Ciglena opeka	19,0	29,0	19,0	3,0	3,0	/	/	25,0
	Staklena opeka (koplast)	8,0	250,0	260,0	/	/	1,0	6,5	8,0

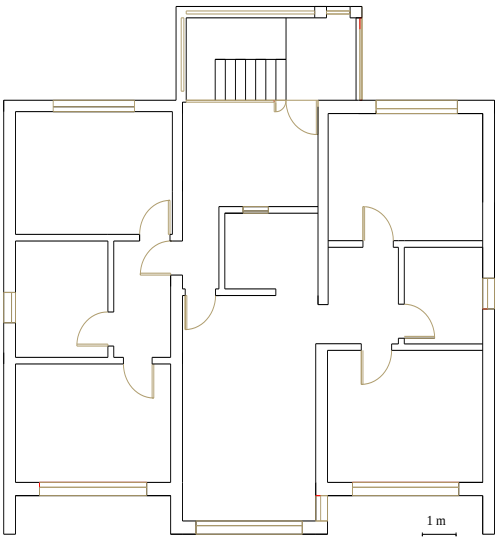
	Staklena opeka (koplast)	8,0	200,0	260,0	/	/	1,0	5,2	8,0
	Staklena opeka (koplast)	8,0	250,0	200,0	/	/	1,0	5,0	8,0
	Staklena opeka (koplast)	8,0	350,0	200,0	/	/	1,0	7,0	8,0
Vrata	Drvo (hrast)	5,0	210,0	300,0	/	/	1,0	6,3	5,0
Ukupna površina na koju otpadaju prozori, vrata i staklena opeka [m²]:							114,7		

Tablica 4.1. detaljno opisuje nabrojane elemente vanjske ovojnice stambenog objekta, te zaključno govori da je ukupna površina na koju otpadaju prozori, vrata i staklena opeka iznosa 114,7 m².



Slika 4.4. *Tlocrt prizemlja*

Slikom 4.4. prikazano je prizemlje kuće koje nije u funkciji boravka te služi kao skladišni prostor ali je po predviđenom planu projektirano kao prostor za ugostiteljski objekt.



Slika 4.5. *Tlocrt kata*

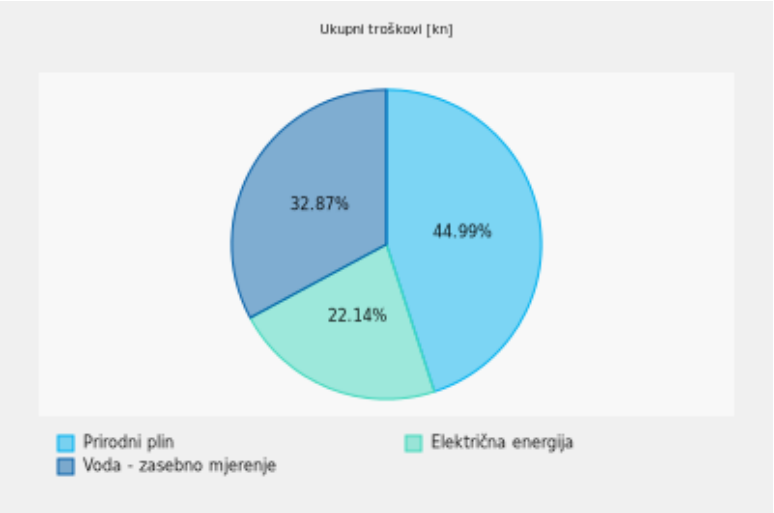
Slikom 4.5. prikazan je tlocrt kata. Na katu kuće smještana su dva stana, veći stan približnog iznosa 95 m², prikazan na donjem dijelu srednje i desne strane tlocrta, i manji stan približnog iznosa 55 m² smješten na lijevoj strani tlocrta. Stanovi zajedno dijele hodnik približnog iznosa 8 m², koji je smješten u gornjoj sredini tlocrta kata te je na njemu predviđen ulaz u potkrovlje i spojen je sa stepeništem.

4.2. Tehnički sustavi u građevini

Tehniči sustavi u građevini povezani su na glavna tri energenta: voda, plin i električna energija. Instalirana električna energija u kućanstvu približnog je iznosa 16.380,00 kW. U sustavu opskrbljenom električnom energijom nalaze se svi uređaji koji se koriste u sadašnjim kućanstvima, kao npr. kuhinjska oprema, rasvjetna tijela, termotehnička oprema i razna druga.

Za sustav opskrbljivan vodom uzimju se dvije kuhinje, manjeg i većeg stana, u kojoj jedna od njih ima perilicu posuđa, te dvije kupaonice, također većeg i manjeg stana, u kojoj svaka sadrži tuš, umivaonik, školjku i perilicu za pranje rublja. O potrošnoj toploj vodi koja se koristi za navedeno posebno je opisano u poglavlju 4.5. Priprema potrošne tople vode (PTV).

Grijanje stambene zgrade izvedeno je kao kombinacija 3 peći na kruta goriva (drvo), te toplovodno radijatorsko grijanje uz pomoć 2 plinska bojlera. Kuća ima jedan centralni dimnjak na koji su spojeni plinski bojleri, te još četiri dimnjaka od kojih su dva u funkciji. Za pripremu potrošne tople vode, kako za kuhinjske potrebe tako i za potrebe sanitarne vode zadužen je jedan od navedenih plinskih bojlera, kasnije u tekstu definiran. Ventilacija zgrade riješena je prirodnim putem.



Slika 4.6. *Udjeli troškova analiziranog stambenog objekta po energentima*

Na slici 4.6. vidljivi su udjeli troškova po energentima koji se nalaze u obiteljskoj kući. Kao vodeći na prvom mjestu stoji plin, iza njega slijedi voda čija je potrošnja povećana u odnosu na električnu energiju zbog zalijevanja biljki, u neposerdnoj blizini kuće, za vrijeme ljetnih mjeseci.

4.3. Sustav grijanja

Kao izvor topline sustava toplovodnog radijatorskog grijanja koriste se dva plinska bojlera u kombinaciji sa tri peći na kruta goriva.

Standardni plinski cirkulacijski bojer prizemlja Vaillant VC INT 280E, proizveden 1992. godine, prikazan slikom 4.7., nazivne snage 28 kW, instalirane električne snage 110 W, ovisan o zraku u prostoru, priključen na centralni dimnjak pokreće sustav podnog grijanja kompletnog prizemlja. Namjena bojlera je isključivo za centralno grijanje. Kao mediji prijenosa topline postavljene su bakrene cijevi. Alternativa njemu, u prizemlju, nalazi se još i peć na kruta goriva, nazivne snage 10 kW. Kako se po zimi ne boravi u prizemlju, bojler održava temperaturu od 5 ºC. Po potrebi se temperatura povećava zajedno u kombinaciji sa instaliranom peći.



Slika 4.7. *Standardni cirkulacijski bojler instaliran u prizemlju, Vaillant VC INT 280E*

Standardni plinski kombi bojler kata Vaillant VCW INT 24-10 H, proizveden 1995. godine, prikazan slikom 4.8., nazivne snage 24 kW, instalirane električne snage 110W, ovisan također o zraku u prostoru, priključen na centralni dimnjak pokreće sustav grijanja kompletnog kata uz pomoć toplovodnih radijatora te grije stambeni prostor kata u kojem se boravi.



Slika 4.8. *Standardni kombi bojler instaliran na katu, Vaillant VCW INT 24-10 H*

U daljnjem dijelu rada opisuje se potrošnja energenata koja je povezana uz bojler kata, prikazan slikom 4.8., te i njegova učinkovitost u sustavu grijanja kao i svih ostalih elementa sustava. Mjere i proračuni se vrše isključivo za kat obiteljske kuće na kojem su smještena dva stana, u kojima se boravi 12 mjeseci u godini.

Radijatori su proizvodnje Lipovica Ekonomik tip SE 690, napravljeni od aluminija, člankasta izvedba, od kojih su dva komada, 132 cm dužine i 61 cm visine (22 članaka), treći 210 cm dužine i 61 cm širine (35 članaka) i četvrti i peti 168 cm dužine i 61 cm visine (28 članaka). Svi radijatori opremljeni su mehaničkim radijatorskim ventilima bez termostatske glave. Namjena bojlera je kombinirana, tj. služi za centralno grijanje i sanitarnu vodu oba dva stana. U zimi je temperatura na njemu podešena na cca. 20 ºC a peći se pale po potrebi kada bojler ne može dovoljno zagrijati. U većem stanu koristi se kalijeva peć nazivne snage 8 kW, dok se u manjem stanu nalazi peć tzv. „šporet“, nazivne snage 4 kW. Primjer jednog radijatora smještenog u kući nalazi se na slici 4.9.



