

ZAGRIJAVANJE OBJEKTA KOMBINACIJOM OBNOVLJIVIH I NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Bene, Martin

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:198274>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-23**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE



MARTIN BENE

**ZAGRIJAVANJE OBJEKTA
KOMBINACIJOM OBNOVLJIVIH I
NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2020.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE



MARTIN BENE

**ZAGRIJAVANJE OBJEKTA
KOMBINACIJOM OBNOVLJIVIH I
NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Filip Žugčić mag.ing.el

KARLOVAC, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences
Mechanical Engineering Department
Professional study of Mechanical Engineering



MARTIN BENE

**Heating an object with a combination of
renewable and non-renewable energy
sources**

FINAL PAPER

KARLOVAC, 2020.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: MEHATRONIKA

Usmjerenje-Odjel: Strojarski Odjel

Karlovac, 9.1.2020

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Martin Bene

Matični broj: 0112614016

Naslov: Zagrijavanje objekta kombinacijom obnovljivih i neobnovljivih izvora energije

Opis zadatka: U završnom će radu biti objašnjeno zagrijavanje objekta srednje veličine s dva obnovljiva izvora energije i jednim neobnovljivim izvorom. Bit će prikazani i opisani svi elementi koji su potrebni za pravilno funkcioniranje sustava (ventili, pumpe, ekspanzione posude, automatika, plamenik, senzori, termostati, pumpna stanica, itd.). Uz teoretsku podlogu, rad će sadržavati i praktični primjer te proračun isplativosti s obzirom na četiri vrste energenata, energetske sheme, sheme upravljanja, matematičke usporedbe i grafove za detaljniji uvid u projekt.

Zadatak zadan:

23.10.2019

Rok predaje rada:

28.11.2019

Predviđen datum obrane:

9.1.2020

Mentor:

Filip Žugčić, mag.ing.el.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

KARLOVAC, 2020

PREDGOVOR I ZAHVALA

Potvrđujem da je ovaj rad samostalno djelo čiji je sadržaj stečen uz mentorstvo profesora Filipa Žugčića i uz odrađenu praktičnu nastavu paralelno studiranju.

Hvala mojoj obitelji koja me je podržala i bodrila kroz cijeli studij i bez koje ne bih uspio.

Također bih se zahvalio i mojim prijateljima koji su doprinijeli dobroj atmosferi i zabavi tijekom studiranja.

Martin Bene

SAŽETAK

U ovom će radu biti opisan jedan praktičan primjer zagrijavanja objekta srednje veličine i dobre toplinske izolacije iz tri izvora energije.

Teoretski dio imat će opisane sve komponente sustava bez kojih je moderna i ekonomična kotlovnica samo s mrežom gotovo nezamisliva.

Praktični dio sadržavat će hidraulične, energetske te sheme upravljanja i regulacije kako bi se točnije i lakše predočilo funkcioniranje ovakve vrste procesa.

Nakon svega toga slijedi zaključak ovog praktičnog procesa.

SUMMARY

This paper will describe a practical example of heating medium-sized object with good thermal insulation from three energy sources.

The theoretical part will describe all the components of the system, without which a modern and economical boiler room with a circulation circuits is almost impossible.

The practical part will contain hydraulic, energy, control and regulation schemes in order to more accurately and easily present the functioning of this type of process.

This is followed by the conclusion of this practical process.

POPIS SLIKA

Slika 1. Etažna peć na drva

Slika 2. Peć na kruto gorivo

Slika 3. Stari tip peći na ulje/plin

Slika 4. Plamenik Weishaupt iz 1970.-1980.

Slika 5. Buderus peć na ulje (nova generacija)

Slika 6. Plamenik sa poboljšanim izgaranjem BE (novija generacija)

Slika 7. Plinski plamenici Giersch

Slika 8. TermoBlok

Slika 9. Presjek TermoBloka

Slika 10. Dijagram krivulja

Slika 11. Dimenzije kotla

Slika 12. Tablica specifikacija kotla

Slika 13. Kotao EKO-CK P

Slika 14. Donja kotlovska vrata za pelet plamenik

Slika 15. Pelet spremnik bez oplata i s oplatom

Slika 16. Radijalni ventilator

Slika 17. Pelet plamenik

Slika 18. Transporter peleta

Slika 19. Kotlovska regulacija

Slika 20. Spiralni turbulatori

Slika 21. „Cik cak“ turbulatori

Slika 22. CAS i CAS-S spremnici

Slika 23. CAS-B i CAS-BS spremnici

Slika 24. Razni oblici posuda

Slika 25. Ekspanzijska posuda u presjeku

Slika 26. LTC 261

Slika 27. Prikaz funkcioniranja termostatskog ventila

Slika 28. 3-putni miješajući ventil (ručni)

Slika 29. Ventil sa motornim pogonom

Slika 30. Mogućnost cirkulacije fluida kroz VRG 230

- Slika 31. Mogućnost cirkulacije fluida kroz VRG 130
- Slika 32. Bakrene cijevi
- Slika 33. Cirkulacijska pumpa (ručna promjena brzina)
- Slika 34. Automatska cirkulacijska pumpa (automatska promjena brzina)
- Slika 35. Kotlovski (uronski) termostat
- Slika 36. Elementi i presjek kolektora
- Slika 37. Vakumski solarni kolektori
- Slika 38. Solarna pumpna grupa
- Slika 39. Solarna regulacija „Solar“
- Slika 40. Ručni ventili
- Slika 41. Termostatski ventili
- Slika 42. Sobni termostat (sa WiFi opcijom povezivanja)
- Slika 43. Digitalni sobni korektor touch
- Slika 44. Analogni sobni korektor
- Slika 45. Energetska shema TermoBloka
- Slika 46. Shema pokretanja TermoBloka i upravljanje položajem pregradnog miš ventila
- Slika 47. Shema upravljanja mrežnom pumpom i regulacija položaja mrežnog miš ventila
- Slika 48. Usporedba cijena energenata

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. POVIJEST ZAGRIJAVANJA KUĆANSTAVA.....	2
3. KOMPONENTE ZA ZAGRIJAVANJE OBJEKTA.....	5
3.1. TERMOBLOK KOTAO.....	5
3.2. KOTAO EKO-CK P.....	10
3.2.1. DONJA KOTLOVSKA VRATA.....	11
3.2.2. PELET SPREMNIK.....	11
3.2.3. PELET PLAMENIK.....	12
3.2.4. TRANSPORTER PELETA.....	13
3.2.5. KOTLOVSKA REGULACIJA.....	14
3.2.6. TURBULATORI.....	15
3.3. AKUMULACIJSKI SPREMNIK CAS.....	15
3.4. EKSPANZIJSKA POSUDA.....	17
3.5. 3-PUTNI TERMOSTATSKI VENTIL.....	19
3.6. 3-PUTNI MIJEŠAJUĆI VENTIL.....	20
3.7. SPOREDNI ELEMENTI CENTRALNOG GRIJANJA.....	22
3.7.1. VANJSKI OSJETNIK.....	22
3.7.2. CIJEVI ZA SUSTAV GRIJANJA.....	22
3.7.3. CIRKULACIJSKE PUMPE.....	23
3.7.4. KOTLOVSKI TERMOSTAT.....	24
3.8. SOLARNI KOLEKTORI.....	25
3.9. SOLARNA PUMPNA GRUPA.....	27
3.10. SOLARNA REGULACIJA.....	28
4. UPRAVLJANJE ZAGRIJAVANJEM PROSTORIJA OBJEKTA.....	29
5. SCHEME.....	32
5.1. HIDRAULIČNA SCHEMA.....	32
5.2. ENERGETSKA SCHEMA TERMOBLOKA.....	33
5.3. UPRAVLJAČKA SCHEMA POKRETANJA TERMOBLOKA I REGULACIJE TRIPUTNOG MIJEŠAJUĆEG PREGRADNOG VENTILA.....	34

