Povećanje energetske učinkovitosti kotlovnice JVP Pula

Morožin, Patrick

Undergraduate thesis / Završni rad

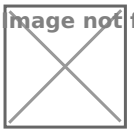
2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Pula - College of Applied Sciences / Politehnika Pula - Visoka tehničko-poslovna škola s pravom javnosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:212:494370

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

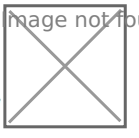
Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Digital repository of Istrian University of applied sciences





POLITEHNIKA PULA

Visoka tehničko-poslovna škola s.p.j.

ZAVRŠNI RAD

Povećanje energetske učinkovitosti kotlovnice u JVP Pula

Patrick Morožin

Pula, srpanj 2015.

POLITEHNIKA

PULA

Visoka tehničko-poslovna škola s.p.j.

Povećanje energetske učinkovitosti kotlovnice u JVP Pula

Student: Patrick Morožin

Studijski program: studij Politehnike

Smjer: Proizvodno inženjerstvo

Mentor: Mr.sc.Radovan Jokić dipl.ing

SAŽETAK

Ovaj završni rad obrađuje problematiku povećanja energetske učinkovitosti kotla u JVP Pula, u smislu da definira potrebu rekonstrukcije sadašnje zastarjele kotlovnice s kotlom na lož ulje u kotlovnicu energetski učinkovitijim kotlom. U radu je pokazano da je efikasniji energent prirodni plin i u tom smislu je definirana nova kotlovnica s kondenzacijskim plinskim kotlom. Ujedno je to rješenje optimalno i u pogledu emisije CO_2. Sve to mora udovoljiti i regulativi Europske unije i s njom usklađenim zakonskim propisima u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: energetska učinkovitost, emisija CO_2, plinska kondenzacijska kotlovnica, lož ulje, prirodni plin.

SUMMARY

This thesis discusses the increase of energy efficiency of the heating system of Pula Fire Brigade, where the current outdated fuel oil boiler should be replaced with a more energy-efficient one. Furthermore, the thesis shows that natural gas would be a much more efficient energy source, and in that sense a new condensing gas boiler is defined. Moreover, this solution is optimal in terms of CO2 emissions. The discussed solution has to comply with the regulations of the European Union and its corresponding legislation in the Republic of Croatia.

Key words: Energy efficiency, CO_2 emissions, condensing gas boiler, fuel oil, natural gas

SADRŽAJ

1. UVOD……1
1.1. Opis i definicija problema……..1
1.2. Cilj i svrha rada……..……1
1.3. Polazna hipoteza……1
1.4. Struktura završnog rada…….……2
2. Značaj energetske učinkovitosti……2
2.1. EU direktiva……..4
2.2. Propisi o sustavima grijanja i hlađenja zgrada……...6
2.3. Sustavi centralnog grijanja……7
2.3.1. Podjela prema izvedbi ogrjevnih tijela…….……8
3. Pravilnici i propisi o kotlovnicama……8
3.1. Propisi o kotlovnicama……..8
3.1.1. Smještaj kotlovnice……...8
3.1.2. Posebnosti o kojima treba voditi računa kod smještaja plinske kotlovnice……9
3.1.3. Građevinska izvedba……..……10
3.1.4. Dimenzije kotlovnice……..……..11
3.1.5. Zaštita od požara i eksplozije……..……..12
3.1.6. Ventilacija kotlovnice……..……12
3.2. Usporedba energenata……13
3.2.1. Emisija CO_2…..……..14
4. Snimka postojeće kotlovnice……15
4.1. Opis građevine JVP Pula……16
4.1.1. Opis kotlovnice……20
4.2. Karakteristike i energetska učinkovitost lož ulja……..21
4.2.1. Najvažnije opasnosti lož ulja……..22
4.2.2. Utjecaj na okoliš…..……22
4.3. Karakteristike postojeće kotlovnice……..……23
4.3.1. Pregled energetske učinkovitosti kotlovnice na lož ulje…….23
4.3.2. Nedostaci postojeće kotlovnice…….……24
5. Kotlovnica na prirodni plin……..24
5.1. Karakteristike prirodnog plina……..24

5.1.1. Upotreba i iskorištenje prirodnog plina……25
5.1.2. Utjecaj na okoliš……25
5.1.3. Fizikalne karakteristike prirodnog plina……26
5.2. Karakteristike kotlovnice na prirodni plin……27
5.2.1. Pregled energetske učinkovitosti kotlovnice na prirodni plin.29
5.3. Troškovi investicije prelaska na prirodni plin……30
6. Usporedba kotlovnica, tehno-ekonomska analiza……31
6.1. Usporedba energetske učinkovitosti……..31
6.1.1. Standardno izolirana kuća……..33
6.1.2. Izračun snage kotla……...35
6.1.3. Izračun potrošnje energije……35
6.1.4. Cijena grijanja centralnim grijanjem na plin……36
6.2. Povrat uloženih sredstava……38
6.3. Konačna ocjena……40
7. ZAKLJUČAK……..42
8. LITERATURA……43
9. POPIS SLIKA,TABLICAI SKRAĆENICA……..…44
9.1 POPIS SLIKA……44
9.2 POPIS TABLICA……..44
9.3 POPIS SKRAĆENICA……...…45
10. PRILOZI…...……46

1.UVOD

U Javnoj vatrogasnoj postrojbi Pula (JVP Pula) postoji kotlovnica za potrebe grijanja koja kao energent koristi lož ulje. Kotlovnica iz 2002. godine u potpunosti je zastarjela i više ne udovoljava regulativi Europske unije čiji je Republika Hrvatska član od 2013. godine. Uz nisku efikasnost, troškovi održavanja su visoki kao i troškovi goriva. Europska unija svojim je direktivama u cijelosti regulirala područje energetske učinkovitosti, ograničila je emisije ugljičnog dioksida te isto tako posebnom direktivom uredila energetske značajke zgrada.

Zbog svega navedenog treba analizirati sustav te izvršiti rekonstrukciju postojeće kotlovnice, definirati novi kotao, definirati eventualni novi energent te u cijelosti učiniti ovaj energetski sustav učinkovitijim.

1.1. Opis i definicija problema

Potrebno je definirati rekonstrukciju kotlovnice u JVP Pula koja je zastarjela i ne udovoljava više propisima, posebno u smislu energetske učinkovitosti.

1.2. Cilj i svrha rada

Cilj ovog rada je napraviti analizu postojeće kotlovnice na lož ulje i analizu kotlovnice na prirodni plin, i na osnovu njihove usporedbe dokazati da bi prijelazom na kotlovnicu na prirodni plin bila poboljšana energetska učinkovitost zgrade JVP Pula.

1.3. Polazna hipoteza

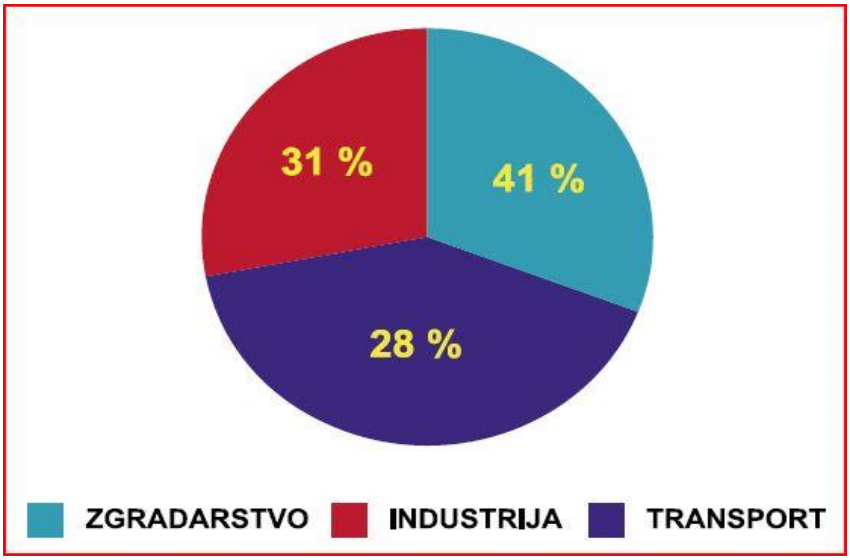
U prostoru JVP Pula moguće je provesti poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade zamjenom postojeće kotlovnice sa lož uljem na kotlovnicu na prirodni plin.

1.4. Struktura završnog rada

Završni rad podijeljen je u sedam poglavlja. U prvom poglavlju iznesen je sažetak, opisuje se problematika, cilj, svrha, polazna hipoteza i struktura završnog rada. Drugo i treće poglavlje daju pregled postojećeg stanja EU direktive o energetskoj učinkovitosti i pregled propisa i zakona o grijanju u zgradarstvu. U četvrtom poglavlju napravljena je snimka postojeće kotlovnice na lož ulje. Peto poglavlje donosi pregled karakteristika kotlovnice na prirodni plin. U šestom poglavlju napravljena je usporedba kotlovnica i konačna ocjena da li bi investicija zamjene kotlovnice bila opravdana. U sedmom poglavlju iznesen je zaključak samog rada. Na kraju je navedena korištena literatura te prilozi.

2. Značaj energetske učinkovitosti

Nedostatak energije i nesigurnost u opskrbi energijom, uz stalan rast cijene energije i energenata, problemi su s kojima je Hrvatska suočena više nego ikada prije. Potrošnja toplinske energije za grijanje kao i za hlađenje uvođenjem klimatizacije u zgradama stalno raste. Energija koja se potroši u zgradama tako čini 41,3% ukupne finalne potrošnje energije u Hrvatskoj te je u stalnom porastu (slika 1).

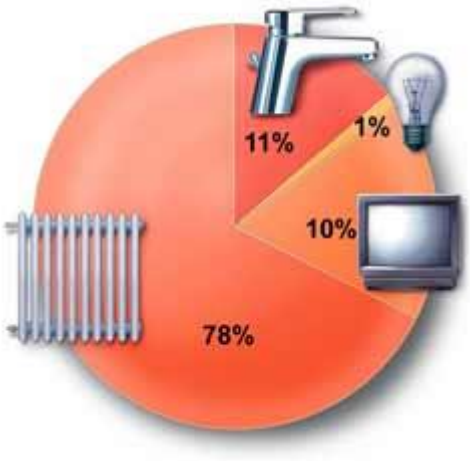


Slika 1: Udio potrošnje energije

Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Energetski Institut Hrvoje Požar: Vodič kroz energetski efikasnu gradnju, 2005.

Sektor zgradarstva odgovoran je za potrošnju preko 40% ukupne potrošnje energije (slika 1) što znači da u zgradarstvu leži najveći potencijal energetskih ušteda.

Grijanje prostora predstavlja 70-80% ukupnih energetskih potreba u zgradi (slika 2).



Slika 2. Struktura potrošnje energije u kućanstvima u Hrvatskoj
Izvor: Dr.sc. Marina MALINOVEC PUČEK, dipl.ing.stroj. ENERGETSKA OBNOVA POSTOJEĆIH ZGRADA I SUVREMENI ENERGETSKI KONCEPTI Energetski institut Hrvoje Požar/Hrvatska udruga energetskih certifikatora

Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj raste u prosjeku 4% do 5% godišnje, dok se ukupna proizvodnja primarne energije smanjuje. Cijena energenata je u stalnom porastu. Tijekom proteklog desetogodišnjeg razdoblja vlastita opskrbljenost energijom postupno se smanjivala s približno 65% na manje od 50%. Uz to, ako promatramo emisije onečišćavajućih tvari u zraku iz energetskog sektora, primjećujemo zabrinjavajući trend emisija CO_2 uzrokovanog povećanom potrošnjom fosilnih goriva.

Izvjesno je da će cijene energije i energenata zbog globalnih i lokalnih razloga u narednom razdoblju i dalje rasti, što će utjecati na porast troškova života i poslovanja.

Isto tako treba očekivati strože zakonodavne uvjete o emisijama onečišćujućih tvari u zraku.