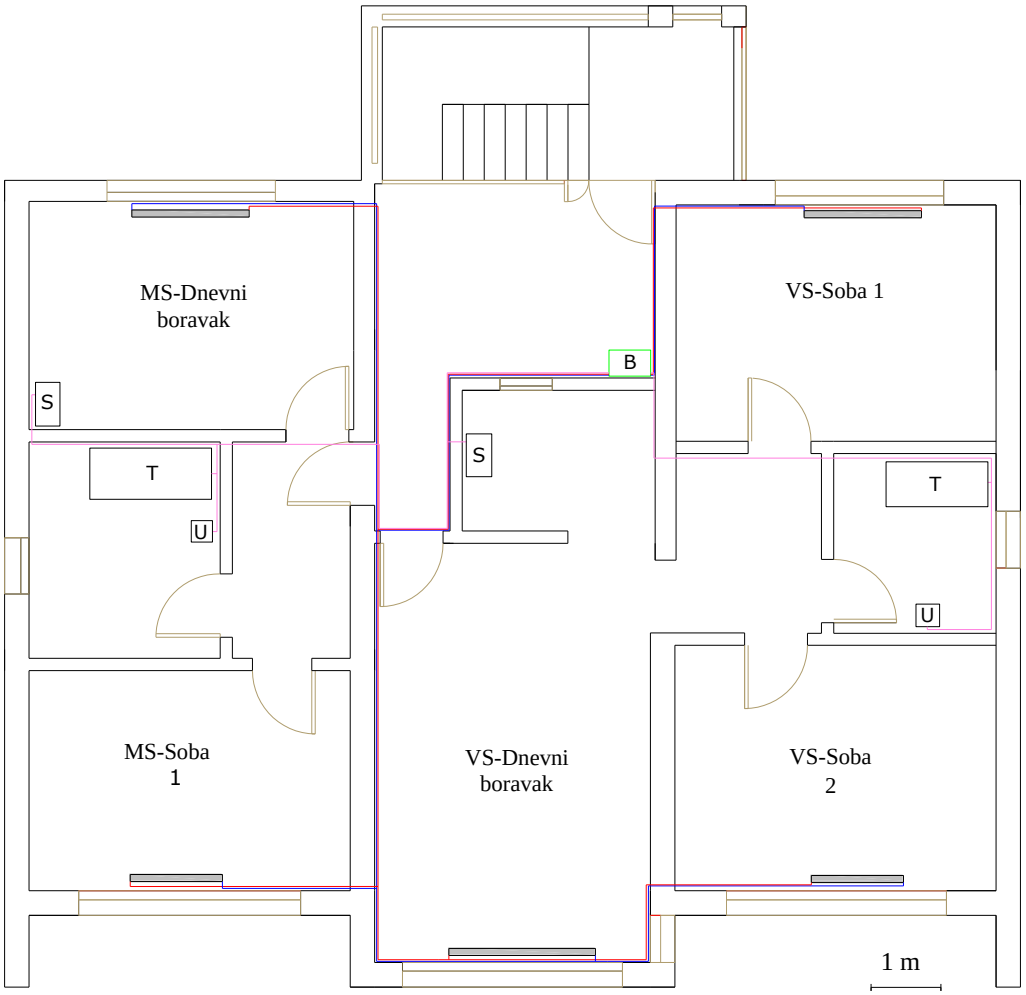
Slika 4.9. *Radijator Lipovica Ekonomik tip SE 690*

Tablicom 4.2. detaljno su opisana ogrjevna tijela, vrsta, snaga jedinice, broj jedinice, snaga ogrjevnog tijela u cjelini, ukupna snaga, te ima li termostatski ventil. Iz tablice je vidljivo kako je ukupna snaga ogrjevnih tijela 17,73 kW.

Tablica 4.2. *Tehnički opis ogrjevnih tijela*

Naziv	Broj ogrijevnih tijela	Vrsta ogrijevnog tijela	Snaga jedinice / članaka (W)	Broj jedinica / članaka	Snaga ogrijevnog tijela (kW)	Ukupna snaga [kW]	Termostatski ventil Da/Ne
MS_Soba 1							
Lipovica Ekonomik tip SE 690	1	Člankasti	131,350	22	2,889	2,889	Ne
VS_Soba 1							
Lipovica Ekonomik tip SE 690	1	Člankasti	131,350	28	3,677	3,677	Ne
VS_Soba 2							
Lipovica Ekonomik tip SE 690	1	Člankasti	131,350	22	2,889	2,889	Ne
MS_Dnevni boravak + kuhinja							

Lipovica Ekonomik tip SE 690	1	Člankasti	131,350	28	3,677	3,677	Ne
VS_Dnevni boravak							
Lipovica Ekonomik tip SE 690	1	Člankasti	131,350	35	4,597	4,597	Ne
Ukupno						**17,732**	



Slika 4.10. *Tlocrt kata sa instalacijom centralnog grijanja i PTV-a.*

Na slici 4.10. nalazi se tlocrt kata obiteljske kuće gdje je prikazana instalacija centralnog grijanja i PTV-a. U svakoj prostoriji prema slici vidljiva su ogrjevna tijela koja su već ranije u tekstu definirana. Na slici se nalaze elementi na kojima se koristi potrošna topla voda, te su obilježeni

slijedeće: U – umivaonik, T – tuš i S – sudoper. Plavom i crvenom bojom linija prikazana je toplovodna instalacija centralnog grijanja dok je instalacija potrošne tople vode prikazana linijama ružićaste boje. Bojler je obilježen sa slovom B i zelenom bojom.

4.4. Toplinski gubitci i proračun potrebne toplinske energije za grijanje građevine

Toplinske gubitke dijelimo na transmisijske gubitke te na ventilacijske gubitke. Ventilacijski gubitci su gubitci koji nastaju provjetravanjem tj. otvaranjem prozora ili nekih drugih otvora. Oni su nužni jer kako se koristi zrak za disanje, potrebno ga je zamijeniti svježijim. Transmisijski gubitci su gubitci koji se događaju kroz zidove i zatvorene prozore. Za korekcijski faktor toplinskih mostova izabrali smo vrijednost $\Delta U_{TM} = 0{,}1\ [\frac{W}{m^2K}]$ zbog načina i tipa izgradnje obiteljske kuće. Ova vrijednost korekcijskog faktora uzima se ukoliko rješenja toplinskih mostova nisu izvedena prema pravilima iz norme te predstavljaju najveću vrijednost. Budući da ovojnica nije izolirana termoizolacijom, zaključak je da toplinski mostovi nisu izvedeni prema normi.

U narednim tablicama 4.3., 4.4., 4.5. i 4.6. prikazani su toplinski gubitci kroz vanjski omotač, otvore, tlo i kroz negrijane prostorije.

Tablica 4.3. *Toplinski gubitci kroz vanjski omotač.*

Naziv građevnog dijela	**A_W [m²]**	**U_W [W/m²K]**	**H_D [W/K]**
Strop prema tavanu	166,89	2,24	375,29
Vanjski zid	130,28	1,18	154,56
Ukupno			**529,86**

Tablica 4.4. *Toplinski gubitci kroz otvore*

Naziv otvora	**A_W [m²]**	**U_W [W/m²K]**	**H_D [W/K]**	Uvjet pregrijavanja zadovoljen
Ulazna vrata	2,30	3,90	8,96	Ne
Otvori	0,40	3,60	1,44	Ne
Otvori	0,48	3,60	1,72	Ne
Otvori	15,48	3,60	55,72	Ne
Otvori	10,08	3,60	36,28	Ne
Ukupno			**104,15**	

Tablica 4.5. *Toplinksi gubitci kroz tlo*

Naziv i tip građevnog dijela	A_w [m²]	U_w [W/m²K]	$H_{g,avg}$ [W/K]
Negrijani podrum	12,00	2,33	15,26
Pod na tlu	166,88	2,13	60,18
Ukupno			**75,45**

Tablica 4.6. *Toplinski gubitci kroz negrijane prostorije*

Negrijana prostorija	$H_{T,iu}$ [W/K]	$H_{T,ue}$ [W/K]	$H_{V,ue}$ [W/K]	n [h-1]	H_{iu} [W/K]	H_{ue} [W/K]	b_u	H_u [W/K]
Stubište	72,55	136,80	85,70	3,00	72,55	222,51	0,75	54,71
Ukupno								**54,71**

Najveći toplinksi gubitci kroz tablice 4.3., 4.4., 4.5. i 4.6. su gubitci kroz vanjski omotač iz razloga što obiteljska kuća nema nikakve izolacije.