5.4. UPRAVLJAČKA SHEMA REGULACIJE MREŽNE PUMPE I TRIPUTNOG MJEŠAJUĆEG MREŽNOG VENTILA.....	35
6. CIJENE ENERGENATA.....	36
7. ZAKLJUČAK.....	37
8. LITERATURA.....	39

1. UVOD

U ovom će projektu biti opisan sustav zagrijavanja objekta na više načina, od čega se sastoji takav sustav, međusobno funkcioniranje komponenata te će biti prikazane električne i hidraulične sheme.

U današnje vrijeme potenciraju se obnovljivi izvori energije kako bi se smanjila emisija štetnih plinova koji narušavaju balans u atmosferi. Obnovljivi izvori energije isto su tako za neki određeni vremenski period ekonomičniji od neobnovljivih izvora energije. Kad spomenem neobnovljive izvore energije, mislim na lož ulje i plin koje koristi velik broj kućanstava, dok obnovljivi izvori energije su drvena sječka, ogrjevno drvo, peleti i sunčeva energija.

U ovome projektu će se koristiti obnovljivi i neobnovljivi izvori energije za zagrijavanje objekta.

2. POVIJEST ZAGRIJAVANJA KUĆANSTAVA

U bliskoj prošlosti (1960.-2005.) većina kućanstava koristila je lož ulje ili ogrjevno drvo za zagrijavanje, dok su u stanovima pretežno zastupljeni plinski bojleri ili drvo također.

Kod grijanja na drvo prvi problem je što se za neki kraći vremenski period može posjeći značajan broj stabala koji u konačnici znači smanjen udio kisika u zraku, a povećan udio ugljikovog dioksida. Drugi problem je što je kod peći na drvo (obične peći, izuzev peći na pirolitičko gorenje) relativno mala iskoristivost energenta, odnosno preciznije rečeno, velik udio temperature dobivene u peći izlazi kroz dimnjak van što znači malu iskoristivost, između 60-70%. Hrvatska ima nekoliko proizvođača peći na drva koje su vrlo kvalitetne i svjetski poznate s najvišim europskim normama, a to su *Senko*, *Plamen Požega* i *Centrometal*. Od poznatijih europskih proizvođača peći na kruta goriva su *Viadrus*, *Atmos*, *Buderus* i *Viessman*.



Slika 1. Etažna peć na drva [1]



Slika 2. Peć na kruto gorivo [2]

Kod zagrijavanja kućanstva na lož ulje prvi problem je u tome što je to neobnovljivi izvor energije. Drugi problem je što je za podešavanje plamenika potrebno mnogo znanja i iskustva kako bi se dobila čim veća iskoristivost energenta, sa što manjim udjelom štetnih plinova (ta problematika dotiče se samo servisera koji obavlja servis). Isto tako, uljni plamenici ugrađivali su se na peći koje nisu bile namijenjene istom, nego za drvo te se stoga nisu mogle dobro podešavati radi neproporcionalnosti, što se smatra trećim problemom. Gorenje plamenika je vrlo kompleksno, ali uz dobro podešavanje je precizno i energetskeki štedljivo. Unutrašnjost peći je prljava s mnogo sumpora i kamena nastalog kondenzacijom vodene pare s obzirom da to gorivo sadrži i vodu u određenom postotku.

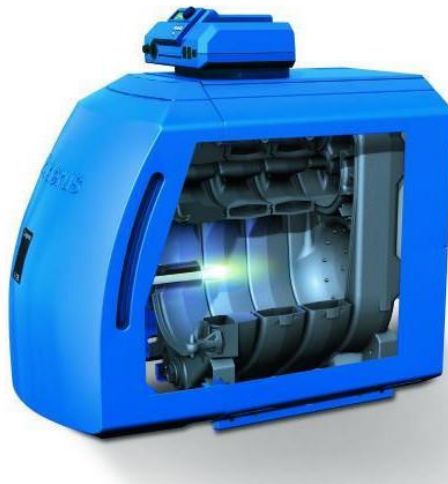
Peći na lož ulja iz novije generacije (2005-2019) su puno sofisticiranije jer je Europska Unija postavila ekološke standarde koje je potrebno zadovoljiti. Najpoznatije i najkvalitetnije peći na ulje su *Buderus*, *CTC*, *Centrometal*, *Herz*, *Ferolli* i *Viessman*. Neki od tih proizvođača imaju i svoje istoimene plamenike, dok ostali rade u kooperaciji s nekim drugim proizvođačem.



Slika 3. Stari tip peći na ulje/plin [3]



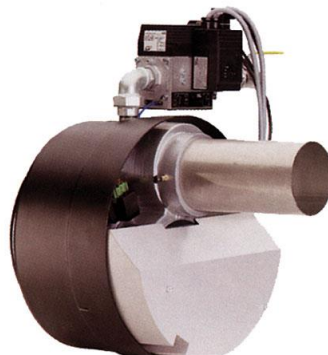
Slika 4. Plamenik Weishaupt
iz 1960.-1970. [4]



Slika 5. Buderus peć na ulje (nova generacija) [5]



Slika 6. Plamenik sa poboljšanim izgaranjem BE (novija generacija) [6]



Slika 7. Plinski plamenici Giersch [7]

Kod plinskih plamenika kvaliteta sagorijevanja plina je puno bolja jer je plin „čisti“ energent, što se može uočiti kod servisiranja plamenika i peći gdje je ložište gotovo čisto. Kao neobnovljiv izvor energije je vrlo zahvalan i ekološki prihvatljiv.

3. KOMPONENTE ZA ZAGRIJAVANJE OBJEKTA

3.1. TERMOBLOK KOTAO

TermoBlok je električni kotao koji nam služi kao paralelni ili glavni izvor energije. Kotao se montira isključivo na zid iz više razloga koji će se kasnije obrazložiti.