Zbog svih ovih razloga pitanje učinkovitosti postojeće kotlovnice u JVP Pula u cilju povećanja EE se nameće kao imperativ.

2.1. EU direktiva

Važne direktive Europske unije koje reguliraju područje energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije su sljedeće:

- Direktiva 2002/91/EC o energetskim značajkama zgrada
- Direktiva 2006/32/EC o energetskoj učinkovitosti i energetskim uslugama
- Direktiva 2004/8/EC o promociji kogeneracije bazirana na toplinskim potrebama na unutrašnjem tržištu energije
- Direktiva 89/106/EEC o usklađivanju zakonskih i upravnih propisa država članica o građevinskim proizvodima
- Direktiva 92/75/EEC o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja
- Direktiva 93/76/EEC o ograničavanju ugljičnog dioksida kroz povećanje energetske učinkovitosti
- Direktiva 2003/87/EEC o uspostavi sustava trgovanja dozvolama za emitiranje stakleničkih plinova unutar EU-a
- Direktiva 92/75/EEC o obaveznom energetskom označavanju električnih kućanskih uređaja

- Direktiva 2004/101/EC o uspostavi sustava trgovanja dozvolama za emitiranje stakleničkih plinova s obzirom na primjenu mehanizama protokola iz Kyota
- Direktiva 2001/71/EC o promociji električne energije iz obnovljivih izvora na unutrašnjem tržištu električne energije

Ovdje valja istaknuti direktivu o energetskim značajkama zgrada 2002/91/EC, jer je značajna za sektor zgrada. Od ukupno 40% doprinosa sektora zgradarstva na energetsku potrošnju EU, ova direktiva trebala bi doprinijeti smanjenju emisije CO_2 od 80% do 2010. To se treba ostvariti iz povećane energetske učinkovitosti i standarda gradnji novih zgrada te iz povećanja energetske učinkovitosti pri rekonstrukciji postojećih zgrada.

Direktiva 2002/91/EC ističe pet bitnih elemenata:

- Uspostava općeg okvira za metodologiju izračuna energetskih karakteristika zgrada
- Primjenu minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za nove zgrade
- Primjenu minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za postojeće zgrade prilikom većih rekonstrukcija (korisne površine iznad 1. 000 m²)
- Energetska certifikacija zgrada
- Redovita inspekcija kotlova i sustava za kondicioniranje zraka u zgradama

Direktiva je definirana metodologijom izračuna energetskih karakteristika zgrade. Direktiva nalaže da za postojeće zgrade, s korisnom površinom većom od 1.000m² koje će se obnavljati, traži poboljšanje minimalnih energetskih svojstava kako god je to tehnički, funkcionalno i ekonomski izvedivo.

Osnovni cilj direktive 2002/91/EC je obveza zemalja članica EU o važnosti smanjenja potrošnje svih vrsta energije u cjelokupnom radu budućih i postojećih zgrada.

Ovi zahtjevi se odnose kada se radi o opsežnim zahvatima obnove zgrade, gdje su opsežni zahvati oni kod kojih ukupni trošak obnove vanjskih zidova ili njenih energetskih sustava prelazi 25% vrijednosti zgrade (bez vrijednosti zemljišta). Zahtjevi se mogu odnositi na zgradu u cjelini ili samo u obnovi sustava zgrade, što je naš slučaj.

2.2. Propisi o sustavima grijanja i hlađenja zgrada

Važno je istaknuti zakonodavni okvir u području toplinske zaštite i uštede energije u Republici Hrvatskoj. U tom smislu RH je ratificirala Ugovor o energetskoj povelji čija je svrha utemeljenje pravnog okvira za unapređenje dugoročne suradnje na području energetike, zasnovane na dopunjavanju i uzajamnoj koristi.

Razvoj zakonodavnog okvira igra veliku ulogu u kontroli potrošnje energije u zgradama. Ovdje valja posebno istaknuti:

- Zakon o energiji – prvi put je izražen pozitivan stav država prema učinkovitom korištenju energije i jasno naglašeno da je učinkovito korištenje energije u interesu RH
- Zakon o gradnji – određuje da su ušteda energije i toplinska zaštita jedan od šest bitnih zahtjeva za građevinu
- Zakon o prostornom uređenju i gradnji – definira značaj energetske učinkovitosti i uvodi obaveznu energetsku certifikaciju zgrada
- Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom – uvodi obavezu individualnog mjerenja potrošnje toplinske energije u novim zgradama, te otvara mogućnost individualnog mjerenja i regulaciju toplinske energije za već izgrađene objekte

Potrebno je istaknuti Zakon o prostornom uređenju i gradnji iz 2007. godine koji definira i značaj energetske učinkovitosti i obaveznu energetsku certifikaciju zgrada. Certifikat izdaje osoba ovlaštena od strane meritornog Ministarstva.

Iz tog je zakona proizašao i tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama. U njemu je definirano sljedeće:

- Tehnički zahtjevi u pogledu uštede toplinske energije i toplinske zaštite
- Iskaznica potrebne topline za grijanje zgrade
- Održavanje zgrade u odnosu na uštedu toplinske energije i toplinsku zaštitu
- Zahtjevi za građevinske proizvode
- Drugi tehnički zahtjevi u pogledu uštede toplinske energije i toplinske zaštite

Propis definira maksimalnu dozvoljenu godišnju potrošnju za zgrade u kW/m^2, odnosno kW/m^3, koja je vezana uz faktor oblika zgrade.

Ušteda energije osigurana je propisivanjem najveće dozvoljene godišnje topline za grijanje, koja znači računski određenu količinu topline koju sustav grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu da bi se održala unutarnja projektna temperatura. Propisano je i obvezatno izdavanje iskaznice o potrebnoj toplini za grijanje zgrade.

2.3. Sustavi centralnog grijanja

Sustavi centralnog grijanja su sustavi grijanja kod kojih se prostorija zagrijava posredno pomoću ogrjevnih tijela kroz koje struji prikladni prijenosnik energije, odnosno, ogrjevni medij (topla ili vrela voda, para, topli zrak) koji se zagrijava u izvoru topline smještenom na jednom mjestu u građevini. Primjeri su radijatorsko toplovodno centralno grijanje (na plin, loživo ulje, kruta goriva, električno, solarno, spojeno na toplinarski sustav), toplovodno podno grijanje, toplovodno grijanje velikih prostora zračnim grijačima itd. Prednosti centralnog sustava grijanja su jednolika temperaturna razdioba, mali broj kotlova i dimnjaka te baratanje gorivom izvan grijanog prostora.

Nedostaci su složenost mjerenja potrošnje energije za veći broj korisnika u zgradi, visoki investicijski i pogonski troškovi te toplinski gubici u cijevima i kanalima.

2.3.1. Podjela prema izvedbi ogrjevnih tijela

1. IZRAVNI (kamini, peći, grijalice, štednjaci)
2. RADIJATORSKI (toplovodni, vrelovodni, parni, električni itd.)
3. KONVEKTORSKI
4. VENTILOKONVEKTORSKI
5. POVRŠINSKI (podni, zidni i stropni)

3. Pravilnici i propisi o kotlovnicama

Kotlovnica je nešto što bi mogli nazvati srcem svakog sustava grijanja, od onih u obiteljskim objektima, pa onih u stambenim objektima s više stanova, pa sve do kotlovnica u većim stambenim kompleksima kao i onih u velikim javnim objektima od nekoliko MW snage.

Osnova za projektiranje kotlovnica:

Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica (SL 10/90 i 52/90)

3.1. Propisi o kotlovnicama

Kotlovnica je samostojeća zgrada ili određena prostorija unutar zgrade druge namjene u kojoj se nalazi jedan ili više izvora topline loženih plinom, ukupnog instaliranog toplinskog učinka većeg od 50 kw.

3.1.1. Smještaj kotlovnice

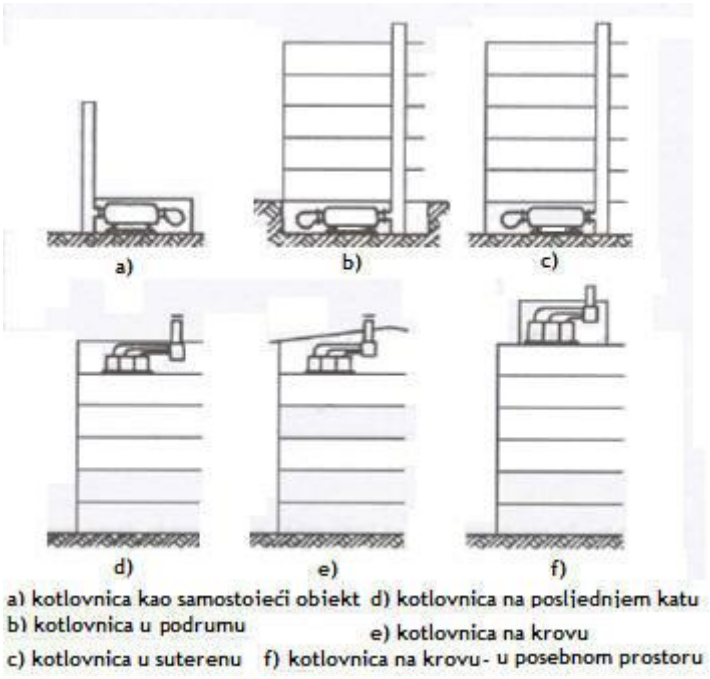
Kotlovnica može biti:

a) posebna (samostojeća) građevina

b) prislonjena ili ugrađena u odgovarajuću prostoriju unutar zgrade

Smještaj kotlovnice ovisi o visini zgrade:

a) zgrada do 22 m visine -kotlovnica može biti na proizvoljnoj lokaciji
b) zgrada od 22 do 40 m visine -kotlovnica može biti krovna ili prislonjena
c) zgrada iznad 40 m visine kotlovnica mora biti posebna građevina



Slika 3. Smještaj kotlovnice
Izvor: PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA PROJEKTIRANJE, GRADNJU, POGON I ODRŽAVANJE PLINSKIH KOTLOVNICA (SL 10/90 i 52/90)

3.1.2. Posebnosti o kojima treba voditi računa kod smještaja plinske kotlovnice

Ako su kotlovnice u sastavu objekta druge osnovne namjene, jedan zid mora biti postavljen prema otvorenom prostoru.

Kotlovnice se smiju smještati u podrum ako prostorija nije ukopana više od ⅔ visine, a gornja joj je trećina u slobodnom prostoru.

U objektima u kojima se stalno ili povremeno okuplja veliki broj ljudi, kao što su kazališta, kinematografi, dvorane za razne priredbe, bolnice, dječji domovi i

staračkі domovi, kotlovnice se smještaju u prostorije koje nisu ispod razine okolnog tla, a najmanje dva zida su im u slobodnom prostoru.

Kada se radi o postojećim kotlovnicama koje se rekonstruiraju zbog prelaska na loženje plinom, treba tražiti mišljenje Ex agencije.

Kotlovnice se ne smiju smještati u prostorije bez vanjskog zida.

Položaj kotlovnice unutar zgrade treba odabrati u suradnji sa arhitektom.

3.1.3. Građevinska izvedba

Za konstrukciju i obloge kotlovnice koriste se isključivo negorivi elementi.

Zidovi i krov kotlovnice, kao i pod (ako se ispod njega nalazi prostorija) moraju biti vatrootporni najmanje 30 minuta.

Toplinski generatori moraju imati postolje koje je od poda uzdignuto najmanje 5 do 10 cm.

U kotlovnici mora postojati najmanje jedan siguran izlaz. Sigurnim se izlazom smatra i izlaz iz prostorije kotlovnice u prostoriju na istoj razini uz uvjet da iz nje postoji izlaz u slobodan prostor.

Ako je površina kotlovnice veća od 40 m^2 ili ako je učin veći od 350 kW, u njoj mora postojati i drugi izlaz na pogodnom mjestu. Kao drugi izlaz može poslužiti i prozor najmanje 60 x 90 cm, do kojeg se može doći ugrađenim penjalicama. Taj se prozor mora otvarati prema van.