U sljedećoj tablici 4.7. prikazani su koeficijenti transmisijske topline.

Tablica 4.7. *Koeficijent transmisije izmjene topline H_{Tr} prema HRN EN ISO 13790*

$H_{Tr,avg} = H_D + H_{g,avg} + H_U + H_A$	
H_D - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu	**634,01 [W/K]**
$H_{g,avg}$ - Uprosječeni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu (stvarni klimatski podaci)	**75,45 [W/K]**
$H_{g,avg}$ - Uprosječeni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu (referentni klimatski podaci)	**76,98 [W/K]**
H_U - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema negrijanom prostoru	**54,71 [W/K]**
H_A - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednim zonama (stvarni klimatski podaci)	**0,00 [W/K]**
H_A - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednim zonama (referentni klimatski podaci)	**0,00 [W/K]**
H_{Tr} (stvarni klimatski podaci)	**764,18 [W/K]**
H_{Tr} (referentni klimatski podaci)	**765,71 [W/K]**

Narednim tablicama 4.8., 4.9. i 4.10. prikazani su koeficijenti transmisijske izmjene topline po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade, toplinski gubitci provjetravanjem i ukupni koeficijent gubitka topline.

Tablica 4.8. *Koeficijent transmisijske izmjene topline po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade*

$H'_{tr,\ adj.}$ (stvarni klimatski podaci)	**1,38 [W/K] (max=0,44)**
$H'_{tr,\ adj.}$ (referentni klimatski podaci)	**1,39 [W/K] (max=0,44)**

Tablica 4.9. *Toplinski gubitci provjetravanjem*

Vrsta provjetravanja	Prirodna
Volumen prostora	V = 329,77 [m³]
Koeficijent gubitaka topline provjetravanjem (stvarni uvjeti)	H_V = 112,12 [W/K]
Koeficijent gubitaka topline provjetravanjem (propisani uvjeti)	H_V = 56,06 [W/K]

Tablica 4.10. *Ukupni koeficijent gubitka topline*

Ukupni koeficijent gubitaka topline (stvarni klimatski podaci)	H = 876,30 [W/K]
Ukupni koeficijent gubitaka topline (referentni klimatski podaci)	H = 821,77 [W/K]
Način grijanja	S prekidom
Unutarnja temperatura	$\theta_{int.\ set.\ H}$ = 20,00 [°C]
Unutarnja postavna temperatura	$\theta_{int.\ set.\ H}$ = 20,00 [°C]

Sukladno Algoritmu 13790, sustav grijanja za stambene objekte radi sa prekidom. Temperatura grijanja za vrijeme sezone grijanja je 20 stupnjeva Celzijusa.

U sljedećoj tablici 4.11. prikazani su rezultati proračuna potrebne topline za grijanje po mjesecima za referentnu klimatsku postaju.

Tablica 4.11. *Potrebna energija za grijanje i hlađenje po mjesecima (referentna klimatska postaja)*

Mjesec	**$Q_{H,tr}$ [kWh]**	**$Q_{H,ve}$ [kWh]**	**$Q_{H,ht}$ [kWh]**	**$Q_{H,sol}$ [kWh]**	**$Q_{H,int}$ [kWh]**	**$Q_{H,gn}$ [kWh]**	**γ_H**	**$\eta_{H,gn}$**	**$\alpha_{H,red}$**	**$L_{H,m}$**	**$Q_{H,nd}$ [kWh]**
1	11.600,50	859,21	12.459,71	513,27	554,89	1.068,16	0,08	0,981	0,87	31,00	9.947,80
2	9.094,57	670,57	9.765,15	689,90	501,19	1.191,09	0,12	0,968	0,81	28,00	7.039,96
3	7.717,03	563,07	8.280,10	1.067,76	554,89	1.622,65	0,19	0,938	0,70	31,00	4.786,56
4	4.980,27	355,20	5.335,47	1.117,95	536,99	1.654,94	0,31	0,886	0,70	30,00	2.739,97
5	2.789,09	171,00	2.960,09	1.247,55	554,89	1.802,44	0,60	0,753	0,70	31,00	1.134,80
6	952,35	32,29	984,64	1.221,35	536,99	1.758,34	1,78	0,433	0,70	11,05	58,08

7	-55,14	-45,88	-101,02	1.287,65	554,89	1.842,54	-18,23	-0,054	1,00	0,00	0,00
8	491,82	-4,17	487,65	1.268,43	554,89	1.823,33	3,73	0,242	0,70	0,00	0,00
9	2.434,45	145,30	2.579,76	1.223,42	536,99	1.760,41	0,68	0,723	0,70	24,31	749,36
10	5.200,97	371,21	5.572,19	1.028,64	554,89	1.583,53	0,28	0,898	0,70	31,00	2.939,02
11	7.944,48	581,23	8.525,72	539,59	536,99	1.076,58	0,12	0,966	0,81	30,00	6.070,65
12	10.780,05	796,64	11.576,69	384,79	554,89	939,69	0,08	0,982	0,87	31,00	9.359,40
Ukupno											**44.825,65**

Tablica 4.12. *Potrebna energija za hlađenje po mjesecima (referentna klimatska postaja/satna metoda)*

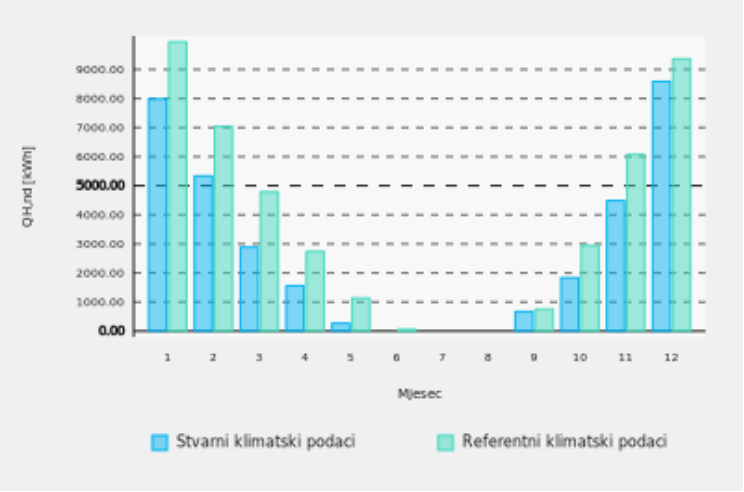
Mjesec	**$Q_{H,nd,mj}$**
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	6,28
5	162,44
6	510,91
7	1.021,49
8	1.335,54
9	335,01
10	3,00
11	0,00
12	0,00
Ukupno	**3.374,71**

Tablica 4.12. ukazuje na količinu potrebne energije za hlađenje po mjesecima obiteljske kuće prema referentnoj postaji kada bi se u njoj nalazio klima uređaj.