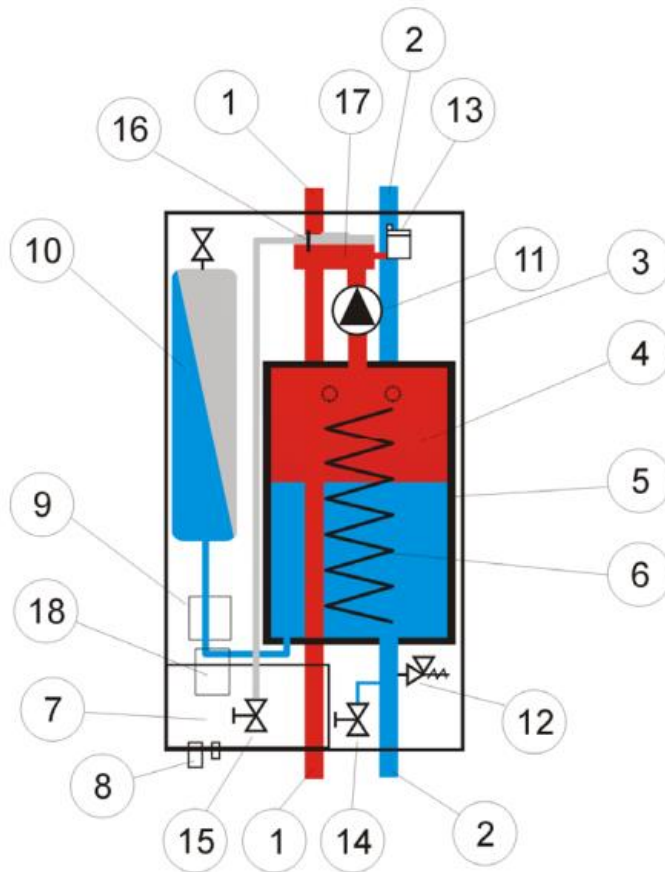
Slika 8. TermoBlok [8]

Pogodnosti ovakvog kotla u odnosu na druge konvencionalne izvore topline: [9]

- Jednostavnost za primjenu
- Jednostavan za instalaciju
- Lak za održavanje
- Male dimenzije kotla
- 100% učinkovitost
- Ne zahtijeva priključak na dimnjak
- Nečujni rad kotla
- Lako se uklapa u životni prostor

Karakteristike: [10]

- Snage od 4,5 do 40 kW
- Jednofazni priključak za kotlove 4.5, 6, 9 kW
- Mogućnost trofaznog priključka za sve snage kotla
- Elektronska komandna ploča
- Mogućnost regulacije zagrijavanja u odnosu na vanjsku temperaturu
- Zaštita od električnog udara (FID sklopka)
- Izvodi za spajanje na mrežu s obje strane kotla
- Zaštita od pada napona
- Zaštita od pojave zraka u kotlu
- Zaštita od smrzavanja
- Mogućnost biranja boje oplata kotla



- 1) Priključak za polazni vod
- 2) Priključak za povratni vod
- 3) Oplata kotla
- 4) Kotao
- 5) Toplinska izolacija kotla
- 6) Električni grijači kotla
- 7) Kontrolna ploča
- 8) Uvodnice za električne kablove
- 9) Sklopnici
- 10) Ekspanzijska posuda
- 11) Cirkulacijska pumpa
- 12) Sigurnosni ventil
- 13) Automatski odzračni lončić
- 14) Ventil za punjenje i pražnjenje sistema
- 15) Ventil za odzračivanje kotla
- 16) Sonda za indikaciju pojave zraka u kotlu
- 17) Razdjelnik
- 18) FID sklopka

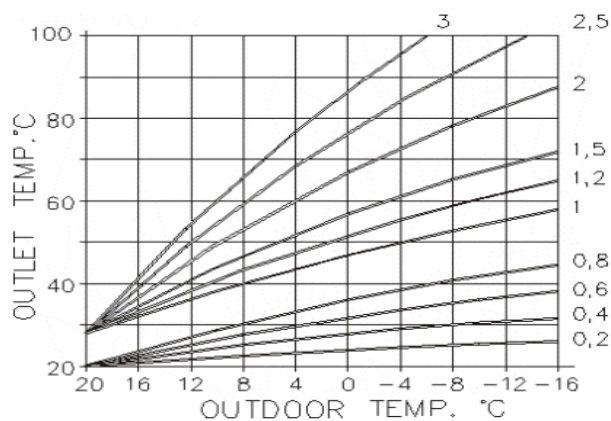
Slika 9. Presjek TermoBloka [11]

Već prije spomenuto, ovaj električni kotao ima mogućnost postignuti potrebnu temperaturu u sistemu navođenu po vanjskoj temperaturi ako sadrži posebnu elektronsku ploču. Elektronska ploča s vanjskim navođenjem radi na principu grafa koji će biti prikazan malo kasnije.

Električni kotlovi se ne rose pa nema potrebe voditi brigu o minimalnoj radnoj temperaturi. Samim time to znači da je temperatura u kotlu ista kao i u radiatorima ili podnom grijanju.

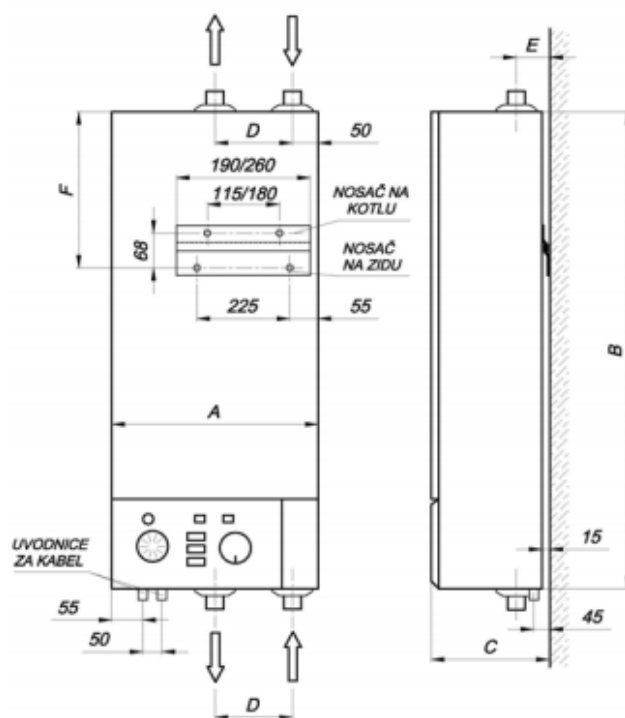
Zagrijavanje se vrši na temelju krivulja koje su tvornički upisane u sustav i mogu se manualno mijenjati po potrebi, ali kod puštanja u rad po prvi puta mora se zadati neka od krivulja. Kroz nekoliko dana se može ustanoviti koja

krivulja je primjerena tome objektu. Takav princip zagrijavanja kuće je ekonomičniji od klasičnog zagrijavanja gdje se regulira temperatura po kojoj sustav neprekidno radi, na primjer 60°C.



Slika 10. Dijagram krivulja [12]

Ovaj kotao sadrži pumpu i ekspanzijsku posudu iz razloga što je on prvenstveno namijenjen kao jedini izvor toplinske energije, ali i radi toga što je nama potrebna posebna pumpa koja cirkulira tekućinu i kroz pelet kotao. Montaža na zid je neophodna jer sustav funkcionira isključivo u vertikalnom položaju, a zbog eventualne izmjene grijača mora biti odmaknut od poda minimalno 60 cm.



Slika 11. Dimenzije kotla [13]

Snaga kW	Kapacitet Lit.	Ekspanzijska posuda L/bar	Dimenzije mm	Težina kg	Maksimalni radni pritisak MPa (bar)	Priključak (vanjski navoj)	Ugrađena pumpa	Napajanje
6	6	8 / 0,8	A 330	40	0,25 (2,5)	3/4"	GHN 25/60 UPS 21/60	400V 3N - 50/60 Hz
9			B 930					
12			C 290					
14			D 100					
16			E 65					
18	10	10 / 0,8	A 400	46		1"	GHN 25/70	
20			B 930					
22			C 290					
24			D 150					
28	12	12 / 0,8	A 474	53			1"	
32			B 930					
36			C 290					
40			D 226					
			E 65					
			F 305					

Slika 12. Tablica specifikacija kotla [14]

3.2. KOTAO EKO-CK P

Toplovodni kotlovi Centrometal EKO-CK P se izrađuju u veličinama od 14 do 110 kW. Ovaj kotao može biti zagrijavan s cijepanim drvom, drvenim ugljenom, drvenim briketima, lož uljem, plinom (plinski plamenik) kao i peletom uz dodatnu opremu.