Vrata kotlovnice moraju se otvarati prema van s mogućnošću učvršćenja u otvorenom položaju. Moraju se zatvarati automatski i to čeličnom oprugom, a ne uljnim zatvaračem.

Na ulazna vrata s vanjske strane postavlja se natpis KOTLOVNICA – NEZAPOSLENIMA ULAZ ZABRANJEN, a s unutarnje strane natpis IZLAZ. Vrata se moraju moći zaključati, ali se iznutra moraju otključavati bez ključa.

Kotlovnica mora imati najmanje 1 prozor površine ne manje od 1/8 površine poda.

U kotlovnici mora biti praonik s izljevnom slavinom, a odvod vode izvodi se tako da ne može doći do izravne veze kotlovnice i glavne kanalizacije.

3.1.4. Dimenzije kotlovnice

Veličina kotlovnice uvjetovana je dimenzijama i rasporedom ugrađene opreme. Potrebno je ostaviti dovoljno prostora između kotlova i zidova, između kotlova međusobno te iznad kotlova za nesmetano čišćenje, posluživanje i remont. Ispred kotlova treba ostaviti dovoljno prostora za nesmetano čišćenje ložišta (obično jednu dužinu ložišta).

Kotlovi u parovima mogu se bočnim stranama, na kojima nema armature ili revizijskih otvora, postaviti neposredno jedan uz drugi.

Karakteristična veličina	Najmanja potrebna vrijednost
-visina kotlovnice H za ukupan učin Q	
50 < Q < 100 kW (ventilatorski plamenici)	2,0 m
50 < Q < 100 kW (atmosferski plamenici)	2,2 m
100 < Q < 200 kW	2,8 m
200 < Q < 600 kW	3,2 m
600 < Q < 1000 kW	3,6 m
1000 < Q < 4000 kW	4,0 m
4000 < Q < 8000 kW	4,5 m
8000 < Q < 10000 kW	5,0 m
preko 10000 kW	ovisno o odabranoj opremi
-udaljenost kotla od bočnog zida	0,7 m
-udaljenost kotla s ventilatorskim plamenikom od stražnjeg zida	0,5 m
-udaljenost kotla s atmosferskim plamenikom i osiguračem strujanja od stražnjeg zida	1,0 m
-udaljenost između kotlova	0,5 m

Tablica 1. Dimenzije kotlovnice

Izvor: PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA PROJEKTIRANJE, GRADNJU, POGON I ODRŽAVANJE PLINSKIH KOTLOVNICA (SL 10/90 i 52/90)

3.1.5. Zaštita od požara i eksplozije

Između kotlovnice i drugih prostorija ne smiju postojati otvori koji se ne mogu zatvoriti.

U kotlovnici se ne smiju nalaziti predmeti ili sredstva koji povećavaju opasnost od požara i eksplozija (drvo, papir, boja, razrjeđivači, boce s plinom ...)

Svaka kotlovnica mora imati opremu za gašenje požara koju čine hidrantska mreža i mobilna oprema:

a) površina poda do 50 m^2: dva aparata S-6 i jedan CO_2-5;

b) površina poda od 50 do 400 m^2: dva aparata S-9, jedan S-6 i jedan CO_2-5;

c) površina poda preko 400 m^2:-bira se na temelju proračuna.

Zaštita od eksplozije sastoji se od niza mjera koje sprječavaju propuštanje plina prema van ili prema unutra.

U ove mjere spada i izrada podnih rešetki u kotlovnici.

Prolazi cijevi u podovima i zidovima, što podrazumijeva i prolaze plinskih cijevi, cijevi centralnog grijanja, cijevi za transport tekućih goriva, cijevi hladne i tople vode, kanalizacijskih cijevi te električnih i telefonskih kabela, moraju biti nepropusni na plin.

Izvedba tih prolaza mora omogućiti slobodno širenje i skupljanje cijevi.

3.1.6. Ventilacija kotlovnice

Prostor kotlovnice mora se provjetravati tako da se osigura potrebna količina zraka za izgaranje i održavanje standardnih radnih uvjeta.

Provjetravanje mora biti prvenstveno prirodno, a ako to nije moguće, moraju se stvoriti tehnički uvjeti za prisilnu ventilaciju.

Kotlovnice s atmosferskim plamenicima moraju imati isključivo prirodnu ventilaciju.



Slika 4. Izgled moderne kotlovnice

Izvor: Autor

3.2. Usporedba energenata

Financijska usporedba energenata s obzirom na energetsku vrijednost goriva i iskoristivost kotla dana je u tablici 2. U tablici 3 dan je pregled emisije CO_2 za različite energente.

GORIVO	Jedinica mjere	Energetska vrijednost (kWh/j.mj.)	Korisnost η kotla (%)	Cijena kn/j.mj.	Cijena kn/kWh	Cijena* kWh/ η (kn)
Prirodni plin klasični kotao	m³	9,26	92	3,90	0,42	0,46
Priodni plin kondenzacijski k.	m³	9,26	97	3,90	0,42	0,43

UNP (LPG) (plin u spremnicima)	kg	12,82	92	6,68	0,52	0,53
Električna energija	kWh	1	99	VT 1,06 NT 0,53	Samo NT 0,53	0,53
Ekstra lako ulje (Lož ulje)	L	9,96	92	4,94	0,49	0,53
Posušeno drvo < 20% vlage	m³	1.800	70	398,00	0,22	0,32
Pelet (BIODOM27)	kg	5	92	1,5	0,30	0,33

Tablica 2. Usporedba energenata
Izvor: http://www.servis-perkovic.hr/montaza-centralnog-grijanja/financijska-usporedba-energenata.aspx

3.2.1. Emisija CO_2

Pregled emisije CO_2 različitih energenata prikazan je u tablici 3.

Energent	Emisija kgCO_2/MWh
Kameni ugljen	343,78
Mrki ugljen	353,14
Lignit	378,48
Ogrjevno drvo	29,09
Drveni briketi	32,76
Drveni peleti	34,4
Drvena sječka	42,35
Drveni ugljen	26,17
Sunčeva energija	7,04
Geotermalna energija	23,48
Prirodni plin	220,2

UNP	260,88
Petrolej	264,73
EL loživo ulje	299,57
Loživo ulje	310,31
Električna energija	234,81

Tablica 3. Emisija CO_2

Izvor: Priručnik za energetske savjetnike, Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj 2008.

4. Snimka postojeće kotlovnice

Vatrogasna djelatnost je sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanje i drugih poslova u ekološkim i inim nesrećama.

Vatrogasna djelatnost je stručna i humanitarna djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku.

Vatrogasnu djelatnost obavljaju vatrogasne postrojbe, dobrovoljna vatrogasna društva i vatrogasne zajednice.

Sukladno Zakonu o vatrogastvu, Javna vatrogasna postrojba Grada Pule obavlja vatrogasnu djelatnost, odnosno sudjeluje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenja požara i spašavanja ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavlja i druge poslove u ekološkim i inim nesrećama na području Grada Pule i šire okolice.

Vatrogasnu djelatnost obavljaju vatrogasci, posebno osposobljeni i uvježbani da bi mogli odgovoriti na svaku situaciju koja zahtijeva njihov angažman. JVP Grada Pule zapošljava 74 djelatnika raspoređenih u postaji u centru Grada Pule. Od ukupnog broja zaposlenih, 67 su operativni djelatnici, odnosno

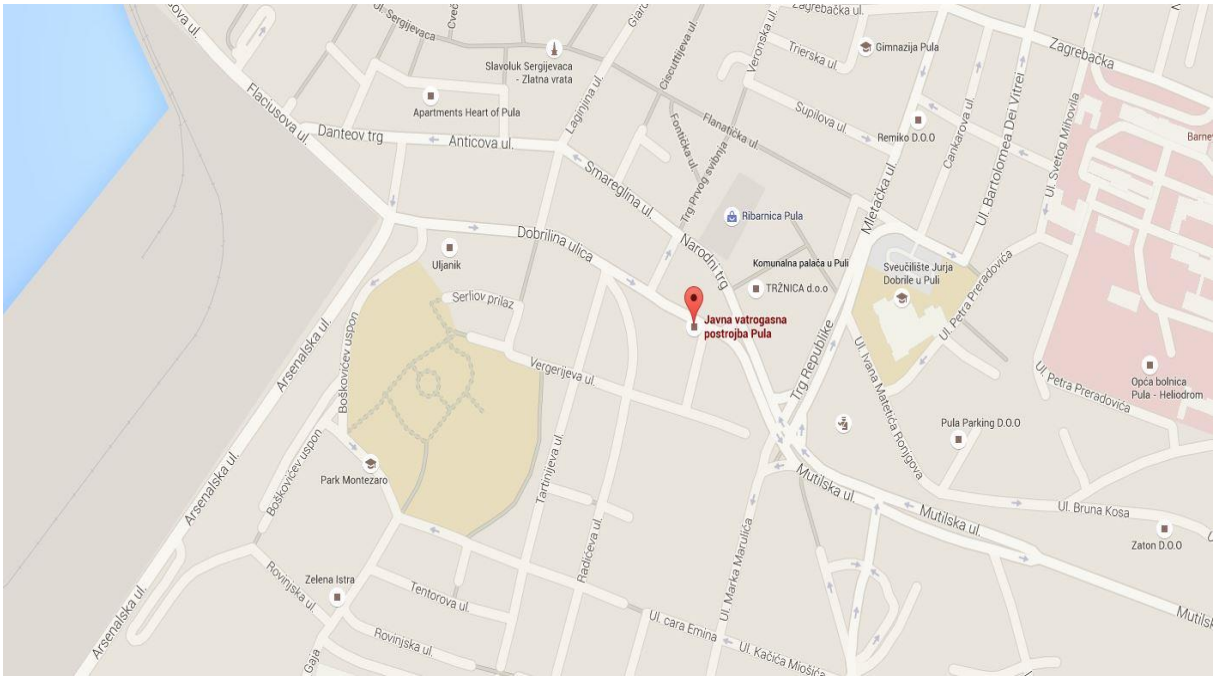
profesionalni vatrogasci, a ostali obavljaju pravne, administrativne, računovodstveno financijske poslove, te poslove spremačica.

Vatrogasna služba organizirana je u 4 smjene, po 12 sati, danju i noću.

4.1. Opis građevine JVP Pula

Vatrogasna postrojba JVP Pula nalazi se u užem centru Grada Pule na adresi Dobrilina ulica 16 (slika 5)

Glavni pješački ulaz je iz Dobriline ulice, kao i kolni ulaz za vatrogasna vozila.



Slika 5. Makrolokacija JVP Pula
Izvor: Google maps

JVP Pula čine četiri objekta (građevine). To su slijedeći objekti:

- upravna zgrada u sklopu nje se nalaze: zapovjedništvo postrojbe, opći i pravni poslovi, centar veze, informatički centar, komunikacijski centar
- vatrogasni toranj

- garaža u sklopu koje se nalaze: auto-servis, servis izolacionih aparata, skladišta, kompresornica.
- stambeni blok (slike 6 i 7) prostor u kojem borave vatrogasci. U sklopu ovog objekta još se nalazi i servis vatrogasnih aparata.

Između objekata nalazi se veliko dvorište koji je manipulativni plato za vatrogasna vozila i vježbalište.

Garaže i vatrogasni toranj nije potrebno grijati a upravna zgrada se nalazi nasuprot stambenom bloku i ima zasebni sustav grijanja (split sustav).

Budući da je stambeni blok prostor u kojem borave vatrogasci (kuhinja, kupatilo, spavaonice…) njih je potrebno grijati. Za tu svrhu u stambenom bloku postoji kotlovnica i sustav centralnog grijanja sa radijatorima. Navedena kotlovnica je tema ovog rada.

Voda u stambenom bloku se grije na plinske bojlere tako da za buduću kotlovnicu nije potrebno predvidjeti grijanje vode.