Tablica 4.13. *Rezultati proračuna (referentna klimatska postaja)*

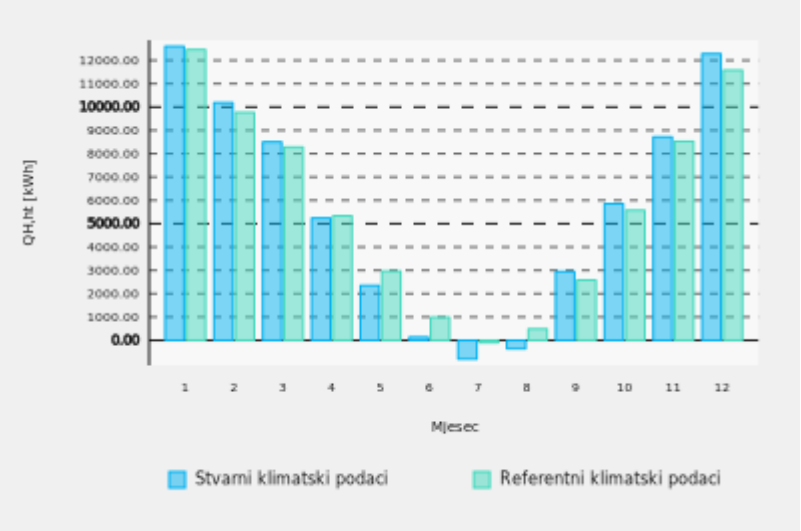
Oplošje grijanog dijela zgrade A [m²]	550,58
Obujam grijanog dijela zgrade V_e [m³]	433,91
Faktor oblika zgrade f_0 [m⁻¹]	1,26
Ploština korisne površine A_k [m²]	149,16
Godišnja potrebna toplina za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	44.825,65
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene zgrade) $Q_{H,nd}$ [kWh/m²a]	300,51(max=69,74)
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H'_{tr,adj}$ [W/m²K]	1,39 (max=0,44)
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H_{tr,adj}$ [W/K]	765,71
Ukupni godišnji gubici topline Q_l [MJ]	232.975,84
Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline Q_i [MJ]	23.520,33
Godišnji iskoristivi solarni dobici topline Q_s [MJ]	41.725,25
Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline Q_g [MJ]	65.245,59

Uvidom u tablicu 4.13. možemo vidjeti da objekt sapada u energetski razred G s godišnjom potrebnom toplinom za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene zgrade) $Q_{H,nd}\,[\frac{kWh}{m^2a}] = 300{,}51$. Rezultat je očekivan budući da je zgrada starije gradnje, da vanjski zidovi nisu termički izolirani a i na kući se nalaze stari prozori i vrata koji ne brtve dobro.



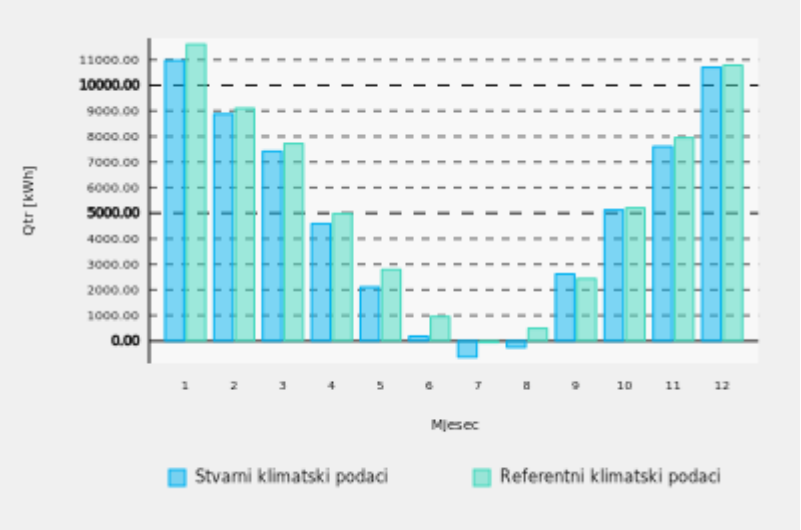
Slika 4.11. *Potrebna toplinska energija za grijanje ($Q_{H,nd}$)*

Slika 4.11. prikazuje potrebnu toplinsku energiju za grijanje prema referentnim i stvarnim uvijetima. Vidljivo je da referentni klimatski podaci imaju veću vrijednost od stvarnih.



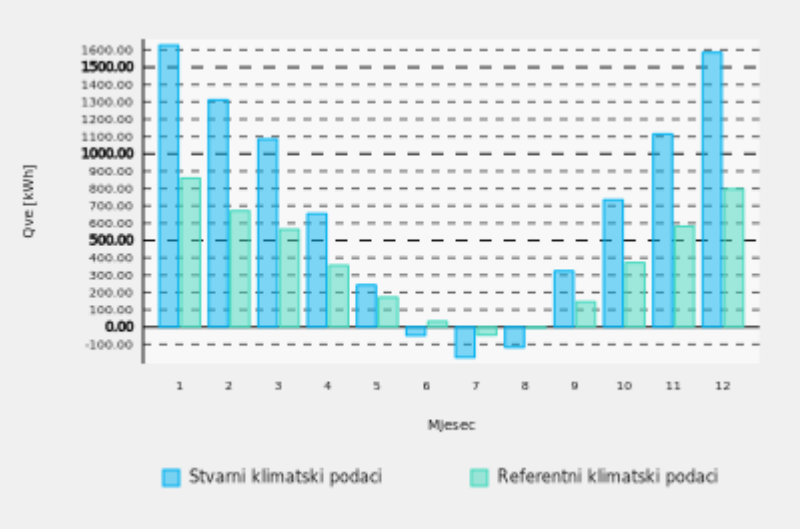
Slika 4.12. *Izmijenjena toplinska energija u periodu grijanja ($Q_{H,ht}$)*

Slika 4.12. prikazuje da je izmijenjena toplinska energija u periodu grijanja u stvarnim uvjetima veća od referentnih



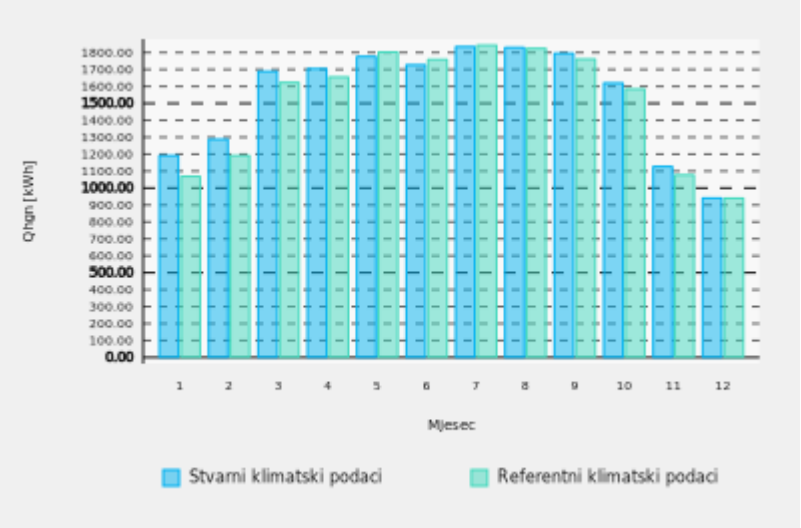
Slika 4.13. *Izmjenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu (Q_{Tr})*

Slika 4.13. prikazuje izmjenjenu toplinsku energiju transmisijom za proračunatu zonu te je u njoj vidljivo da su vrijednosti referentnih klimatskih podataka veći od onih stvarnih, osim za 9 mj. gdje je obrnuto.



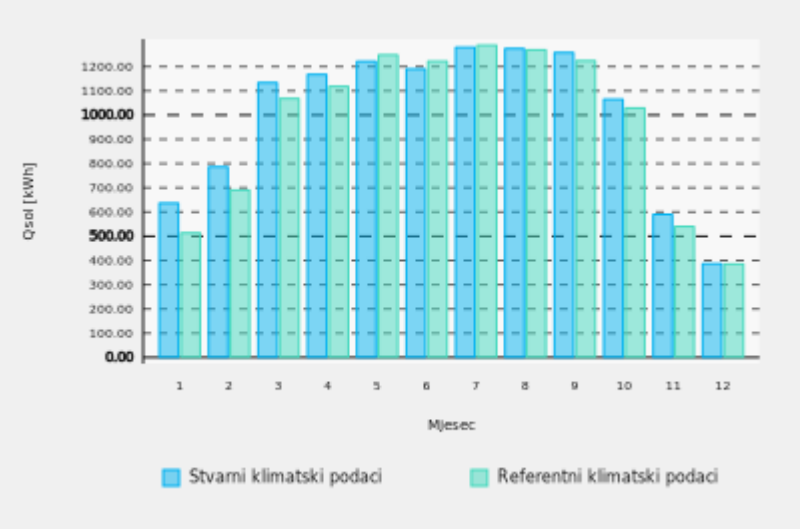
Slika 4.14. *Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu (Q_{Ve})*

Slika 4.14. govori da stvarni klimatski podaci zahtjevaju iznimno veću toplinsku energiju za ventilaciju proračunate zone od onih prema referentnim uvjetima.