Karakteristike kotla: [15]

- Ložište kotla je izrađeno od visoko kvalitetnog 5 mm kotlovskog lima
- Ložište je vrlo kvalitetne izvedbe jer je odvod plinova nastalih izgaranjem osmišljen da prolazi kroz tri prolaza čime se povećava iskoristivost peći
- Kod ovog kotla postoji mogućnost ugradnje termičkog osiguranja na za to tvornički pripremljene otvore
- Tvornički ugrađen termostat koji upravlja pumpom
- Moderan dizajn
- Cijenovno prihvatljiv
- Mogućnost zamjene smjera otvaranja vrata na kotlu gornjeg i donjeg ložišta

Kod zagrijavanja na pelet potrebna je dodatna oprema koja se posebno naručuje, a ona podrazumijeva:

- Donja kotlovska vrata
- Pelet spremnik
- Pelet plamenik
- Transporter peleta
- Kotlovsku regulaciju



Slika 13. Kotao EKO-CK P [16]

3.2.1. DONJA KOTLOVSKA VRATA

Donja kotlovska vrata za ugradnju pelet plamenika se stavljaju umjesto vrata koja su namijenjena za drva, drvene brikete i ugljen, a sadrže samo klapnu za usis zraka.

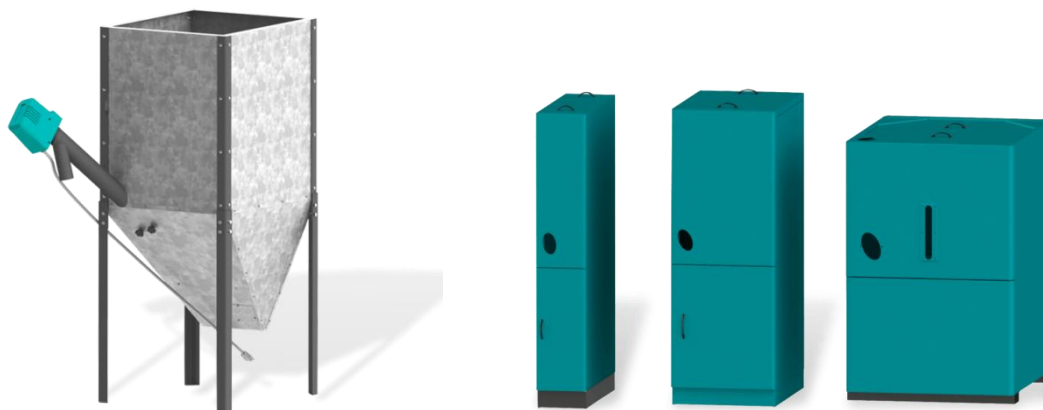


Slika 14. Donja kotlovska vrata za pelet plamenik [17]

3.2.2. PELET SPREMNIK

Pelet spremnik služi za skladištenje peleta koje si transporter uzima po potrebi i ubacuje ih u plamenik, to jest ložište peći. Kod njega je najvažnija stavka da se transporter kod ubadanja ne upusti do kraja u spremnik jer onda transporter ne diže samo pelet, nego i prašinu koja se vremenom taloži na dnu.

Na dnu spremnika postoji otvor koji služi za čišćenje prašine prilikom svakog pražnjenja spremnika.

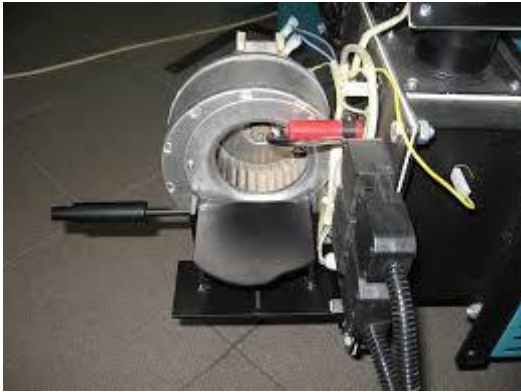


Slika 15. Pelet spremnik bez oplata i sa oplatom [18]

3.2.3. PELET PLAMENIK

Plamenik za pelet sastoji se od više elemenata. U plameniku se nalazi radialni ventilator koji uz posebnu rešetku formira oblik plamena kao kod plamenika na ulje. Njegov broj okretaja se mijenja ovisno o namještenoj snazi i o fazi rada. U plameniku je i električni grijač koji uz pomoć regulacije i senzora pali pelete.

Tu se nalazi i fotoćelija koja ima ulogu registrirati plamen u plameniku. Postoji i senzor zapunjenosti pepeljare gdje gore peleti koji sprječava da se vatra ne ugasi. U obzir dolazi i mogućnost stavljanja klapne na usis ventilatora koja se stavlja radi toga da kad peć više ne radi, podtlak dimnjaka ne izvlači toplinu iz peći van. Plamenik je ožičen i potrebno ga je spojiti na kotlovsku regulaciju na za to predviđeno mjesto.



Slika 16. Radijalni ventilator [19]



Slika 17. Pelet plamenik [20]

3.2.4. TRANSPORTER PELETA

Transport peleta od spremnika do plamenika vrši se pomoću transportera. U cijevi se nalazi Arhimedova spirala pogonjena elektromotorom koji ima reduktor te koja prebacuje pelete iz spremnika u plamenik preko fleksibilne cijevi. Transporter je ožičen te ga je potrebno spojiti na konektor kotlovske regulacije.



Slika 18. Transporter peleta [21]

3.2.5. KOTLOVSKA REGULACIJA

Kotlovska regulacija je vrlo sofisticirana i ona vodi brigu o grijanju i o zagrijavanju sanitarne vode. Neke od karakteristika automatike su: [22]

- Bimetalni sigurnosni termostat
- Mikroprocesorska regulacija
- Sigurnosni presostat
- Mikrosklopka za donja kotlovska vrata
- Regulacija dobave peleta
- Paljenje i gašenje plamenika prema unaprijed zadanim postavkama
- Zaštita kotla od kondenzacije
- Ispis trenutnih vrijednosti kotla
- Ispis grešaka u sustavu
- Daljinsko upravljanje parametrima i kontrola trenutnih vrijednosti
- Mogućnost regulacije temperature fluida prema vanjskoj temperaturi



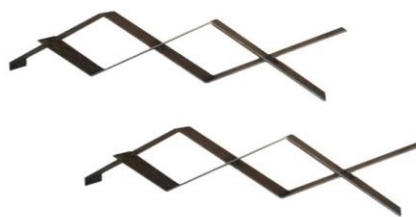
Slika 19. Kotlovska regulacija [23]

3.2.6. TURBULATORI

Turbulatori su elementi ispušnog dijela kotla, koji služe za usporavanje cirkulacije dimnih plinova prema dimnjaku što znači da će duže vrući zrak biti zadržan u peći s čime se postiže veća iskoristivost. Ima ih različitih tipova i oblika.