Stambeni blok se nalazi u istočnom dijelu vatrogasne postrojbe (na slici 4 označen žutom bojom).

To je starija zgrada izgrađena u doba austro-ugarskog perioda renovirana u međuvremenu sa prizemljem i katom. Na prizemlju se nalazi društvena prostorija a na katu kuhinja, kupaonice spavaće sobe i uredi.

Dio prostorija ima ugrađene i split klima sustave koji osim za hlađenje zimi služi i za dodatno grijanje prostorija koje imaju radijatore.



Slika 6. JVP Pula mikrolokacija (žutom bojom označen je objekt koji se grije na kotlovnicu koja je tema ovog rada). Izvor Google maps



Slika 7. Stambeni blok.
Izvor: Google Street View

Tehnički opis građevine:

Veličina građevine je 41,67 * 6,85m + 19,90 * 15,30m.

Tlocrt stambenog bloka prizemlje i kata dati su u prilozima.

U građevini su projektirani sljedeći sadržaji (tablice 4 i 5):

PRIZEMLJE:

hodnik	23,81m^2
stubište	10,40m^2
prijavnica	23,86m^2
društvena prostorija	44,77m^2
wc	4,61m^2
servis vatrogasnih aparata	148,37m^2
kotlovnica	16,74m^2
ukupno prizemlje	**275,20m^2**

Tablica 4. Sadržaji u prizemlju s pripadajućom površinom

KAT:

stubište	10,54m^2
hodnik	62,12m^2
kuhinja	14,79m^2
blagovaonica	44,79m^2
uredi	22,76m^2
kupatilo	8,54m^2
spremište	4,44m^2
wc	8,46m^2
terasa	81m^2
sobe	147,62 m^2
ukupno kat	**405,48m^2**

Tablica 5. Sadržaj kata sa pripadajućom površinom

SVEUKUPNO: **680,26m^2**

Od gore navedenih prostora u tablicama 6 i 7 su navedeni prostori koji se griju:

PRIZEMLJE:

hodnik	23,81m^2
stubište	10,54m^2
prijavnica	23,86m^2
društvena prostorija	44,77m^2
wc	4,61m^2

Tablica 6. Grijani prostori u prizemlju

KAT:

stubište	10,54m^2
hodnik	62,12m^2
kuhinja	14,79m^2
blagovaonica	44,79m^2
uredi	22,76m^2
kupatilo	8,54m^2
sobe	147,62 m^2

Tablica 7. Grijani prostori na katu

SVEUKUPNO POVRŠINE KOJA SE GRIJE: **432,40m^2**

Visina prostora ovisi o namjeni i iznosi:

- garaža za vatrogasna vozila i kotlovnica: 4,58m,
- ostali prostori u prizemlju: 3m,
- društvena prostorija: 3-4m (visina spuštenog stropa),
- ostali prostori na katu: 3m.
- U sanitarnim čvorovima i prostoru tuševa izveden je spušteni strop na visini 2,7m.

4.1.1. Opis kotlovnice

Kotlovnica JVP Pula nalazi se u prostoriji servisa vatrogasni aparata u prizemlju. Prostorija je površine 16 m2.

Lož ulje se skladišti u podzemnom spremniku zapremine 5m^3 (5000 lit) koji se nalazi ispod garaže.

4.2. Karakteristike i energetska učinkovitost lož ulja

Loživa ulja ili mazut su goriva dobivena frakcijskom destilacijom nafte, kao destilatna i/ili ostatna goriva. Govoreći generalno, loživa ulja su svi tekući naftni proizvodi koji izgaraju u pećima i kotlovima za proizvodnju topline ili se koriste u motorima za dobivanje snage, kao pogonsko gorivo u industriji, termoelektranama, brodski pogon i dr. To je skupina tekućih naftnih proizvoda, smjesa ugljikovodika visokog vrelišta koja najviše služi kao visokokaloričnо gorivo za loženje, te je zbog toga zakonski olakšano PDV-om. Ekstra lako loživo ulje (loža, lož ulje, LU EL) je destilatno gorivo s primjenom u domaćinstvu i industriji, za uređaje s isparivačkim plamenicima i plamenicima na rasprskavanje bez mogućnosti predgrijavanja goriva.

Značajke	Jedinica		Ekstra lako loživo ulje
gustoća kod 15 °C	kg/m³	najviše	860
destilacija do 370 °C	% v/v	najmanje	95,0
točka paljenja	°C	više od	55,0
kinematička viskoznost kod 20 °C	mm²/s		2,5 - 6,0
količina ukupnog sumpora	% m/m	najviše	0,5
količina vode	mg/kg	najviše	350
količina sedimenta	mg/kg	najviše	100
količina koksnog ostatka (od 10%-tnog destilata)	% m/m	najviše	0,30
donja ogrjevna vrijednost	MJ/kg	najniže	42
količina pepela	% m/m	najviše	0,02
točka tečenja 16.4. - 30.9.	°C	najviše	0
točka tečenja 1.10. - 31.10. i 1.3. - 15.4.	°C	najviše	-6
točka tečenja 1.11. - 29.2.	°C	najviše	-12
boja			crvena
količina indikatora	mg/L		6,0 - 9,0

Tablica 8. Fizikalne karakteristike ekstra lakog lož ulja

Izvor: hr.wikipedia.org

4.2.1. Najvažnije opasnosti lož ulja

Na ljudsko zdravlje: Ograničena saznanja o karcinogenim učincima. Može izazvati oštećenje pluća ako se proguta. Učestalo izlaganje može prouzročiti sušenje ili pucanje kože.

Na okoliš: Otrovno za organizme koji žive u vodi, može dugotrajno štetno djelovati u vodi.

Fizikalno - kemijske opasnosti: U zatvorenom prostoru pare mogu potisnuti zrak. Može nastati zapaljiva smjesa para-zrak na temperaturi plamišta ili višoj (iznad 55 °C).

Produkti izgaranja: ugljikovi oksidi (CO, CO_2), sumporov dioksid (SO_2).

Jedna od glavnih opasnosti je povećana opasnost od izbijanja požara u kotlovnici zbog većih količina lož ulja u spremniku.

4.2.2. Utjecaj na okoliš

Na vodu: Pluta na površini vode stvarajući uljnu mrlju koja se brzo širi bez utjecaja vjetra i struja te može, zbog pomanjkanja kisika, štetno utjecati na vodene organizme.

Na zrak: Izgaranjem se oslobađaju ugljikov dioksid (CO_2), ugljikov monoksid (CO), a u manjoj mjeri dušikovi oksidi (NO_x) i sumporovi oksidi (SO_x) koji taloženjem uzrokuju zakiseljavanje, eutrofikaciju i fotokemijsko onečišćenje.

Na tlo: Kod prodiranja većih količina u tlo postoji opasnost onečišćenja podzemne vode.

Postupanje s otpadom:
Proizvod nema klasičan otpad, osim u slučaju nenamjernog ispuštanja.

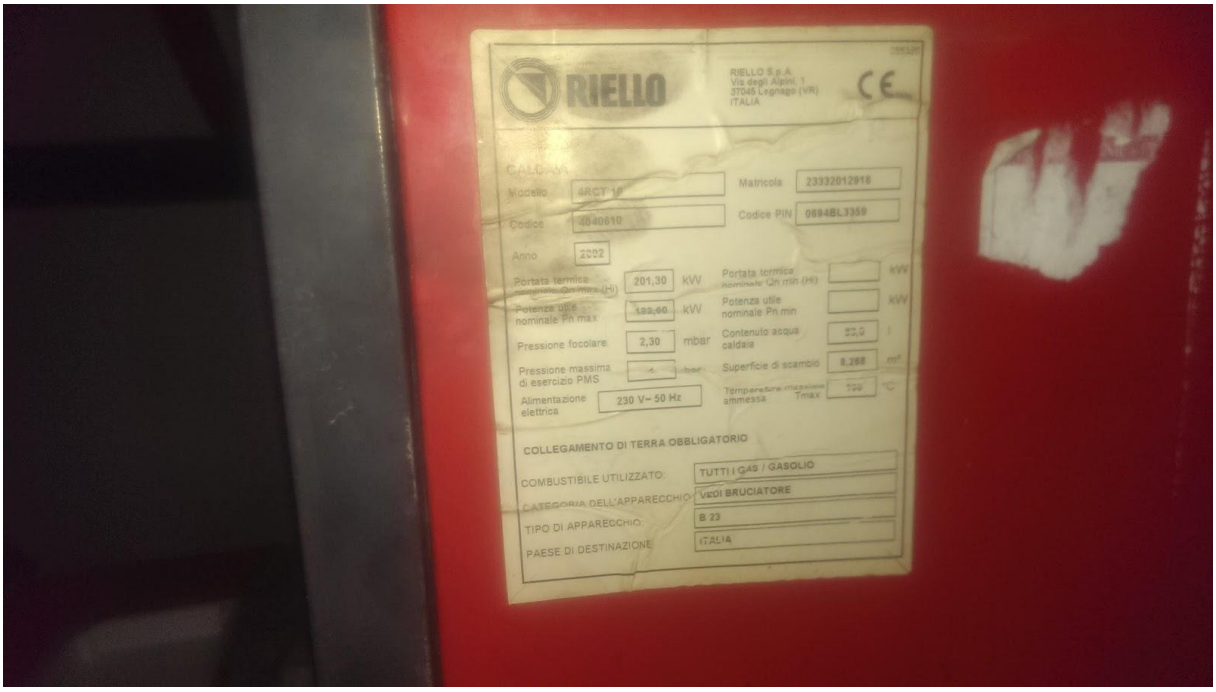
4.3. Karakteristike postojeće kotlovnice

Kotlovnica JVP Pula nalazi se u prostoriji u prizemlju. Prostorija je površine 16 m^2.

Postojeći kotao je proizvođača marke Riello proizveden 2002. godine što prema preporukama o energetskoj učinkovitosti (kotlovi stariji od 15 godina) znači da bi ga trebalo zamijeniti.

Spremnik je podzemni zapremine 5 m^3 i nalazi se ispod garaže. Ovo potencijalno predstavlja opasnost jer prilikom dostave i pretakanja iz cisterne može doći do požara.

Toplinski učin kotlovnice je **180kW** (Slika 8).



Slika 8. Tehničke karakteristike postojećeg kotla

Izvor: Autor

4.3.1. Pregled energetske učinkovitosti kotlovnice na lož ulje

Pregled troškova grijanja:

- Godišnje se prosječno potroši 9000 lit. lož ulja.
- Troškovi sa dostavom iznose 70.000 kn
- Redovito godišnje održavanje kotlovnice 3.500 kn
- Ostali troškovi (popravci i sl.) 1.500 kn

4.3.2. Nedostaci postojeće kotlovnice

- Prema preporukama EE kotlovnice starije od 15 godina potrebno je zamijeniti.
- Postoje energetski učinkovitiji energenti od lož ulja (10kwh/god.)
- Povećana emisija CO_2
- Povećana opasnost od požara kod dobave i skladištenja (spremnik zapremine 5m^3 lož ulja).

5. Kotlovnica na prirodni plin

5.1. Karakteristike prirodnog plina

Zemni ili prirodni plin je fosilno gorivo koje se najvećim dijelom (85% do 95%) sastoji od metana (CH_4), koji je najjednostavniji ugljikovodik bez mirisa i okusa. Smjesa metana i zraka je eksplozivna. Preostali udio (5% do 15%) su složeniji ugljikovodici, etan, dušik, ugljični dioksid itd.

Kao fosilno gorivo, prirodni plin ima ograničene zalihe. Procjene su da bi zalihe prirodnog plina, uz današnju razinu iskorištavanja, mogle potrajati još nekih sto godina. Najveći problemi s plinom leže u tome što se udio metana u njemu mijenja od države do države, pa tako na primjer udio metana u prirodnom plinu u Rusiji se kreće oko 98% dok je u Nizozemskoj taj udio od 80% do 85%.