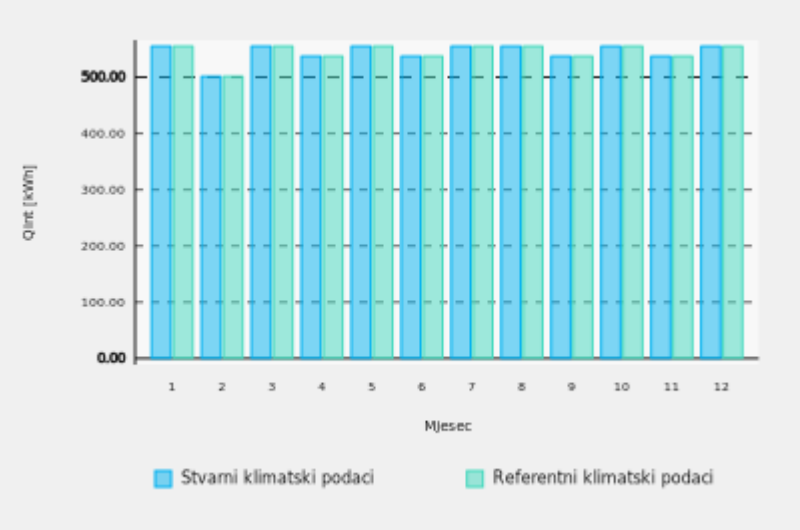
Slika 4.15. *Toplinski dobici u periodu grijanja ($Q_{H,gn}$)*

Na slici 4.15. uočljivo je da za većinu mjeseci toplinski dobitci su približno jednaki i prema stvarnim i prema referentnim klimatskim podacima, osim za prvi, drugi i treći mjesec gdje je vidljivo da su stvarni toplinski dobitci veći od onih referentnih.



Slika 4.16. *Toplinski dobici od Sunčeva zračenja (Q_{sol})*

Slika 4.16. također ima sličan zaključak kao i predhodna slika, a to je da za većinu mjeseci nema znatnih odstupanja za toplinske dobitke od sunčeva zračenja, osim za prvi i drugi mjesec gdje se stvarni podaci vidljivo razlikuju od onih referentnih.



Slika 4.17. *Unutarnji toplinski dobici zgrade (Q_{int})*

Zaključak uočljiv na slici 4.17. je da su vrijednosti identične kod unutranjih toplinskih dobitaka zgrade i za stvarne klimatske podatke i za referentne.

4.5. Priprema potrošne tople vode (PTV)

Za pripremu potrošene tople vode (PTV) kuhinje i sanitarne vode zadužen je Vaillant VCW INT 24-10 H. Prema sljedećem propisanom algoritmu izračunava se potrošnja tople vode:

$$Q_W = \frac{Q_{W,A,a}}{365} \cdot A_k \cdot d \ (kWh) \qquad (4-1)$$

gdje su:

A_k — korisna površina zgrade (m^2)

d — broj dana u promatranom periodu (dan)

Q_W — toplinska energija potrebna za pripremu PTV-a u promatranom periodu (kWh)

$Q_{W,A,a}$ — specifična toplinska energija potrebna za pripremu PTV-a (kWh/m^2a)

(za zgrade do 3 stanbene jedinice $Q_{W,A,a} = 12{,}5\ kWh/m^2a$, dok za zgrade s više od 3 stambene jedinice $Q_{W,A,a} = 16\ kWh/m^2a$) [8].

Izračuni su dobiveni u programu Thorium A +, te prema njemu toplinska energija potrebna za pripremu PTV-a iznosi $Q_W = 2087{,}50\ kWh$.

4.6. Prikaz proračuna za primarnu i dostavljenu energiju, te usporedba potrošnje energije standardnog i kondenzacijskog bojlera

Kroz tablicu 4.14. prikazani su rezultati proračuna isporučene i primarne energije za standardni kotao.

Tablica 4.14. *Izlazne veličine iz proračuna potrebnih za proračun isporučene i primarne energije - Kombi kotao bez regulacije*

	Sezona grijanja [kWh]	**Izvan sezone grijanja [kWh]**	**Ukupno [kWh/a]**
Emisija			
Grijanje			
Qem, out	23.398,56	0	23.398,56
Qem, ls	6.057,09	0	6.057,09
Wem, aux	0,28	0	0,28
Qem, aux, rvd	0,00	0	0,00
Qem, aux, rbl	0,28	0	0,28
Qem, in	29.455,66	0	29.455,66

	Sezona grijanja [kWh]	Izvan sezone grijanja [kWh]	Ukupno [kWh/a]
Distribucija			
Grijanje			
$Q_{dis,\ out} = Q_{em,\ in}$	29.455,66	0	29.455,66
$Q_{dis,\ ls}$	6.980,04	0	6.980,04
$Q_{dis,\ rbl}$	6.980,04	0	6.980,04
$W_{dis,\ aux}$	322,16	0	322,16
$Q_{dis,\ aux,\ rvd}$	241,62	0	241,62
$Q_{dis,\ aux,\ rbl}$	80,54	0	80,54
$Q_{dis,\ in}$	36.194,08	0	36.194,08
PTV			
$Q_{dis,\ out} = Q_{em,\ in}$	677,21	1.410,28	2.087,50
$Q_{dis,\ ls}$	2.644,52	5.507,22	8.151,75
$Q_{dis,\ rbl}$	0,00	0,00	0,00
$W_{dis,\ aux}$	303,22	631,46	934,69
$Q_{dis,\ aux,\ rvd}$	227,41	473,59	701,01
$Q_{dis,\ aux,\ rbl}$	75,80	157,86	233,67
$Q_{dis,\ in}$	3.094,31	6.443,91	9.538,23
Proizvodnja			
Grijanje			
$Q_{HW,\ gen,\ out}$	39.288,40	0	39.288,40
$Q_{gen,\ dis,\ ls}$	5.552,06	0	5.552,06
$Q_{gen,\ ls,\ env,\ rbl}$	0,00	0	0,00
$W_{gen,\ aux}$	83,55	0	83,55
$Q_{gen,\ aux,\ rvd}$	62,66	0	62,66
$Q_{gen,\ aux,\ rbl}$	0,00	0	0,00
$Q_{gen,\ in}$	44.777,80	0	44.777,80
PTV			
$Q_{gen,\ out} = Q_{dis,\ in}$	3.094,31	6.443,91	9.538,23
$Q_{gen,\ dis,\ ls}$	0,00	4.194,81	4.194,81
$Q_{gen,\ ls,\ env,\ rbl}$	0,00	0,00	0,00
$W_{gen,\ aux}$	0,00	90,99	90,99

	Sezona grijanja [kWh]	Izvan sezone grijanja [kWh]	Ukupno [kWh/a]
$Q_{gen, aux, rvd}$	0,00	68,24	68,24
$Q_{gen, aux, rbl}$	0,00	0,00	0,00
$Q_{gen, in}$	3.094,31	10.570,48	13.664,80

Kroz tablicu 4.15. prikazani su rezultati proračuna isporučene i primarne energije za novi, predviđeni kondenzacijski kotao.

Tablica 4.15. *Izlazne veličine iz proračuna potrebnih za proračun isporučene i primarne energije - Kondenzacijski kotao sa regulacijom*

	Sezona grijanja [kWh]	Izvan sezone grijanja [kWh]	Ukupno [kWh/a]
Emisija			
Grijanje			
$Q_{em, out}$	29.861,77	0	29.861,77
$Q_{em, ls}$	2.509,09	0	2.509,09
$W_{em, aux}$	0,28	0	0,28
$Q_{em, aux, rvd}$	0,00	0	0,00
$Q_{em, aux, rbl}$	0,28	0	0,28
$Q_{em, in}$	32.370,86	0	32.370,86
Distribucija			
Grijanje			
$Q_{dis, out} = Q_{em, in}$	32.370,86	0	32.370,86
$Q_{dis, ls}$	2.442,70	0	2.442,70
$Q_{dis, rbl}$	2.442,70	0	2.442,70
$W_{dis, aux}$	0,00	0	0,00
$Q_{dis, aux, rvd}$	0,00	0	0,00
$Q_{dis, aux, rbl}$	0,00	0	0,00
$Q_{dis, in}$	34.813,56	0	34.813,56
PTV			
$Q_{dis, out} = Q_{em, in}$	677,21	1.410,28	2.087,50
$Q_{dis, ls}$	2.644,52	5.507,22	8.151,75
$Q_{dis, rbl}$	0,00	0,00	0,00
$W_{dis, aux}$	358,35	746,27	1.104,63