Slika 20. Spiralni turbulatori [24]



Slika 21. „Cik cak“ turbulatori [25]

3.3. AKUMULACIJSKI SPREMNIK CAS

Akumulacijski spremnici CAS imaju namjenu u centralnom grijanju prvenstveno kao objekti za vršenje akumulacije toplinske energije. Druga svrha CAS spremnika je efikasniji i ekonomičniji rad kotla ili nekog izvora topline na kruto gorivo.

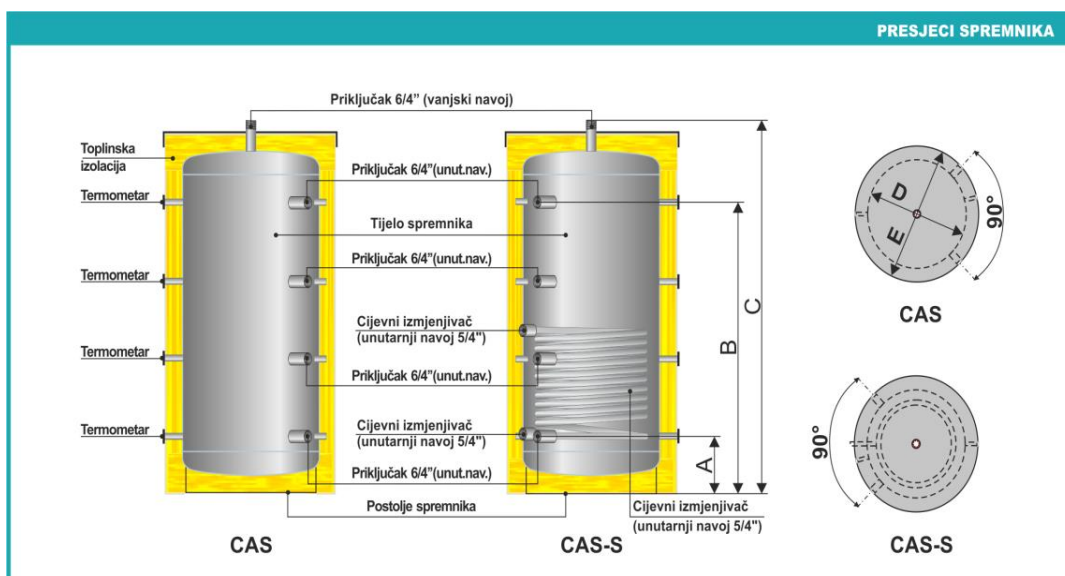
Neke od karakteristika: [26]

- Dobro su izolirani izolacijom načinjenom od skaja sa svih strana
- Izrađuju se od čeličnog lima
- Postoji mogućnost međusobnog povezivanja spremnika radi povećanja akumulacije u sustavu.
- Bojleri PTV se izrađuju od inoxa radi dugotrajnosti i radi same higijene.

Postoji više vrsta ovih spremnika, a to su:

- CAS
- CAS-S
- CAS-B
- CAS-BS

CAS je spremnik koji nema PTV bojlera u sebi, kao ni spiralnog izmjenjivača za solarne kolektore.

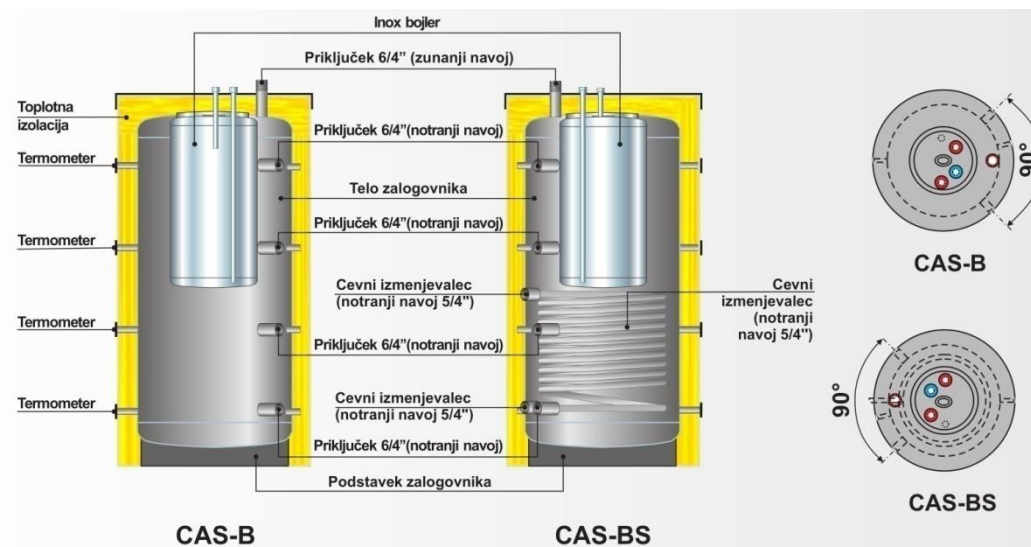


Slika 22. CAS i CAS-S spremnici [27]

CAS-S je spremnik koji u sebi sadrži spiralni izmjenjivač koji je namijenjen zagrijavanju vode u spremniku pomoću solarnih kolektora. Ovaj spremnik također ne sadrži bojler za PTV.

CAS-B sadrži PTV bojler, ali ne sadrži spiralni izmjenjivač za solarne kolektore.

CAS-BS je akumulacijski spremnik koji sadrži i PTV bojler i spiralni izmjenjivač za spoj sa solarnim kolektorima.



Slika 23. CAS-B i CAS-BS spremnici [28]

3.4. EKSPANZIJSKA POSUDA

Ekspanzijske posude u centralnom grijanju služe kao hidraulički akumulatori. Kada se voda zagrijava, njen volumen se povećava pa se u zatvorenom sustavu višak volumena mora negdje skladištiti kako ne bi došlo do pojave previsokog tlaka. U slučaju da ekspanzijska posuda nije ugrađena ili je neispravna, „simptomi“ toga su velika razlika između hladnog i toplog stanja sustava tj. velike su oscilacije u tlaku u mreži, dok kod ispravne i ispravno ugrađene posude je mala oscilacija tlaka između toplog i hladnog stanja.

Posuda se obično ugrađuje na povratni vod na strani kotla za zagrijavanje budući da se u njemu nalazi mali dio vode koja se brzo grije i brzo hladi. Kod kolektorskog kruga ona se ugrađuje na stranu kolektora, ne na stranu spremnika jer je u kolektorima mala količina vode koja brzo ekspandira. Njezina veličina se definira tako da se od ukupne količine vode u sustavu uzme 7% (izraženo u litrama).

Posuda sadrži jedan priključak sa colnim (cijevnim) navojem (3/4", 1"), dok sa druge strane sadrži nepovratni ventil preko kojeg se kompresorom upuhava zrak. Posuda iznutra sadrži gumenu membranu koja radi razdiobu

između vode i zraka. Zračna komora je ta koja kompenzira razliku između toplog i hladnog stanja odnosno reducira razliku tlaka u mreži promjenom temperature tekućine.



Slika 24. Razni oblici posuda [29]



Slika 25. Ekspanzijska posuda u presjeku [30]

3.5. 3-PUTNI TERMOSTATSKI VENTIL

Kod kotlova na kruto gorivo i na pelet koji uza sebe imaju akumulacijske spremnike CAS, neophodna je ugradnja 3-putnog termostatskog ventila. Njegova svrha je zaštita kotlova od kondenzacije vodene pare iz dimnih plinova.