Najveći izvor zemnog plina u Republici Hrvatskoj se nalazi u Molvama gdje se proizvodi čak 70% plina za RH. Tamo je i najmoderniji pogon za vađenje, prerađivanje i distribuiranje plina u ovom dijelu Europe.

5.1.1. Upotreba i iskorištenje prirodnog plina

Upotreba prirodnog plina je raznovrsna. Plin se upotrebljava u kućanstvu, koristi se kao sredstvo za grijanje, u industriji itd., ali se u zadnje vrijeme sve više javlja kao i alternativno gorivo prema nafti za pogon motornih vozila, gdje se upotrebljava u jednom od naziva CNG (engl. compressed natural gas) ili ukapljen na temperaturi od -162°C LNG (engl. liquefied natural gas). Prednosti upotrebe prirodnog plina za pogon je u tome što motori pogonjeni prirodnim plinom ispuštaju za polovicu manje štetnih plinova od odgovarajućih dizel motora koji ispunjavaju normu Euro 2. Osim toga, prednost mu se očituje i u činjenici nepostojanja krutih čestica u ispušnoj cijevi, buka je neusporedivo manja kao i niža cijena u odnosu na dizel ili benzin. Prirodni plin je značajan i u pogledu da su autonomija kretanja i nosivost bitno veći nego kod ostalih alternativnih goriva. Budući da CNG ima visoku oktansku vrijednost (120), upotrebljava se kod motora s Ottovim postupkom sagorijevanja, a što ima nešto lošije iskorištenje u odnosu na dizel, ali budući da se koristi u režimu siromašne smjese razlike nisu velike.

5.1.2. Utjecaj na okoliš

Prirodni je plin često opisan kao najčišće fosilno gorivo jer njegovim sagorijevanjem, po džulu energije, nastaje manje ugljičnog dioksida nego sagorijevanjem nafte ili ugljena. Također nastaje puno manje ostalih zagađivača okoliša. Unatoč tome, u apsolutnim izrazima, on bitno pridonosi povećanju globalne emisije ugljičnog dioksida te se pretpostavlja da će njegov udio i rasti. Prema četvrtom izvješću IPCC-a (IPCC Fourth Assessment report), godine 2004., izgaranjem prirodnog plina nastalo je 5,3 milijarde tona

ugljičnog dioksida, dok ga je izgaranjem ugljena i nafte nastalo 10,6, odnosno 10,2 milijarde tona. Prema novoj verziji izvješća o razvoju emisija plinova SRES B2 bi pak, do godine 2030., prirodni plin bio uzrokom nastanka 11 milijardi tona ugljičnog dioksida godišnje jer se potražnja za tim energentom povećava za oko 1,9 % godišnje. Izgaranjem ugljena i nafte nastalo bi pak 8,4, odnosno 17,2 milijarde tona ugljičnog dioksida (ukupna emisija ugljičnog dioksida godine 2004. procijenjena je na 27 200 milijuna tona).

Uz to je prirodni plin sam po sebi staklenički plin, te kada je ispušten u atmosferu djeluje jače na efekt staklenika od samog ugljičnog dioksida, ali se on u atmosferu ispušta u znatno manjim količinama. Metan, doduše, oksidira u atmosferi i u njoj ostaje otprilike 12 godina, a u usporedbi s njim ugljični dioksid, koji je sam po sebi već oksidiran, ima efekt 100 do 500 godina. Prirodni plin se uglavnom sastoji od metana, čiji je utjecaj na zračenje 20 puta veći od utjecaja ugljičnog dioksida. Zbog takvih svojstava jedna tona metana u atmosferi uhvati jednaku količinu zračenja kao i 20 tona ugljičnog dioksida, ali se zadržava u atmosferi 8 - 40 puta kraće. Unatoč tome, ugljični dioksid privlači puno više pozornosti nego bilo koji drugi staklenički plin jer se u atmosferu ispušta u puno većim količinama. Ipak, neizbježno je istjecanje dijela prirodnog plina u atmosferu tamo gdje se koristi u velikoj mjeri. Metan koji je nastao sagorijevanjem ugljena i koji nije pohranjen modernim načinima u posebnim spremnicima za spremanje metana jednostavno odlazi u atmosferu. No, unatoč tome, uzrok većine metana u atmosferi su životinje i bakterije, a ne curenja plina koja je izazvao čovjek. Trenutačna procjena EPA-e smješta globalnu emisiju metana na razinu od 3 trilijuna kubičnih stopa godišnje, što je 3,2 % svjetske proizvodnje. Izravne emisije metana predstavljaju 14,3 % svih svjetskih emisija antropogenih stakleničkih plinova godine 2004.

5.1.3. Fizikalne karakteristike prirodnog plina

Karakteristične veličine mjere se u standardnom stanju plina: temp. 15°C i tlak 1013,25 hPa

- donja ogrjevna vrijednost Hd = 33,333 MJ/m^3

- gornja ogrjevna vrijednost Hg = 37,033 MJ/m^3
- eksplozivna koncentracija (donja i gornja granica eksplozivnosti: DGE 4,2% - GGE 17,4%)
- gustoća 0,691 kg/m^3,
- relativna gustoća (u odnosu na zrak) 0,564
- nije otrovan, bez boje, okusa i mirisa – kao mjera sigurnosti prije distribucije se odorira
- zagušljivac ako ga ima više od 20 % u prostoru udisanja (smanji udio kisika sa 21 na 17 %)
- potrebna količina zraka za izgaranje 1 m^3 plina je 10,5 m^3
- količina dimnih plinova kod izgaranje 1 m^3 plina je 11,5 m^3;
- sastav dimnih plinova: 12% ugljični dioksid CO_2, 23% vodena para H_2O, 65% dušik N_2.

5.2. Karakteristike kotlovnice na prirodni plin

Kako je prirodni plin gorivo koje zadovoljava najviše ekološke standarde, po kaloričnosti vrlo dobro za grijanje, a k tome i vrlo jeftin energent, sve više kućanstava i ostalih velikih i malih potrošača prelazi sa ostalih alternativnih energenata na njega. Zbog jako dobro raširenih opskrbnih plinovodnih cjevovoda i praktički dovođenja plina do svakog potrošača potražnja za ovim energentom raste iz dana u dan. A da bi svaki od tih potrošača pridonio zaštiti okoliša ali i uštedi u korištenju ovog energenta, potrošači se odlučuju se za zamjenu starih i dotrajalih kotlova novima i boljima. Tako se sada na tržištu nalaze i kondenzacijski kotlovi koji uvelike štede u potrošnji plina ali i u očuvanju okoliša, a vrlo su učinkoviti u grijanju prostora.

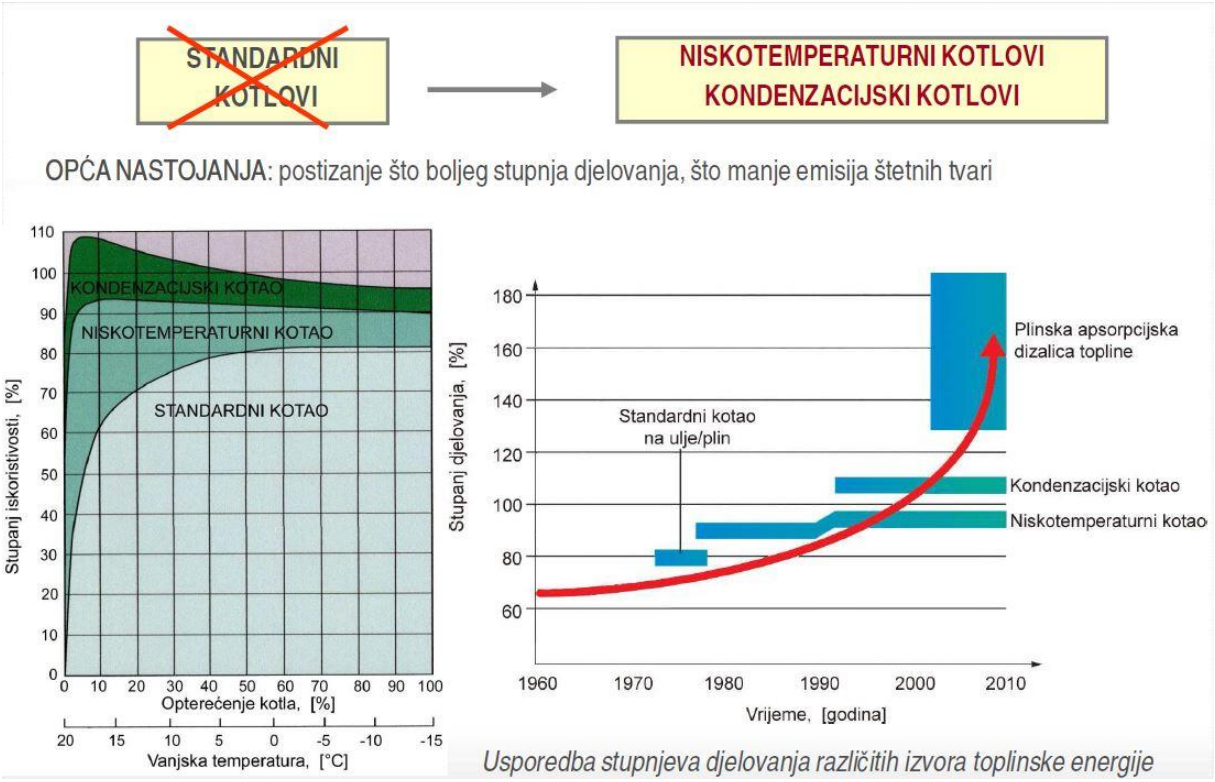
Kondenzacijska tehnika je djelotvorna tehnika gdje se putem izgaranja prirodni plin pretvara u korisnu toplinu. Pritom kondenzacijska tehnika slijedi

ideju vodilju da kotao/bojler radi samo sa temperaturom koja je potrebna za pokrivanje trenutačne potrebe za toplinom čime se gubici svode ma minimum.

Dok se kod klasičnih kotlova/bojlera mora izbjegavati kondenzacija dimnih plinova, a time i vlaženje ogrjevnih površina ložišta i izmjenjivača, kod kondenzacijske tehnike je izričito poželjna kako bi se latentna (skrivena) toplinska energija u vodenoj pari dimnih plinova dodatno iskoristila i predala sistemu grijanja kao dodatak. Upravo je ta toplina ona famozna razlika u iskoristivosti između klasičnih i kondenzacijskih sistema koju marketing koristi u promidžbi tipa „iskoristivost iznad 100%“.