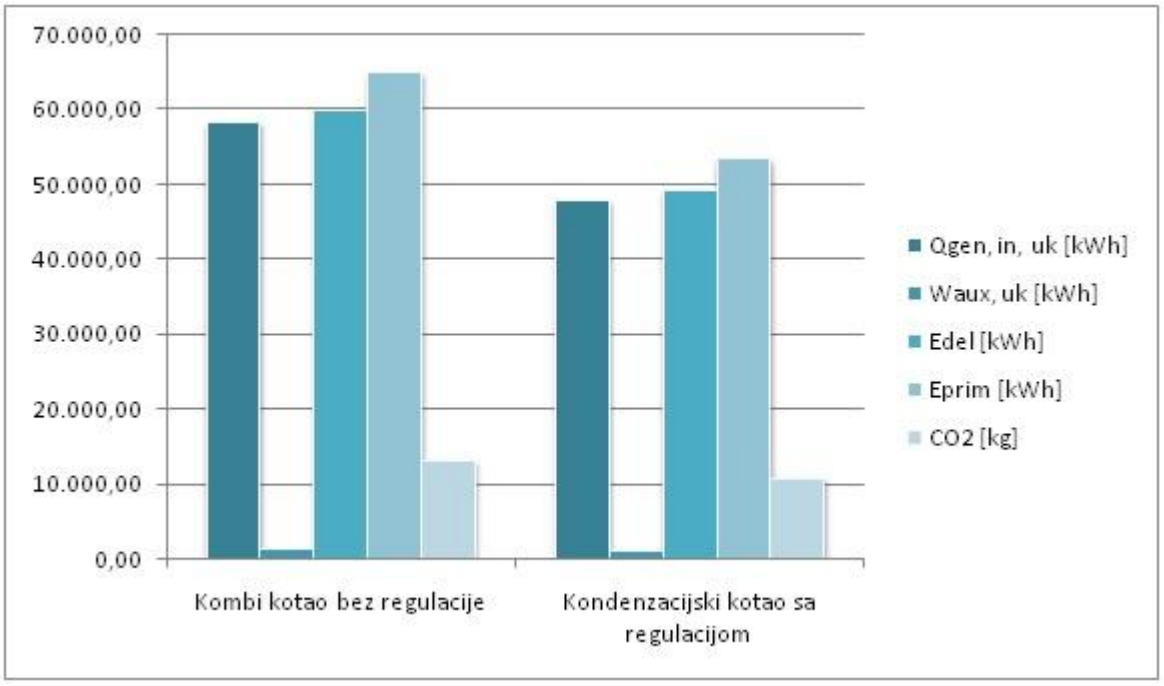
	Sezona grijanja [kWh]	Izvan sezone grijanja [kWh]	Ukupno [kWh/a]
$Q_{dis, aux, rvd}$	268,76	559,70	828,47
$Q_{dis, aux, rbl}$	89,58	186,56	276,15
$Q_{dis, in}$	3.052,96	6.357,80	9.410,77
Proizvodnja			
Grijanje			
$Q_{HW, gen, out}$	37.866,53	0	37.866,53
$Q_{gen, dis, ls}$	-1.311,18	0	-1.311,18
$Q_{gen, ls, env, rbl}$	118,74	0	118,74
$W_{gen, aux}$	25,79	0	25,79
$Q_{gen, aux, rvd}$	19,34	0	19,34
$Q_{gen, aux, rbl}$	6,44	0	6,44
$Q_{gen, in}$	36.536,01	0	36.536,01
PTV			
$Q_{gen, out} = Q_{dis, in}$	3.052,96	6.357,80	9.410,77
$Q_{gen, dis, ls}$	0,00	2.164,45	2.164,45
$Q_{gen, ls, env, rbl}$	0,00	1.289,55	1.289,55
$W_{gen, aux}$	0,00	87,69	87,69
$Q_{gen, aux, rvd}$	0,00	65,76	65,76
$Q_{gen, aux, rbl}$	0,00	21,92	21,92
$Q_{gen, in}$	3.052,96	8.456,48	11.509,45

Tablica 4.16. *Usporedba primarne i dostavljene energija po zoni između oba bojlera*

Sustav	Energent	$Q_{gen, in, uk}$ [kWh]	$W_{aux, uk}$ [kWh]	E_{del} [kWh]	E_{prim} [kWh]	CO_2 [kg]
Kombi bojler bez regulacije	Prirodni plin	58.442,60	1.431,69	59.874,29	65.137,14	13.192,38
Kondenzacijski bojler sa regulacijom	Prirodni plin	48.045,46	1.218,40	49.263,87	53.582,07	10.855,10

Prema tablici 4.16. vidljiva je znatna razlika između dostavljene energije kod starog bojlera i novog. Ona iznosi 10.397,16 kWh što je jako značajna razlika. Kako kod dostavljene energije

postoji razlika, tako postoji i kod primarne. Iz tablice je vidljivo da ona iznosi 11.555,07 kWh što je također značajno.



Slika 4.18. *Usporedba primarne i dostavljene energija po zoni između oba kotla*

Slikom 4.18. prikazane su grafički vrijednosti iz tablice 4.16. kako bi se dobio bolji uvid u razliku vrijednosti i količini energije.

Instalirana toplinska snaga ogrijevnih tijela Q = 17,73 kW, za temperaturni režim rada standardnog kotla 70/55. Trenutno ogrijevna tijela nemaju ugrađene termoregulacijske ventile na sebi.

$$Q_{em,in} = Q_{em,out} - Q_{em,aux,rvd} + Q_{em,ls}$$

gdje je:

$Q_{em,out}$ — toplinska energija na izlazu iz podsustava predaje [kWh]

$Q_{em,aux,rvd}$ — vraćena pomoćna energija [kWh]

$Q_{em,ls}$ — toplinski gubitci podsustava predaje [kWh].

Potreba za energijom $Q_{em,in}$ iznosi 29.455,66 kW, a učinkovitost sustava je η = 0,79. Rezultati proračuna podsustava predaje vidljivi su u tablici 4.14. Nakon ugradnje novog kondenzacijskog kotla i termoregulacijskih ventila, za sustav predaje potrebna je energija $Q_{em,in}$ = 32.370,86kW i učinkovitost sustava poprima iznos η = 0,92. Rezultati novih proračuna vidljivi su i tablici 4.15.

Tablica 4.17. *Izračun toplinske energije na izlazu iz sustava predaje – postojeće i novo stanje*

$Q_{em,\ out}$ [kWh]	23.398,57	29.861,77
$Q_{em,\ aux,\ rbl}$ [kWh]	0,28	0,28
$Q_{em,\ aux,\ rvd}$ [kWh]	0,00	0,00
$W_{em,\ aux}$ [kWh]	0,28	0,28
$Q_{em,\ ls}$ [kWh]	6.057,09	2.509,09
$Q_{em,\ in}$ [kWh]	32.370,86	29.455,66
η [-]	0,79	0,92

Iz tablice 4.17. uočljivo je da za potrebnu toplinske energije novog stanja sustava, predaja je samnjena za 2.915,2 kWh, te je porasla učinkovitost η = 0,92.

Za gubitke u podsustavu razvoda korištena je metoda aproksimacije duljine cjevovoda prema HRN EN 15316-2-3:2008. Sustav razvoda je dvocijevni i sve dionice cjevovoda prolaze kroz grijani prostor. Temperatura trenutnog ogrjevnog medija je 70/55 stupnjeva Celzijusa, a regulacija temperature vrši se na samom kotlu. Za novo stanje sustava predpostavlja se temperatura ogrijevnog medija 40/30 ºC, ugrađene termoregulacijske ventile, a regulacija se vrši prema vanjskoj temperaturi.

Toplinska energija koja je potrebno dostaviti podsustavu razvoda grijana definirana je:

$$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out} = Q_{H,dis,out} - Q_{H,dis,aux,rvd} + Q_{H,dis,ls}$$

gdje je:

$Q_{H,dis,in}$ — toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda

$Q_{H,gen,out}$ — toplinska energija koju je potrebno isporučiti podsustavu razvoda

$Q_{H,dis,out}$ — toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda

$Q_{H,dis,aux,rvd}$ — iskoristivi toplinski gubitci pomoćnih uređaja podsustava razvoda

$Q_{H,dis,ls}$ — toplinski gubitci svih dionica u promatranom periodu

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za podsustav razvoda nalaze se u tablici 4.18.