LTC 261 je jedan takav termostatski ventil kojim se brzo postiže radna temperatura kotla te se kasnije temperatura održava i sama po sebi. Izbjegavanjem, to jest što kraćim zadržavanjem kotla u fazi kondenzacije, produžuje mu se radni vijek.

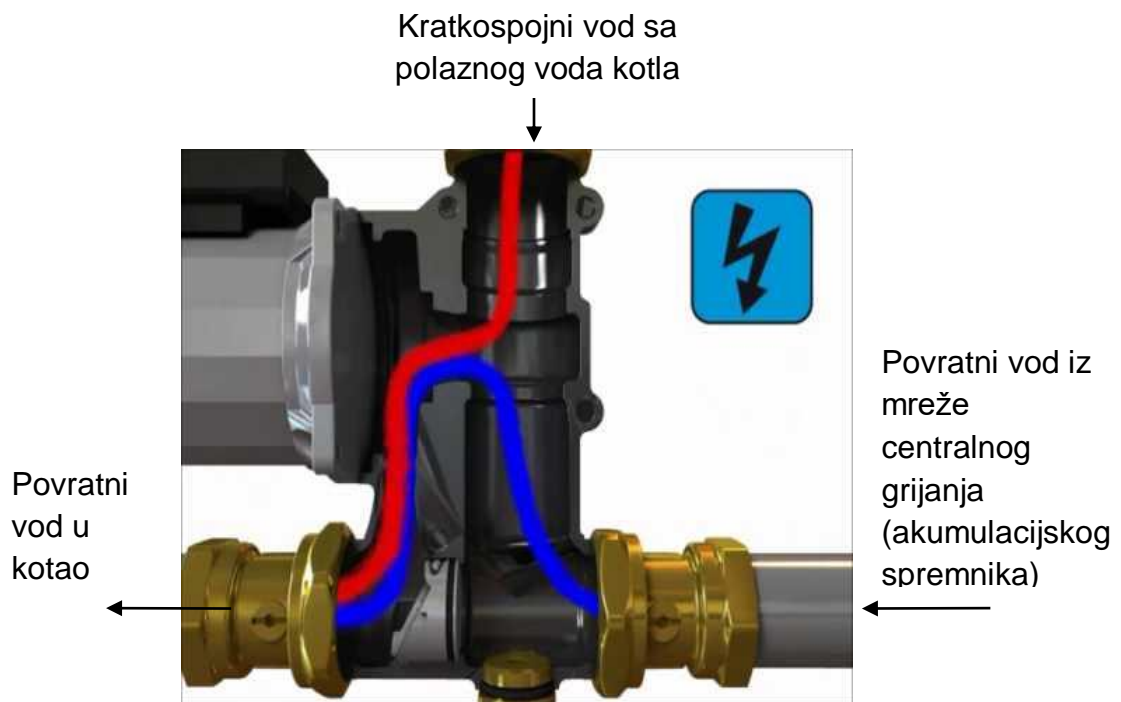
Taj učinak održavanja radne temperature kotla odnosno postizanje temperature povratnog voda iznad 60 °C vrši se mijenjanjem omjera otvorenosti povratnog voda iz instalacije centralnog grijanja i kratkospojnog voda s kotlom koje će biti kasnije prikazano na slici.

LTC 261 sadrži: [31]

- Cirkulacijska pumpa
- Termometre
- Termostatski ventil (60 °C)
- Zaporne ventile



Slika 26. LTC 261 [32]



Slika 27. Prikaz funkcioniranja termostatskog ventila [33]

3.6. 3-PUTNI MIJEŠAJUĆI VENTIL

3-putni miješajući ventil je komponenta koja nam služi kao ventil koji pregrađuje izvore toplinske energije jedne od drugih. Druga namjena mu je slična kao i kod termostatskih 3-putnih ventila da smanji kondenzaciju u peći, to jest izjednačava temperaturu fluida povrata s polazom. Treća namjena mu je ta da se u neki krug grijanja propusti samo određena temperatura kao na primjer u podno grijanje gdje temperatura ne smije biti veća od 40 °C u cijevima.

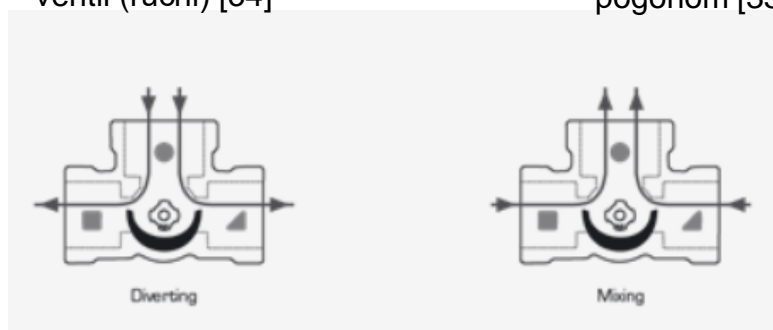
Mogu biti upravljani i motornim pogonom gdje je to moguće pa čak i neophodno. Prikazat će se dva tipa miješajućih ventila konkretno koji su nama potrebni, a to je VRG 230 s motornim pogonom koji ima samo dva moguća položaja i domenu pokreta 180° i VRG 130 s motornim pogonom koji ima domenu pokreta 90° te je predviđen za konstantno miješanje fluida ovisno o regulaciji.



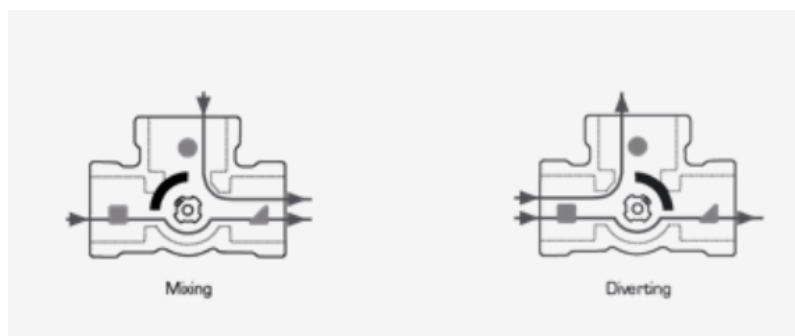
Slika 28. 3-putni miješajući ventil (ručni) [34]



Slika 29. Ventil sa motornim pogonom [35]



Slika 30. Mogućnosti cirkuliranja fluida kroz VRG 230 [36]



Slika 31. Mogućnost cirkulacije fluida kroz VRG 130 [37]

3.7. SPOREDNI ELEMENTI CENTRALNOG GRIJANJA

3.7.1. VANJSKI OSJETNIK

Vanjski osjetnik je najjednostavniji NTC/PTC otpornik (ovisno o tipu automatike) određene vrijednosti ugrađen u plastičnu kutijicu koja se montira ako postoji mogućnost na sjevernu stranu kuće kako sustav ne bi dobio krive informacije o vanjskoj temperaturi.

3.7.2. CIJEVI ZA SUSTAV GRIJANJA

Cijevi za povezivanje svih komponenti sustava grijanja izrađene su od bakra. Promjeri cijevi su standardizirani: fiØ 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42 mm. U projektu će se koristiti cijevi fi Ø 15, 18, 22, 28 mm.