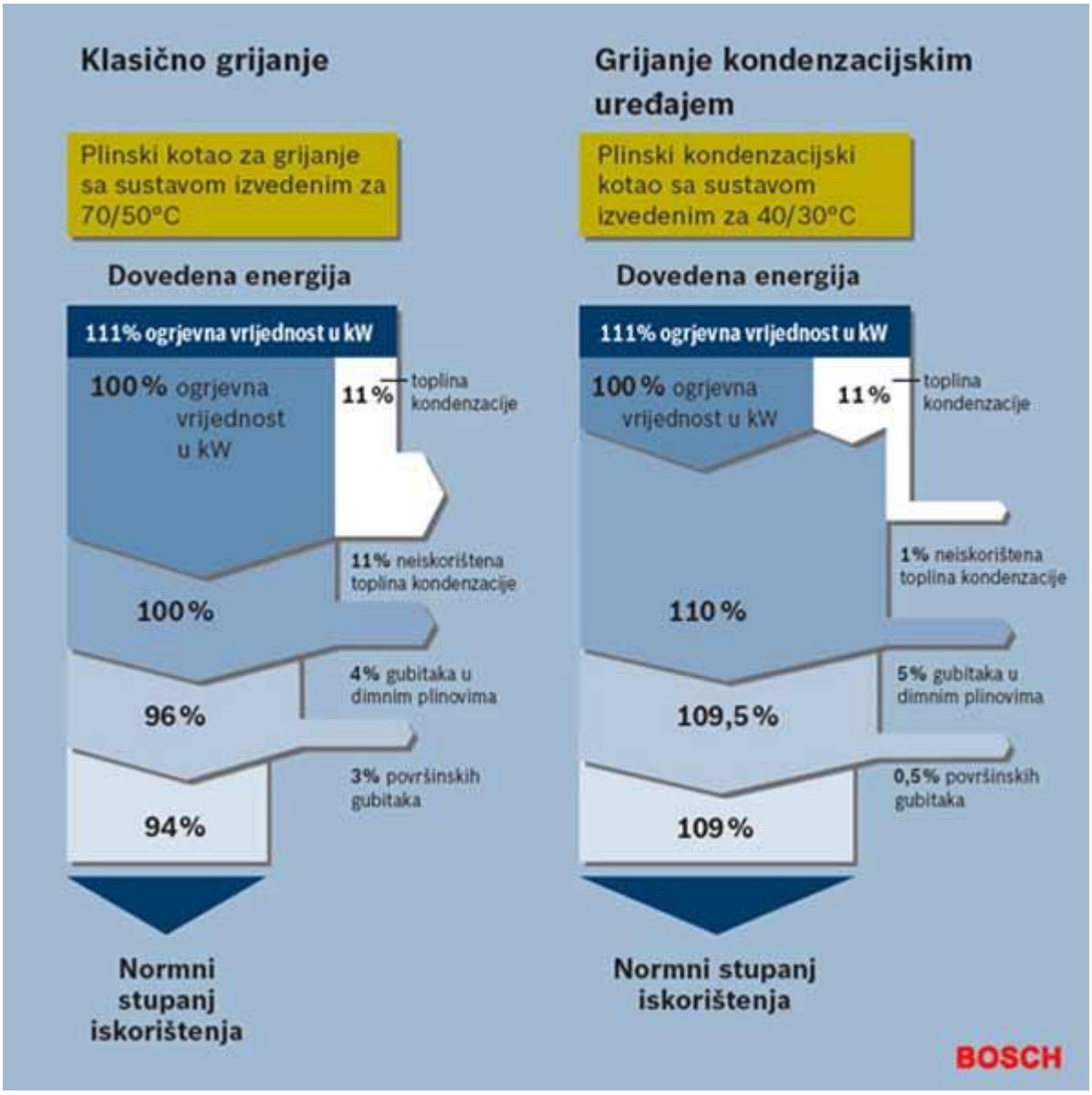
Zamjena starog bojlera ili kotla isplativa je investicija po svim točkama ako nam je primarna namjera ušteda goriva, jednostavnost održavanja i u konačnici povrat investicije kroz neki vremenski period temeljen na razlici u potrošnji starog i novog sistema. S obzirom da udio toplinske energije u ukupnim troškovima energije za jedno kućanstvo iznosi gotovo 90% onda je jasnije zbog čega je odabir kondenzacijskog uređaja dobar potez.

Ugradnjom kondenzacijskog kotla postižu se uštede od 10-15% u usporedbi s drugim novim kotlom, a do 25% u odnosu na kotlove starije od 30 godina. Ako je kotao stariji od 15 godina trebali bi razmotriti njegovu zamjenu novim kotlom čija efikasnost može biti i do 15% veća.



Slika 9. i 10.

Izvor: Dr.sc. Marina MALINOVEC PUČEK, dipl.ing.stroj. ENERGETSKA OBNOVA POSTOJEĆIH ZGRADA I SUVREMENI ENERGETSKI KONCEPTI Energetski institut Hrvoje Požar/Hrvatska udruga energetskih certifikatora



Slika 11. Usporedba efikasnosti plinskih kotlova

Izvor: Bosch katalog

5.2.1. Pregled energetske učinkovitosti kotlovnice na prirodni plin

Primjer zamjene kotla na lož ulje starog 20 godina kondenzacijskim kotlom na prirodni plin:

Za obiteljsku kuću u Zagrebu, površine 150 m^2, toplinski izoliranu u skladu s propisima iz 1987. godine, potrebni toplinski učinci iznosi 14,1 kW. Godišnja potrošnje toplinske energije za grijanje iznosi 23.850 kWh (specifične potrošnje 159 kWh/m^2),a za pripremu potrošne tople vode za četveročlanu

obitelj 4.754 kWh (dnevna potrošnja 80 litara tople vode temperature 45°C po osobi). Ukupna potrošnje toplinske energije za kuće iznosi 28.604 kWh.

Zamjena starog kotla na lož ulje kondenzacijskim kotlom na prirodni plin rezultira uštedom na troškovima za energent od 73%, a investicija se može vratiti u manje od tri godine.

EE mjera: Kondenzacijski kotao na prirodni plin

Godišnje uštede 15.133 Kn
6,99 tCO_2
Investicija oko 45.000 Kn
Rok povrata investicije 2,9 godina
Životni vijek EE mjere 15 godina
Uštede u životnom vijeku 227.000 Kn

5.3. Troškovi investicije prelaska na prirodni plin

Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature, dimnjak, priključak na plin i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvoditelju, distributeru plina, stvarnim troškovima plinske instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

Tamo gdje ne postoji plinska instalacija , treba je izvesti. Plinsku instalaciju čine kućni priključak i unutrašnja instalacija. Glavni sastavni dijelovi kućnog priključka su: kućni priključni vod i glavni zaporni ventil. Plinska instalacija sastoji se od kućne regulacijske stanice (plinomjera, regulatora tlaka, filtra i drugog), plinskih vodova, zapornih uređaja iza kućnog priključka i plinskih aparata.

Kako je prirodni plin gorivo koje zadovoljava najviše ekološke standarde, po kaloričnosti vrlo dobro za grijanje, a k tome i vrlo jeftin energent, sve više kućanstava i ostalih velikih i malih potrošača prelazi sa ostalih alternativnih energenata na njega. Zbog jako dobro raširenih opskrbnih plinovodnih cjevovoda i praktički dovođenja plina do svakog potrošača potražnja za ovim energentom raste iz dana u dan. A da bi svaki od tih potrošača pridonio zaštiti

okoliša ali i uštedi u korištenju ovog energenta, potrošači se odlučuju se za zamjenu starih i dotrajalih kotlova novima i boljima. Tako se sada na tržištu nalaze i kondenzacijski kotlovi koji uvelike štede u potrošnji plina ali i u očuvanju okoliša, a vrlo su učinkoviti u grijanju prostora.

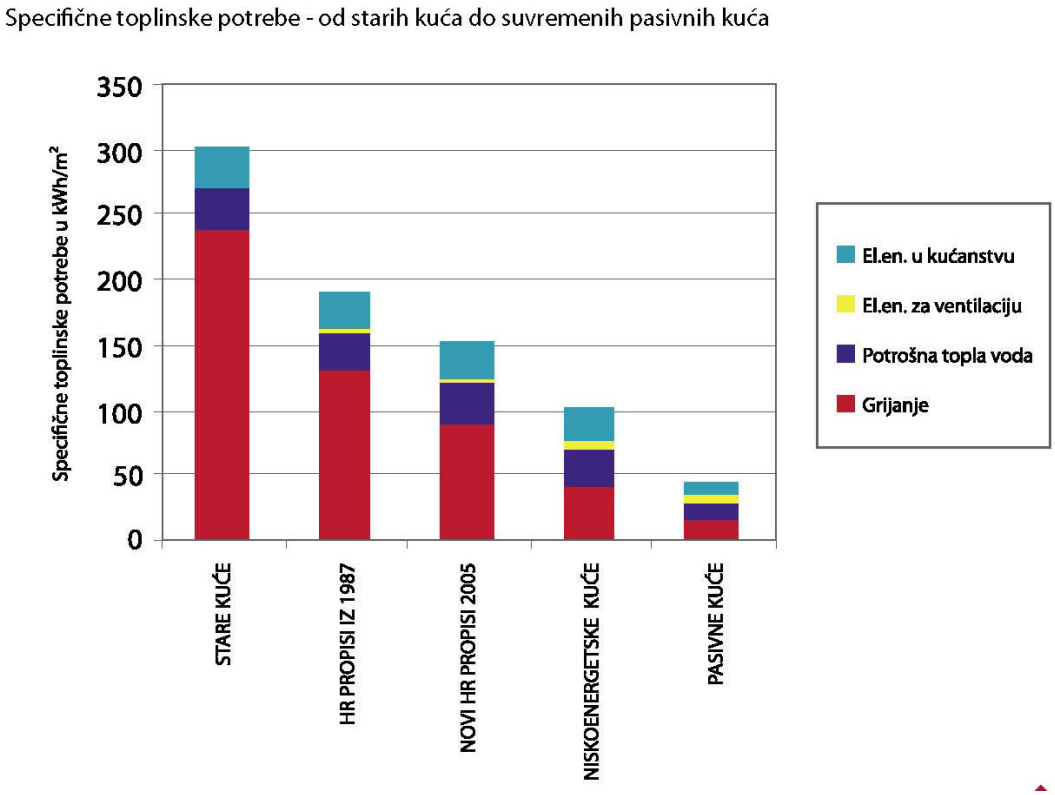
6. Usporedba kotlovnica, tehno-ekonomska analiza

6.1. Usporedba energetske učinkovitosti

Odgovornost prema okolišu uz što manju energetsku ovisnost od temeljne je važnosti prilikom planiranja energetski učinkovite gradnje. U javnosti sve više raste svijest o potrebi ovakvog načina razmišljanja prilikom projektiranja i gradnje obiteljske kuće, jer se osim uštede za troškove grijanja i hlađenja, te smanjene emisije CO_2 u okolinu, ujedno povećava ugodnost življenja i produljuje životni vijek zgrade.

Uvođenjem energetskih certifikata za zgrade s podacima o potrošnji energije omogućena je usporedba energetskih karakteristika zgrada.

Cilj sveobuhvatne uštede energije, a time i zaštite okoliša je stvoriti preduvjete za sistematsku sanaciju i rekonstrukciju postojećih zgrada, te povećati obaveznu toplinsku zaštitu novih zgrada. Starije kuće godišnje troše 200-280 kWh/m^2 energije za grijanje, standardno izolirane kuće ispod 100, suvremene niskoenergetske kuće oko 30, a pasivne 15 kWh/m^2 i manje.

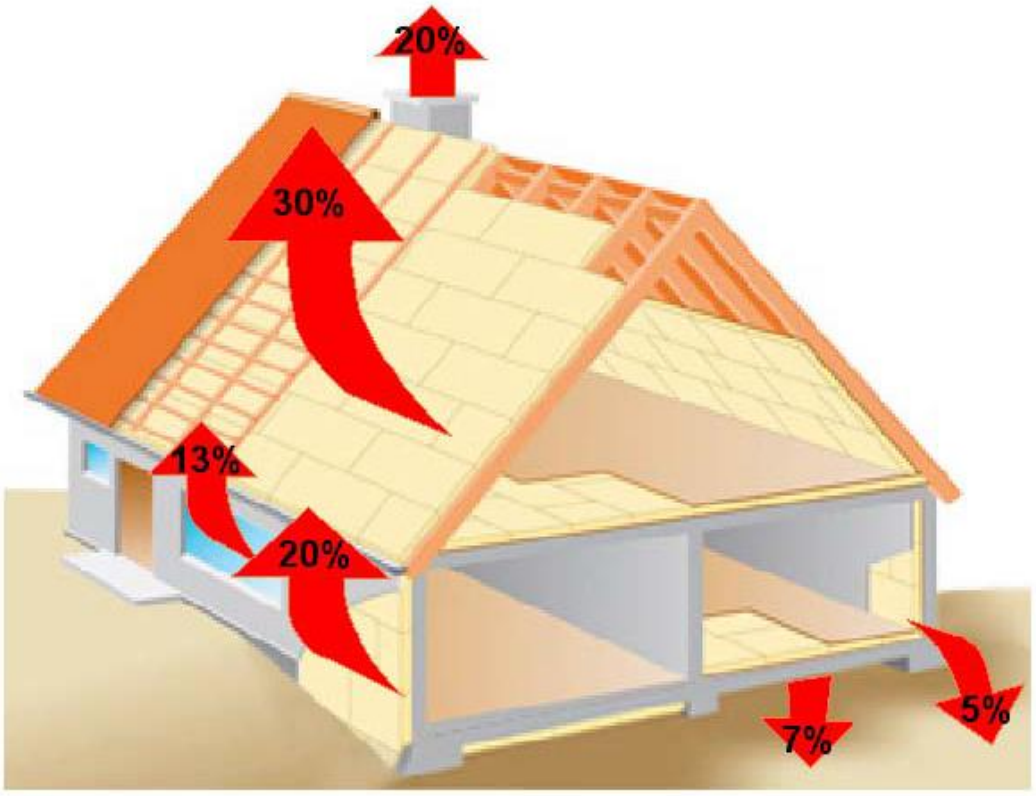


Slika 12.Specifične toplinske potrebe zgrada

Izvor: EiHP, Vodič kroz EE gradnju,2005.