Tablica 4.18. *Izračun toplinske energije na izlazu iz sustava predaje – postojeće i novo stanje*

$Q_{dis,\ out} = Q_{em,\ in}$ [kWh]	29.455,66	32.370,86
$Q_{dis,\ ls}$ [kWh]	6.980,04	2.442,70
$Q_{dis,\ aux,\ rvd}$ [kWh]	241,62	0,00
$Q_{dis,\ in}$ [kWh]	36.194,09	34.813,57
η [-]	0,81	0,93

Zaključak za tablicu 4.18. je da na osnovu provedbe navedenih mjera, toplinsku energiju koju je potrebno dovesti do podsustava razvoda $Q_{H,dis,in}$ smanjena je za 1.380,52 kWh, dok je učinkovitost podsustava narasla na η = 0,93.

Izračuni sustava proizvodnje računaju se prema normi HRN EN 15316-4-1:2008 Sustavi grijanja u zgradama dio 4-1: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem (kotlovi). Proračunava se ukupna vraćena i iskoristiva toplinska energija kroz slijedeći način:

- Proračun ukupne vraćene pomoćne energije random mediju u promatranom period za podsustav proizvodnje:
$$Q_{H,gen,aux,rvd} = \sum Q_{gnr,aux,rvd}\ [kWh]$$
- Proračun ukupne iskoristive pomoćne energije koja se vraća u proctor u promatranom period za podsustav proizvodnje:
$$Q_{H,gen,aux,rbl} = \sum Q_{gnr,aux,rbl}\ [kWh]$$
- Proračun ukupnih iskoristivih toplinskih gubitaka kroz ovojnice kotla (u kotlovnici) koji se vraćaju u proctor u promatranom period za podsustav proizvodnje:
$$Q_{H,gen,ls,env,rbl} = \sum Q_{gnr,ks,evn,rbl}\ [kWh]$$
- Toplinska energija koju je potrebno gorivom isporučiti podsustavu proizvodnje
$$Q_{H,gen,in} = Q_{H,gen,out} - Q_{H,gen,aux,rvd} + Q_{H,gen,ls}\ [kWh]$$

Tablica 4.19. *Izračun ukupne vraćene i iskoristive toplinske energije – postojeće i novo stanje*

$Q_{H,\ gen,\ out}$ [kWh]	36.194,09	34.813,57
$Q_{W,\ gen,\ out}$ (u sezoni grijanja) [kWh]	3.094,32	3.052,97

$Q_{HW, gen, out} = Q_{H, gen, out} + Q_{W, gen, out}$ (u sezoni grijanja) [kWh]	39.288,40	37.866,54
$Q_{gen, aux, rvd}$ [kWh]	62,67	19,34
$Q_{gen, aux, rbl}$ [kWh]	0,00	6,45
$Q_{gen, ls}$ [kWh]	5.552,07	-1.311,18
$Q_{gen, ls, env, rbl}$ [kWh]	0,00	118,75
$W_{gen, aux}$ [kWh]	83,56	25,79
$Q_{gen, in}$ [kWh]	44.777,80	36.536,01
η [-]	0,88	1,04

Iz dobivenih rezultata pogledom na tablicu 4.19., vidljiva je znatna razlika u učinkovitosti samog kotla. Učinkovitost starog kotla iznosi 0,88 , dok za novi kondenzacijski uređaj imamo vrijednost 1,04 , svedeno na donju ogrjevnu moć. Novom kondenzacijskom kotlu potrebno je isporučiti 8.241,79 kWh godišnje, što je znatna ušteda. Razlika u smanjenju $Q_{H,gen,out}$ ostvarena je uslijed boljeg sustava regulacije temperature.

Tablica 4.20. *Uvid u potrošnju PTV-a postojećeg i novog sustava*

$Q_{dis, out} = Q_{em, in}$ [kWh]	2.087,50	2.087,50
$Q_{dis, ls}$ [kWh]	8.151,75	8.151,75
$Q_{dis, aux, rvd}$ [kWh]	701,02	828,48
$Q_{dis, in}$ [kWh]	9.538,23	9.410,78
η [-]	0,22	0,22

Tablica 4.20. pokazuje da učinkovitost postojećeg, standardnog kotla u sustavu proizvodnje PTV-a iznosi 0,22, kao i za novi uređaj. Učinkovitost kotla u sustavu proizvodnje toplinske energije za PTV je niska zbog gubitaka kotla u stanju pripravnosti. Učinkovitost kotla bila bi

veća kada bi uz sustav postojao akumulacijski spremnik za PTV. Razlika između uštede energije iznosi 127,45 kWh.

4.7. Financijska analiza i izračun smanjenja emisije CO_2

Za ugradnju novog kondenzacijskog kotla potrebno je (cijene uz svaki element nisu točne vrijednosti, već približne; cijene su sa uključenim PDV-om):

1. Kondenzacijski bojler Vaillant ecoTEC PRO VUW INT 246/5-3, 24 kw 8.400,00 kn

2. Montaža bojlera ovlaštenog servisera 800,00 kn

3. Zamjena i ugradnja novih termoregulacijskih ventila na postojeće radijatore 2.000,00 kn

Tablica 4.21. *Ugradnja novog kondenzacijskog kotla*

Investicija [kn]	Procijenjena ušteda [kn/god]	Procijenjena ušteda [kWh/god]	JPP [god.]	Smanjenje emisija CO_2 [tona/god]
11.200,00	3.397,22	10.610,42	3,29	2,33

Tablica 4.21. pokazuje da uz navedenu investiciju godišnje imamo procjenjenu uštedu na 3.397,22 kuna te da je isplativost konačna za tri godine i četri mjeseca. Uz to pokazuje kolika je godišnja ušteda u primarnoj energiji te koliko iznosi smanjenje emisije CO_2 godišnje.

Tablica 4.22. *Prikaz ušteda energije*

	Qhnd [kWh]	Edel [kWh]	Eprim [kWh]
Stvarna postaja			
Staro stanje (prije mjere)	33.602,65	59.874,29	65.137,14
Novo stanje (nakon mjere)	33.602,65	49.263,87	53.582,07
Razlika [kWh]	0,00	10.610,42	11.555,07
Razlika [%]	0,00	17,72	17,73
Referentna postaja			
Staro stanje (prije mjere)	44.825,65	81.320,67	88.546,69
Novo stanje (nakon mjere)	44.825,65	65.535,69	71.393,62
Razlika [kWh]	0,00	15.784,98	17.153,06
Razlika [%]	0,00	19,41	19,37

Tablica 4.22. prikazuje uštedne mjere s obzirom na stvarnu klimatsku postaju i na referentnu klimatsku postaju. Zaključno je vidljivo da je prema stvarnoj postaji razlika potrošnje u primarnoj energiji 17,73 %, a prema referentom proračunu razlika potrošnje iznosi 19,37 %.

Tablica 4.23. *Potrebna primarna energija, toplinska energija za grijanje zgrade i izračunata toplinska energija za hlađenje - Obiteljska kuća*

Godišnja potrebna primarna energija za stvarne klimatske podatke Eprim [kWh/a]	53.582,07	
Godišnja potrebna primarna energija po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke E_{prim} [kWh/(m2·a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	najveća dopuštena	izračunata
	135,00	359,21
Godišnja potrebna isporučena energija za stvarne klimatske podatke E_{del} [kWh/a]	49.263,87	
Godišnja potrebna isporučena energija po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke E_{del} [kWh/(m2·a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	najveća dopuštena	izračunata
	120,00	330,26
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	33.602,65	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m2·a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	najveća dopuštena	izračunata
	93,75	225,27
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a] (za zgrade sa sustavom hlađenja	3.374,71	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m2·a)] (za zgrade sa sustavom hlađenja)	najveća dopuštena	izračunata
	50,00	22,62

Tablica 4.23. ukazuje na rezultate proračuna koji bi bili za ugrađivanje novog kondenzacijskog bojlera, te uspoređuje odstupanja između najveće dopuštene i izračunate vrijednosti koje donosi rad bojlera za stvarne klimatske uvjete.

Tablice 4.24., 4.25. i 4.26. pokazuju detaljan pregled smanjenja razina CO_2.

Tablica 4.24. *Usporedna analiza emisija CO_2 (izračun spram unesenih energenata).*

	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	Ukupno [kWh]	Emisija CO_2 [kgCO_2]
Prirodni plin		15.210,00	18.330,00	17.240,00	7.230,00	58.010,00	12.762,20
Električna energija	568,53	2.545,29	2.556,93	2.618,94	632,29	8.922,00	2.087,74
					Ukupno	**66.932,00**	**14.849,94**

U tablici 4.24. vidi se ukupna emisija koju čine prirodni plin i električna energija zajedno.