Postoje tri vrste bakrenih cijevi ovisno o tvrdoći, a to su tvrde, polutvrde, meke. U projektu će se koristiti samo polutvrde cijevi jer se one mogu savijati određenim alatom i time olakšati posao instalaterima.



Slika 32. Bakrene cijevi [38]

3.7.3. CIRKULACIJSKE PUMPE

Cirkulacijske pumpe su aktuatori u mreži centralnog grijanja koji služe za cirkulaciju tekućine kroz sistem. Postoji više vrsta i proizvođača pumpi, ali imaju nekoliko zajedničkih karakteristika. Standardna duljina pumpi je 180 mm ili 130 mm kako bi se instalaterima olakšala montaža, tako i zamjena pumpe u slučaju kvara. Pumpe imaju uglavnom dvije ili tri brzine koje se ručno reguliraju, dok današnje pumpe imaju automatsko reguliranje brzine. Prihvat pumpi je obično stezanje maticom (holenderski) ili na priрубnicu gdje je stezanje vijcima i maticama. Razlikuju se u potrošnji energije, razini buke, količini protoka, visini dizanja fluida. Postoje pumpe za radijatorsko grijanje i podno grijanje gdje je jedina razlika u snazi pumpe, dok se i kod jednih i kod drugih brzina mijenja automatski ili ručno.



Slika 33. Cirkulacijska pumpa (ručno promjena brzina) [39]



Slika 34. Automatska cirkulacijska pumpa (automatska promjena brzina) [40]

3.7.4. KOTLOVSKI TERMOSTAT

Kotlovski termostat je jednostavan element u grijanju, ali može svojom funkcijom bitno pojednostavniti proces rada. Imamo ih nekoliko oblika i načina primjenjivanja, ali ćemo pojasniti samo onog kojeg ćemo koristiti u ovom radu. Sastoji se od termoelementa (čahure) u kojoj se nalazi specijalna tekućina koja ima ulogu prenošenja temperature fluida te se komparacijom mjerene (prenesene) temperature i zadane temperature vrši uklapanje ili isklapanje strujnog kruga.

Čahura se uranja u utore u kotlu ili spremniku na za to predviđeno mjesto i mora se čim čvršće pritisnuti, odnosno prisloniti s čim većom površinom uz tijelo kotla kako bi bilo prenošenje temperature točnije. Sadrži tri kontakta:

- C-napajanje (ulaz)
- mirni kontakt
- radni kontakt



Slika 35. Kotlovski (uronski) termostat [41]

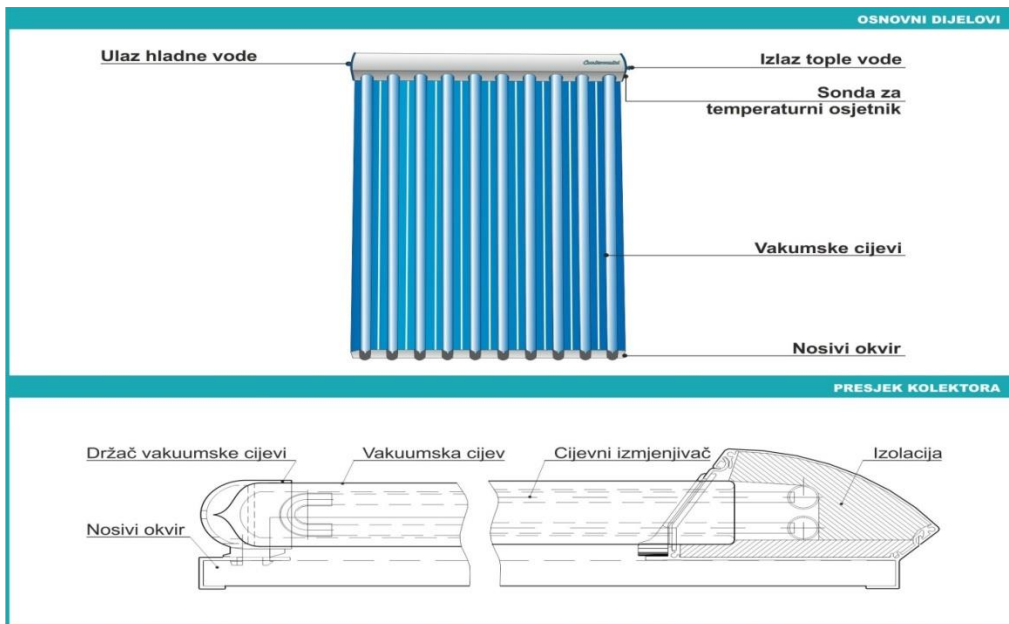
3.8. SOLARNI KOLEKTORI

Kod solarnih kolektora postoje dva osnovna tipa, a to su pločasti i vakumski kolektori. Tržište zahtijeva kolektore s čim većom učinkovitošću i kvalitetom pa su nam danas prioritetniji vakumski kolektori. Njihova prednost ispred pločastih kolektora je ta što je njihova učinkovitost veća kod smanjenog solarnog zračenja, točnije kod većih temperaturnih razlika.

Vakumski su zato što su cijevi kolektora vakumirane što sprječava da se energija rasipava. Ispod cijevi su parabolna ogledala koja imaju reflektirajući efekt čime se usmjeravaju zračenja na apsorber te se time postiže veća efektivnost. Danas su solarni kolektori vrlo zastupljeni i široko rasprostranjeni zbog toga što su ekološki vrlo prihvatljivi i nemaju plinova ni zagrijavanja prema okolišu što ih drži na prvom mjestu u zagrijavanju sanitarne vode.

Karakteristike: [42]

- Jedan kolektor sadrži 10 cijevi
- Površine je 1,84 m²
- Vakuum se nalazi u dvostjenoj vakumskoj cijevi
- Bakrene cijevi se u vakumskoj cijevi sačinjene od borosilikatnog stakla
- Najveća temperatura u kolektorima iznosi (u mirovanju) 286 °C
- Masa iznosi samo 36 kg
- Veća učinkovitost radi apsorbera i vakuuma
- Učinkovitost 93±1%
- Potreban medij u kolektorima je mješavina glikola i vode
- Potreban kut kolektora se preporučuje od 27°-51°.



Slika 36. Elementi i presjek kolektora [43]



Slika 37. Vakumski solarni kolektori [44]

3.9. SOLARNA PUMPNA GRUPA

Uz solarne kolektore obavezna je ugradnja solarne pumpne grupe iz više razloga. U njoj se nalaze svi elementi potrebni za normalan rad solarnog sustava.

Komponente : [45]

- 2 kuglasta ventila sa gravitacijskom kočnicom
- Manometar
- 2 termometra (polaz, povrat)
- Pumpa
- Ventil za dopunjavanje i pražnjenje
- Regulator protoka (1-13 lit/min)
- Odzračnik (ručni)
- Priključak za ekspanzijsku posudu
- Izolacija solarne grupe sačinjene od pjene



Slika 38. Solarna pumpna grupa [46]

3.10. SOLARNA REGULACIJA

Uz solarnu pumpnu grupu i kolektore potrebna je i solarna regulacija „Solar“ koja upravlja regulacijom temperature potrošne tople vode, regulacijom kolektorskog kruga (max. dva kruga), regulacijom kotlovskog kruga, regulacijom akumulacijskog bojlera, regulacijom električnog grijača i zaštitom cirkulacijskih pumpi od mogućih postizanja visokih temperatura. Princip rada kolektora je vrlo jednostavan jer rade na principu diferencijalnog termostata.