Potrebna količina energije u kući ili zgradi ovisi o obliku zgrade, orijentaciji, sastavu konstrukcije i nivou toplinske izolacije vanjske ovojnice zgrade, te o klimatskim uvjetima.

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje, Qh (kWh/a), je računski određena količina topline koju sustav grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu da bi se održala unutarnja projektna temperatura u zgradi. Grijanje prostora predstavlja 50-60 posto ukupnih energetskih potreba u zgradi.

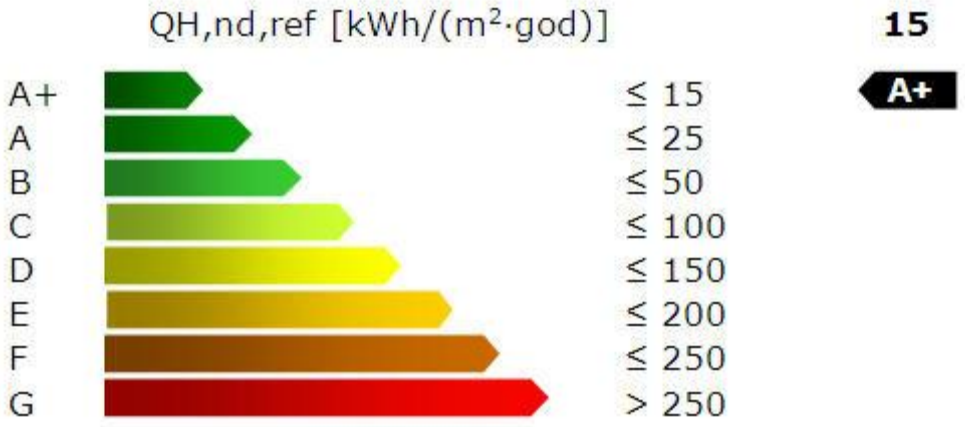


Slika 13. Gubici topline
Izvor: EiHP, Vodič kroz EE gradnju,2005.

Za izračun količine energije za grijanje bitan je koeficijent prolaska topline kroz vanjski građevni dio zgrade, tzv U(k) faktor. Toplinski gubici (slika 13) kroz građevni element, između ostalog, ovise o sastavu građevnog elementa, orijentaciji i koeficijentu toplinske provodljivosti ugrađenih materijala. Gubici topline kroz prozore i vanjski zid čine prosječno 70 posto ukupnih toplinskih gubitaka u zgradi.

6.1.1. Standardno izolirana kuća

Standardno izolirana kuća je ona sa prosječno 80 do 100 kWh/m^2 godišnje potrebne energije za grijanje. Prema jednostavnom izračunu proizlazi da će takva kuća na grijanje trošiti otprilike 9 lit/m^2 godišnje lož ulja, 9 m^3/m^2 godišnje prirodnog plina ili 18 kg/m^2 godišnje drvenih peleta.



Slika 14. Primjer energetske kartice građevinskog objekta

Izvor: EiHP, Vodič kroz EE gradnju,2005.

Standardni kotao na lož ulje građen prije 20 godina, s regulacijom koja osigurava konstantnu srednju temperaturu kotlovske vode 80^{o}C ima značajne termičke gubitke pogonske pripravnosti (prijelaz topline na okolinu, gubici kroz dimnjak), koji posebno dolaze do izražaja kod djelomičnih opterećenja, npr. kod grijanja u proljeće i jesen.

Zamjena starog kotla na lož ulje kondenzacijskim kotlom na prirodni plin rezultira znatnom uštedom na troškovima energenta. Učinkovitost kondenzacijskog kotla iskazana u odnosu na gornju ogrjevnu moć goriva kreće se do 99% (ovisno o opterećenju) zbog toga što ovi kotlovi rade s temperaturama vode nižim od temperature rošenja vlage iz dimnih plinova (kod prirodnog plina 57°C) pa iskorištavaju i toplinu kondenzacije vodene pare sadržane u dimnim plinovima. Ta je učinkovitost znatno veća nego kod starog kotla na lož ulje.

Obzirom da kondenzacijski kotao radi pri nižim temperaturama, zamjena kotla je opravdana i u slučaju da su radijatori predimenzionirani (česta pojava kod instalacija ugrađenih prije 20 godina), što omogućuje grijanje s polaznom temperaturom 75°C i kod vanjske projektne temperature -15°C. Vidi se da je kondenzacija vodene pare iz dimnih plinova kotla loženog prirodnim plinom, a time i ekonomičan rad moguća i kod temperatura viših od -11,5°C, što čini oko 98% ukupnog vremena rada sustava grijanja. Primjena kondenzacijskog kotla

dolazi u obzir i u slučaju da u kući već postoji sustav niskotemperaturnog grijanja kao što je podno grijanje ili grijanje ventilatorskim konvektorima.

6.1.2. Izračun snage kotla

Za izračun potrebne ukupne snage kotla budući da je objekt starija zgrada bez fasade i slabije izolacije uzet je u obzir koeficijent za 20% veći nego za zgradu srednje izoliranosti.

Izračunata snaga za prema standardu za proračun snage za kotao je 100 kW uvećano za koeficijent 20% iznosi 120 kW.

Budući da je postojeći kotao na lož ulje snage 180 kW i zbog mogućnosti povećanja broja prostorija koje bi se u budućnosti mogle grijati odabrana snaga
kotla je minimalno **180 kW.**

6.1.3. Izračun potrošnje energije

Prosječna godišnja potrošnja energije potrebne za grijanje stambenih objekata u sjevernom dijelu Hrvatske, ovisi o kakvoći izolacije objekta i iznosi od 40 – 250 kWh/m^2 prema podacima Ministarstva GRP - UNDP.

Većina stambenih objekata u Hrvatskoj izvedena je u skladu s klimatskim zonama tako da ih je moguće grijati snagom od prosječno 100 W/m^2. Izvedba termoizolacije samostojećih privatnih kuća često je lošija i potrebno je 120 W/m^2. Snaga grijanja, za nekoliko tipičnih konstrukcija visine stropa 2,60 m, prikazana je na tablici 9:

K (W/m2K)	OPIS KONSTRUKCIJE (tipična rješenja)	INST. SNAGA (W/m2)	GODIŠNJA POTROŠNJA (kWh/m2)
0,3	zid od šuplje opeke debljine 25 cm sa unutarnjom termožbukom od 3 cm i vanjskom termoizolacijom od okipora ili mineralne (kamene) vune debljine 10 cm	dobro 100 -120	100 -120
0,4	zid od pune opeke debljine 25 cm sa unutarnjom termožbukom od 2 cm i vanjskom termoizolacijom od okipora ili mineralne (kamene) vune debljine 6 cm		
0,5	zid od pune opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjskom termoizolacijom od okipora ili mineralne (kamene) vune debljine 6 cm		
0,7	zid od šuplje opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjskom termoizolacijom od okipora ili prihvatljivo mineralne (kamene) vune debljine 3 cm	loše 120 - 150	120 -150
0,9	zid od šuplje opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm te vanjskom termožbukom debljine 5 cm		
1,0	zid od pune opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjske termo (perlit) žbuke debljine 5 cm		
1,2	zid od pune opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjske termo (perlit) žbuke debljine 3 cm	vrlo loše150 - 180	150 -180
1,4	zid od šuplje opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjske žbuke debljine 3 cm		
1,6	zid od pune opeke debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjske žbuke debljine 3 cm		
1,8	zid od pune opeke debljine 25 cm bez unutarnje i vanjske žbuke	izuzetno loše 180 - 250	180 -250
	zid od betonskog bloketa debljine 25 cm sa unutarnjom žbukom od 2 cm i vanjske žbuke debljine 3 cm		
2,0	zid od betonskog bloketa debljine 25 cm bez unutarnje i vanjske žbuke		
2,5	zid od pune opeke debljine 12 cm bez vanjske žbuke i sa unutarnjom žbukom debljine 3 cm		
3,0	zid od betonskog bloketa debljine 20 cm bez unutarnje i vanjske žbuke		

Tablica 9. Godišnja potrošnja energije stambenih objekata

Izvor: Priručnik za energetske savjetnike, UNDP u Hrvatskoj, 2008.

6.1.4. Cijena grijanja centralnim grijanjem na plin

Prirodni plin ima ogrjevnu vrijednost od 10 kWh/m^3, a od toga treba oduzeti gubitke u dimnjaku, kotlovnici i cijevnom razvodu tople vode koji iznose približno 25 %. Za 1000 kWh topline potrebno nam je 133,3 m^3 gradskog plina. Cijena gradskog plina u Puli iznosi cca 2.94 kn/ m^3. Mjesečna potrošnja plina iznosi cca 30.000 kn godišnje (na bazi 6 mjeseci korištenja). Trebamo pridodati i troškove održavanja cca 1000 kn godišnje.

Uštede su bazirane na simulaciji potrošnje energije uz cijenu lož ulja 7,15 kn/l, (gustoća ulja 840 kg/m^3, donja ogrjevna moć 11,861 kWh/kg) - *tablica 10,* te uz cijenu prirodnog plina 2,94 kn/m^3 (gornja ogrjevna moć 10,28 kWh/m^3).

GORIVO	Jedi-nica	Donja ogrjevna vrijednost goriva	Cijena bez PDV-a		Cijena s PDV-om	
		[kWh/jedinici]	[kn/jedinici]	[kn/kWh]	[kn/jedinici]	[kn/kWh]
EL loživo ulje - INA	litra	9,886	5,813	0,579	**7,15**	0,713
UNP (propan butan za spremnike) - INA	kg	12,8	7,252	0,567	**8,92**	0,697
Prirodni plin (kućanstva) – Gradska plinara **ZAGREB Opskrba d.o.o.**	m^3	9,2607	2,391	0,258	**2,941**	0,318
Prirodni plin (kućanstva) – Termoplin d.d. **VARAŽDIN**	m^3	9,2607	2,228	0,241	**2,74**	0,296
Prirodni plin (kućanstva) – Plinara istočne Slavonije d.o.o. **VINKOVCI**	m^3	9,2607	2,337	0,252	**2,875**	0,310
Prirodni plin (kućanstva) – Darkom **DARUVAR** d.o.o.	m^3	9,2607	2,300	0,248	**2,830**	0,306
Drvni pelete – Drvenjača d.d.	kg	5	1,22	0,244	**1,500**	0,300
Drvna sječka (35 % vlage) – Hrvatske šume	kg	3	0,35	0,117	**0,431**	0,144

Tablica 10. Prosječna cijena energenata za period od 5 godina.
Izvor: Dr.sc. Marina MALINOVEC PUČEK, dipl.ing.stroj. ENERGETSKA OBNOVA POSTOJEĆIH ZGRADA I SUVREMENI ENERGETSKI KONCEPTI Energetski institut Hrvoje Požar/Hrvatska udruga energetskih certifikatora

U postojećem stanju za grijanje troši se 9000 litara lož ulja godišnje što uz donju ogrjevnu moć lož ulja 9,96 kWh/l moć daje energiju goriva 90.068 kWh. Troškovi grijanja za lož ulje iznose cca. **70.000 kn**.