Tablica 4.25. *Emisije CO_2 (izračun spram $Q_{H,nd}$).*

Prirodni plin		
	$Q_{H,nd}$ [kWh/god.]	Emisija CO_2 [kgCO_2]
Obiteljska kuća (stvarna klimatska postaja)	33.602,65	7.392,58
Obiteljska kuća (referentna klimatska postaja)	44.825,65	9.861,64

Tablica 4.25. pokazuje emisiju CO_2 u ovisnosti $Q_{H,nd}$ gledano na stvarnu i referentnu klimatsku postaju. Stvarna emisija s obzirom na referentnu je umanjena za 25 %.

Tablica 4.26. *Smanjenje emisija CO_2 (proračun iz unesenih mjera).*

Ime mjere	**Smanjenje emisija CO_2 [tona/god.]**
Ugradnja novog kondenzacijskog kotla	2,33

Tablica 4.26. govori da ugradnjom novog bojlera smanjujemo godišnju emisiju CO_2 za 2,33 tone.

5. ZAKLJUČAK

Iz navedenog se vidi da su zakonski donešene regulative i norme u praksi primjenjene. Opisan je princip tehnologije grijanja devedesetih godina prošloga stoljeća kao i suvremena tehnologija koja je danas prisutna. Sve razlike između stare i nove tehnologije potkrijepljene su usporedbnim proračunima u potrošnji toplinske energije, ulaganjem u isplativi sustav te povrat investicija kroz određeni vremenski period.

Učinkovitost starog bojlera dokazana je nižom u odnosu na novi kondenzacijski bojler. Potrošnja isporučene energije koja se predviđa zamjenom plinskog bojlera novim uređajem prema referentnim podacima, znatno je umanjena. Sudeći prema tome, period povratka investicije prikazan je proračunom i bio bi za ovaj projekt prihvatljiv.

Za još veće uštede i povećanje energetske učinkovitosti obiteljske kuće, treba se razmotriti investicija u toplinsku izolaciju kompletne vanjske ovojnice i svih njezinih elemenata.

Emisija CO_2 koju stambena kuća proizvodi, također bi bila smanjena ugradnjom novog uređaja.

Upravo tim proračunima potkrepljen je zahtjev EU direktive koja kao najvažnije napominje da se novim tehnologijama uštedi primarna energija te smanji emisija CO_2, a da pri tome uvjeti za okoliš i život u njemu postanu ugodniji.

LITERATURA

[1] Ž. Tomšić, Ciljevi energetske politike EU i energetska efikasnost u EU, predavanja sa FER-a, Zagreb, 2014. url: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/MAPE_3_2014_Skripta_EU2014_.pdf (pristup 24.10.2016.)

[2] EU komisija, Europa 2020.; Strategija za pametan, održiv i uključiv rast, Službeni list EU, Bruxelles, 2010. url: http://www.strukturnifondovi.hr/UserDocsImages/Documents/Strukturni%20fondovi%202014.%20%E2%80%93%202020/eu_hr.pdf (pristup 24.10.2016.)

[3] Europski parlament i vijeće, Direktiva o energetskoj učinkovitosti 2012/27, Službeni list EU, Bruxelles, 2012. url: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=HR (pristup 24.10.2016.)

[4] Sabor RH, Zakon o energetskoj učinkovitosti, NN(127/14), Zagreb, 2014.

[5] Sabor RH, Zakon o gradnji, NN(153/13), Zagreb, 2013.

[6] Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, NN(128/15), Zagreb, 2015.

[7] Skup Autora, Priručnik za energetsko certificiranje zgrada dio 1, UNDP, Zagreb, 2012. url: https://www.enu.hr/wp-content/uploads/2016/03/Priru%C4%8Dnik-za-energetsko-certificirane-zgrada.pdf (pristup 26.10.2016.)

[8] Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, Pravilnik o energetskom pregledu i energetskom certificiranju zgrada, NN(152/08) / NN(55/12), Zagreb, 2012.

[9] Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, Metodologija provođenja energetskog pregleda građevina, Zagreb, 2014. url: http://www.mgipu.hr/doc/EnergetskaUcinkovitost/METODOLOGIJA_EPG.pdf (pristup 26.10.2016.)

[10] S. Baksa, Energetska učinkovitost, Zagreb, 2012. url: http://www.huzp.hr/energ121208.doc (pristup 26.10.2016.)

[11] Ž. Koški, H. Krstić, Energetski učinkovite građevine, nastavni materijali iz prezentacija, Građevinski fakultet Osijek, Osijek, 2011. url: http://www.gfos.unios.hr/diplomski-sveucilisni-studij-gradevinarstvo-smjer-nosive-konstrukcije/nastavni-materijali-kolegija-eug-dss-nk

[12] Thorium A+, url: http://thoriumaplus.com/ (pristup 16.03.2017.)

[13] Valliant, Plinski kondenzacijski uređaji, url: https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici/savjeti-i-iskustvo/kako-razlicite-tehnologije-rade/plinski-kondezacijski-ure-aji/ (pristup 13.06.2017.)

[14] Elmaco, url: http://www.elmaco.hr/images/201003081058350.brennwert.jpg (pristup 03.08.2017.)

[15] Eko-plus, Kondenzacijski plinski bojleri, url: http://www.eko-puls.hr/Kondenzacijski_plinski_bojleri.aspx (pristup 04.08.2017.)

[16] Kostanjevac, Sanacije dimnjaka, url: http://www.kostanjevec.hr/sanacija%20dimnjaka.html (pristup 04.08.2017.)

[17] B. Perković, T. Barić, N. Janković, D.Kos, H. Glavaš, OTO 2017.; 26. Međunarodni znanstevno-stručni skup „Organizacija i tehnologija održavanja“, Zbornik radova, Osijek, 2017. url: http://bib.irb.hr/datoteka/877627.170526_OTO2017_plinski-uredjaji_pp_47-56.pdf (pristup 09.09.2017.)

[18] Hrvatska dimnjačarska udruga, Tehnički pravilnik o dimnjačarstvu, Zagreb, 2012. url: http://www.mivegra.hr/images/files/2014/tehnicki-pravilnik-o-dimnjaarstvu.pdf (pristup 09.09.2017.)

[19] I. Balen, Toplinska ugodnost, predavanja sa FSB-a, Zagreb, 2007. url: https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/11_10_2007__7911_1_TUGOD-KLIM07.pdf (pristup 13.09.2017.)

SAŽETAK

Zamjena plinskog standardnog bojlera novim uređajem opisana je teorijskom analizom zakona i pravilnika koji propisuju pravilan način proračuna potrebne toplinske energije za grijanje obiteljske kuće, te su opisane plinske tehnologije i principi njihova rada. Provedeni su proračuni i usporedbe u računalnom programu Thorium A+, trenutnog i budućeg stanja s ciljem na uvid u potrošnju toplinske energije kao i buduće uštede. Za primjer novog stanja uzet je u obzir plinski kondenzacijski bojler kao i ugradnja termoregulacijskih ventila na ogrjevna tijela. Dokazane su uštede u potrošnji primarne energije te isplativost investicije ugradnjom novih tehnologija.

Ključne riječi: standardni bojler, kondenzacijski bojler, Thorium A+, proračun ušteda, isplativost, energija, emisije CO_2

ABSTRACT

The replacement of the standard water heater with a new one has been described by theoretical analysis of laws and regulations in which is described a correct way for calculations of thermal energy, needed for family house heating, and also gas technology and their working principles. Calculations and comparisons for the current and the future conditions have been conducted by Thorium A+ software, to get the insight of thermal energy consumption and savings in the future. As a new condition, a new gas condensing boiler was considered with installation of thermoregulatory valves on the radiators. Savings in primary energy consumption and cost-effectiveness of the investment with the incorporation of new technologies have been proven.

Key words: standard water heater, condensing boiler, Thorium A+, savings calculations, profitability, energy, CO_2 emission

ŽIVOTOPIS

Boris – Ruđero Boduljak rođen je 1992. godine u Virovitici. Osnovnu školu pohađao je u Suhopolju, a nakon osnovne škole upisuje Tehničku školu u Virovitici, smjer elektrotehničar. Nakon srednje škole, 2011. godine upisuje sveučilišni preddiplomski studij elektrotehnike na Elektrotehničkom fakultetu Osijek i nakon prve godine opredjeljuje se za smjer elektroenergetika. Po završetku preddiplomskog studija 2014. godine, iste upisuje diplomski studij smjer elektroenergetika na Elektrotehničkom fakultetu Osijek.