Ugradnjom kondenzacijskog kotla na prirodni plin potrebno je 130m3 prirodnog plina godišnje se troši 9.970 m^3 prirodnog plina što uz gornju ogrjevnu moć od 10,28 kWh/m^3 daje energiju goriva 33.650 kWh. Troškovi za prirodni plin iznosili bi **30.000** kn

Prema tome godišnja ušteda na energiji goriva iznosi cca. **6.500 kWh.**

Godišnja emisija CO_2 za grijanje lož uljem iznosi 14,7 tona dok kod grijanja s prirodnim plinom ona iznosi 6,2 tona te prema tome godišnja ušteda na emisiji CO_2 iznosi 8,5 tona.

Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature, dimnjak, priključak na plin i izradu projekta. Cijene mogu varirati ovisno o lokaciji kotlovnice, izvoditelju, distributeru plina, stvarnim troškovima plinske instalacije ovisnim o lokaciji i sl.

Uštede u životnom vijeku izračunate su na način da su godišnje uštede umnožene s vremenom trajanja opreme i od dobivenog iznosa uštede oduzeta je investicija u opremu.

6.2. Povrat uloženih sredstava

Investicija obuhvaća demontažu postojećeg kotla, dobavu i ugradnju novog plinskog kondenzacijskog kotla s kliznom regulacijom temperature, dimnjak, priključak na plin i izradu projekta.

Zbog odnosa cijena-kvaliteta, ovlaštenog servisiranja i konzultacijama sa dobavljačima kao optimalni kotao odabran je kotao proizvođača **Immergas** model **ARES 200 TEC** toplinskog učina **200 kW.**



Slika 15. Kondenzacijski kotao Immergas ARES 200 TEC

Izvor: http://www.immergas.com/en/product?title=ARES%20200%20Tec

Investicija za kondenzacijski kotao **ARES 200 TEC** sa svime gore navedenim iznosila bi oko **100.000,00 kn**

	Grijanje na lož ulje	Grijanje na prirodni plin
Cijena ugradnje	0	100.000 kn
Godišnje održavanje i popravci	5000,00 kn	1000,00 kn
Potrošnja energije	70.000 kn	30.000 kn
Godišnji troškovi	75.000 kn	31.000 kn
Ukupni troškovi*	1.125.000 kn	565.000 kn

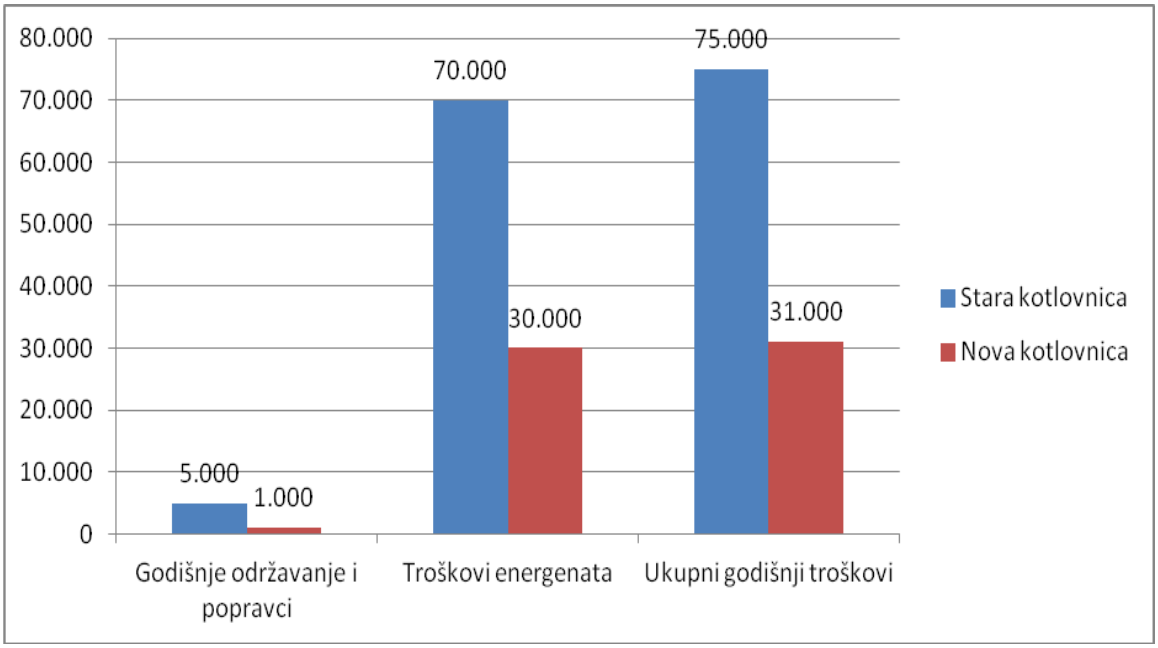
* Investicija i korištenje za 15 godina

Tablica 11. Ekonomska usporedba kotlovnica

Izvor: Autor

Kako je vidljivo iz tablice 11 godišnja ušteda iznosi **44.000 kn**. Povrat investicije bio bi već nakon 2.27 godine odnosno ako uzmemo neke nepredviđene troškove zaokružimo na **2 i po godine** što je u skladu sa direktivom o energetskoj učinkovitosti. Grafički prikaz uštede dan je na slici 16.

Razlika u cijeni eksploatacije ova dva navedena sustava u periodu od 15 godina iznosi: 1.125.000 kn - 565.000 kn = **560.000 kn!!**



Slika 16. Ekonomska usporedba kotlovnica

Izvor: Autor

6.3. Konačna ocjena

Iz iznesenog je vidljivo da je optimalno rješenje za zamjenu postojećeg kotla kondenzacijski plinski kotao s prirodnim plinom iz gradske mreže kao energentom. Time se dobiva najekonomičnije rješenje u smislu troškova eksploatacije, uz najmanju emisiju CO_2. Uz to, postojeći kotao iz 2002. godine treba prema preporukama o energetskoj učinkovitosti biti zamijenjen. Ugradnjom kondenzacijskog plinskog kotla ukupna investicija je povoljnija u odnosu na kotao na lož ulje za 560.000 kn, uz povrat za već **2.5 godine** u periodu trajnosti od 15 godina.

Prirodni plin danas je energent s najboljom kombinacijom dobrih karakteristika:

- gorivo se dovodi na mjesto potrošnje spremno za upotrebu;
- nisu potrebni dodatni spremnici i njima pripadajući prostor;

- jednostavna regulacija rada plamenika;
- visok koeficijent iskorištenja (iznad 90%), a osobito korištenjem topline dimnih plinova (kondenzacijski uređaji);
- najmanje zagađuje okoliš od svih fosilnih goriva;
- moguća je izvedba bez zidanih dimnjaka – izvod na fasadu ili na krov;
- plaćanje potrošenog plina mjesečno tokom cijele godine;

Ovakvo rješenje je i u skladu s preporukama Europske unije.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad analizira energetsku učinkovitost kotlovskog sustava u JVP Pula. Analizira postojeću kotlovnicu i definira novi kotao i novi energent, sve u cilju definiranja najekonomičnijeg rješenja u smislu troškova eksploatacije i uz najmanju emisiju štetnih plinova i smanjenju potrošnju energije. Sve to uz novi energent prirodni plin. Prirodni plin uz visoki koeficijent iskorištenja najmanje zagađuje okoliš od svih fosilnih goriva. Ima i niz drugih prednosti, kao npr. laka dostava na mjesto upotrebe (kroz plinsku mrežu); ne trebaju posebni spremnici, jednostavna je regulacija plamenika, jednostavan dimnjak, te povoljnije plaćanje (u mjesečnim ratama).

Time se u cjelini poštuju direktive Europske unije iz područja energetske učinkovitosti, ograničavanju emisije CO_2 i o energetskim značajkama zgrada.

8. LITERATURA

1. Europska direktiva 2010/31/EU
2. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Energetski Institut Hrvoje Požar: Vodič kroz energetski efikasnu gradnju, 2005.
3. Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica (sl 10/90 i 52/90)
4. Dr.sc. Marina Malinovec Puček, dipl.ing.stroj. ,Energetska obnova postojećih zgrada i suvremeni energetski koncepti,Energetski institut Hrvoje Požar/Hrvatska udruga energetskih certifikatora,2012.
5. Vaillant prospekt: Kotlovi za veće objekte,2014.
6. Immergas katalog 2014.
7. Viessmann informacijski list: Vitocrossal 200 ,2015.
8. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, program energetske učinkovitosti republike hrvatske 2008. - 2016.
9. HEP Toplinarsvo d.o.o., Energetska učinkovitost u zgradarstvu, Vodič za sudionike u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada,2008.
10. Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj. Priručnik za energetske savjetnike, 2008.

Internet stranice:

- http://en.wikipedia.org/ 25.05.2015.
- http://www.hr.undp.org/ 27.05.2015.
- http://www.hep.hr/ 25.05.2015.
- http://www.ina.hr/ 27.05.2015.
- http://www.bosch-climate.com.hr/ 12.06.2015.
- http://www.vaillant.hr/ 15.06.2015.
- http://www.veissmann.hr/ 17.06.2015.
- http://www.gradimo.hr/ 20.06.2015.
- http://www.immergas.com/20.06.2015.

Popis slika

Slika 1. Udio potrošnje energije……..……2

Slika 2. Struktura potrošnje energije u kućanstvima u Hrvatskoj……..…….3

Slika 3. Smještaj kotlovnice……...…9

Slika 4.Izgled moderne kotlovnice……..13

Slika 5. Makrolokacija JVP Pula…….16

Slika 6. JVP Pula mikrolokacija……18

Slika 7. Stambeni blok…….……18

Slika 8. Tehničke karakteristike postojećeg kotla……...……23

Slika 9. i 10. Usporedba stupnjeva djelovanja različitih izvora toplinske energije……..28

Slika 11. Usporedba efikasnosti plinskih kotlova……...……29

Slika12. Specifične toplinske potrebe zgrada…….……32

Slika 13. Gubici topline……..……..……..33

Slika 14. Primjer energetske kartice građevinskog objekta…….……..34

Slika 15. Kondenzacijski kotao Immergas ARES 200 TEC……39

Slika 16. Ekonomska usporedba kotlovnica…….……...40

Popis tablica

Tablica 1. Dimenzije kotlovnice……..……11

Tablica 2. Usporedba energenata……..……13

Tablica 3. Emisija CO_2……..……..……14

Tablica 4. Sadržaji u prizemlju s pripadajućom površinom……..……19

Tablica 5. Sadržaj kata sa pripadajućom površinom…….……19

Tablica 6. Grijani prostori u prizemlju……20

Tablica 7. Grijani prostori na katu……..20

Tablica 8. Fizikalne karakteristike ekstra lakog lož ulja……..…21

Tablica 9. Godišnja potrošnja energije stambenih objekata……..……36

Tablica 10. Prosječna cijena energenata za period od 5 godina……..…37

Tablica 11. Ekonomska usporedba kotlovnica…….……39

Popis skraćenica

EU - European union
UNDP - United Nations Development Programme
EE - Energy efficiency - energetska učinkovitost
Ex agencija - skraćeni naziv za Agenciju za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom,
LU EL - ekstra lako loživo ulje
CNG - Compressed natural gas - komprimirani prirodni plin
LNG - Liquefied natural gas - ukapljeni prirodni plin
IPCC - Intergovernment panel on climate change
EPA - United States Environmental Protection Agency
SRES - Special Report on Emissions Scenarios
Ministarstvo GRP - Ministarstvo Graditeljstva i prostornog uređenja

PRILOZI

- Tlocrt Stambenog bloka JVP Pula - prizemlje
- Tlocrt Stambenog bloka JVP Pula - kat