Na regulaciji se upiše diferencijalna temperatura, to jest razlika temperature fluida u kolektorima i temperatura fluida u bojleru ili akumulacijskom spremniku. Propisana referentna diferencijalna temperatura je 4°C. Kada je ta razlika veća ili jednaka upisanoj vrijednosti, pumpa od solarnog kruga se uključuje kako bi se izvršila izmjena toplinske energije.



Slika 39. Solarna regulacija „Solar“ [47]

4. UPRAVLJANJE ZAGRIJAVANJEM PROSTORIJA OBJEKTA

Zagrijavanje prostorija objekta će se vršiti radijatorima adekvatnih veličina. Veličina radijatora za određenu prostoriju se određuje tako da se izmjeri kvadratura ili kubična mjera prostora. Ako se računa kvadratna mjera, smatra se da visina prostorije nije veća od 2,6 metara. Kod računanja u kvadratima prostora, dovoljno je 100 W/m^2 , a ako se mjeri u kubičnim metrima dovoljno je 40 W/m^3 .

Radijatori tvornički imaju proračunatu snagu koju mogu dati. Ako se radi o radijatorima sastavljenim od članaka, poznata je snaga jednog članka pa se oni dodatno nadovezuju ovisno o potrebi. Ako su radijatori kompaktna cjelina, uzimaju se prema dužini koja je tvornički propisana i svaka dužina radijatora ima različitu snagu koju mogu dati u prostor.

Regulacija temperature prostorija može se vršiti na nekoliko načina:

RUČNI RADIJATORSKI VENTILI:

- Imaju vrlo nepreciznu regulaciju temperature
- Nemogućnost određivanja željene sobne temperature
- Uglavnom su u položajima skroz otvoreni/zatvoreni
- Prednost je niska cijena



Slika 40. Ručni ventili [48]

TERMOSTATSKI RADIJATORSKI VENTILI:

- Precizno određivanje željene sobne temperature
- Jednostavna ugradnja
- Doprinose ekonomičnosti grijanja
- Zasebna regulacija svake prostorije



Slika 41. Termostatski ventili [49]

1. ELEKTRONSKA REGULACIJA

SOBNI TERMOSTAT:

- Mogućnost regulacije putem Wi-Fi i GSM mreže
- Potrebna montaža centrale na specifično mjesto u objektu
- Upravljanje isključivo samo sa radom TermoBloka



Slika 42. Sobni termostat (sa WiFi opcijom povezivanja) [50]

SOBNI KOREKTOR:

Digitalni: [51]

- Spajanje i regulacija putem WiFi mreže (dodatna oprema potrebna)
- Navođenje prema vanjskoj temperaturi isključivo pelet kotla
- Podešavanje sobne temperature
- Osnovna kotlovska regulacija



Slika 43. Digitalni sobni korektor touch [52]

Analogni: [53]

- Omogućuje korekciju zadane temperature prostora (prema zadanoj temperaturi na kotlovskoj regulaciji)
- Spaja se isključivo na poseban modul
- Navođenje prema vanjskoj temperaturi isključivo pelet kotla



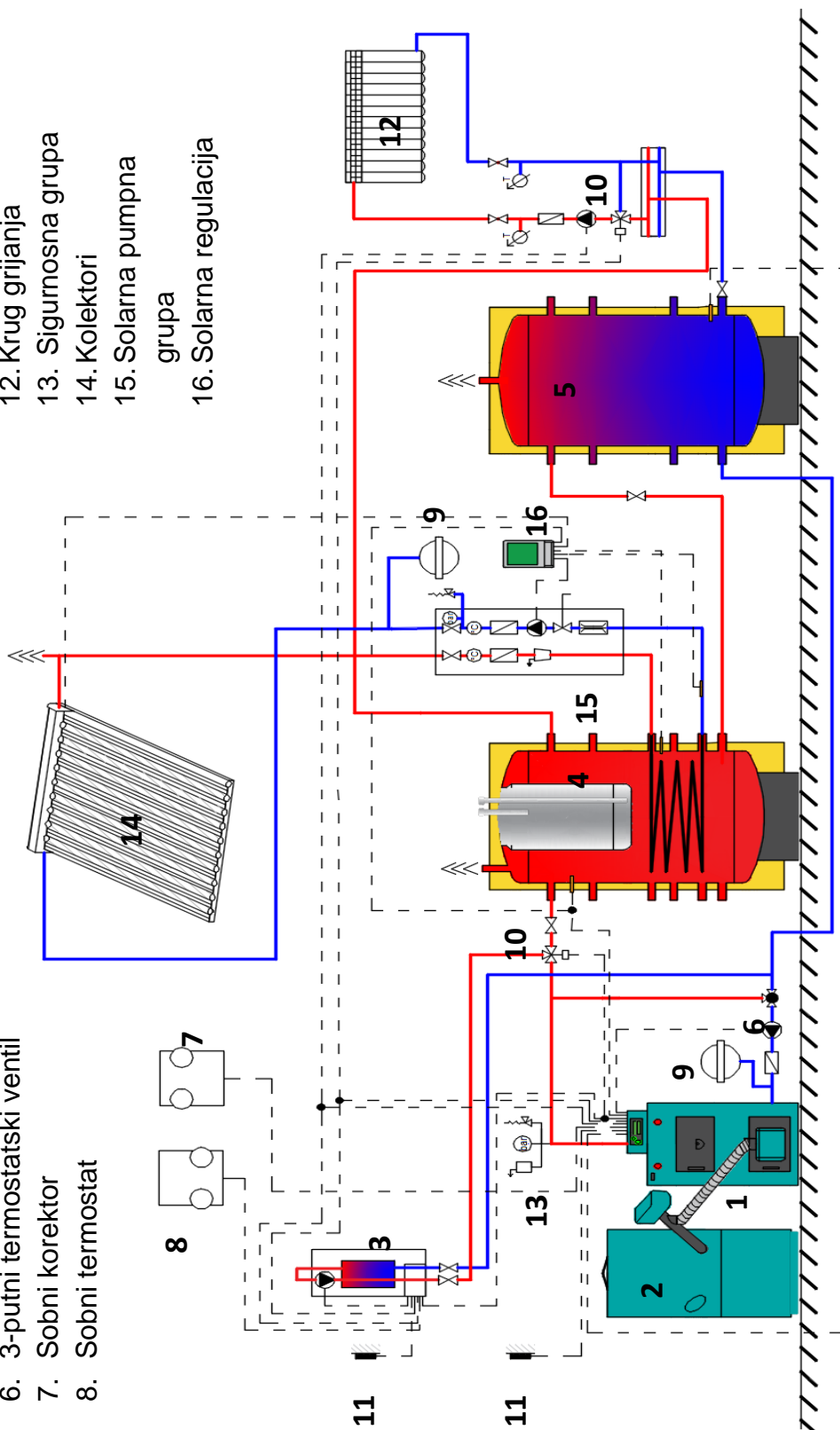
Slika 44. Analogni sobni korektor [54]

5. SHEME

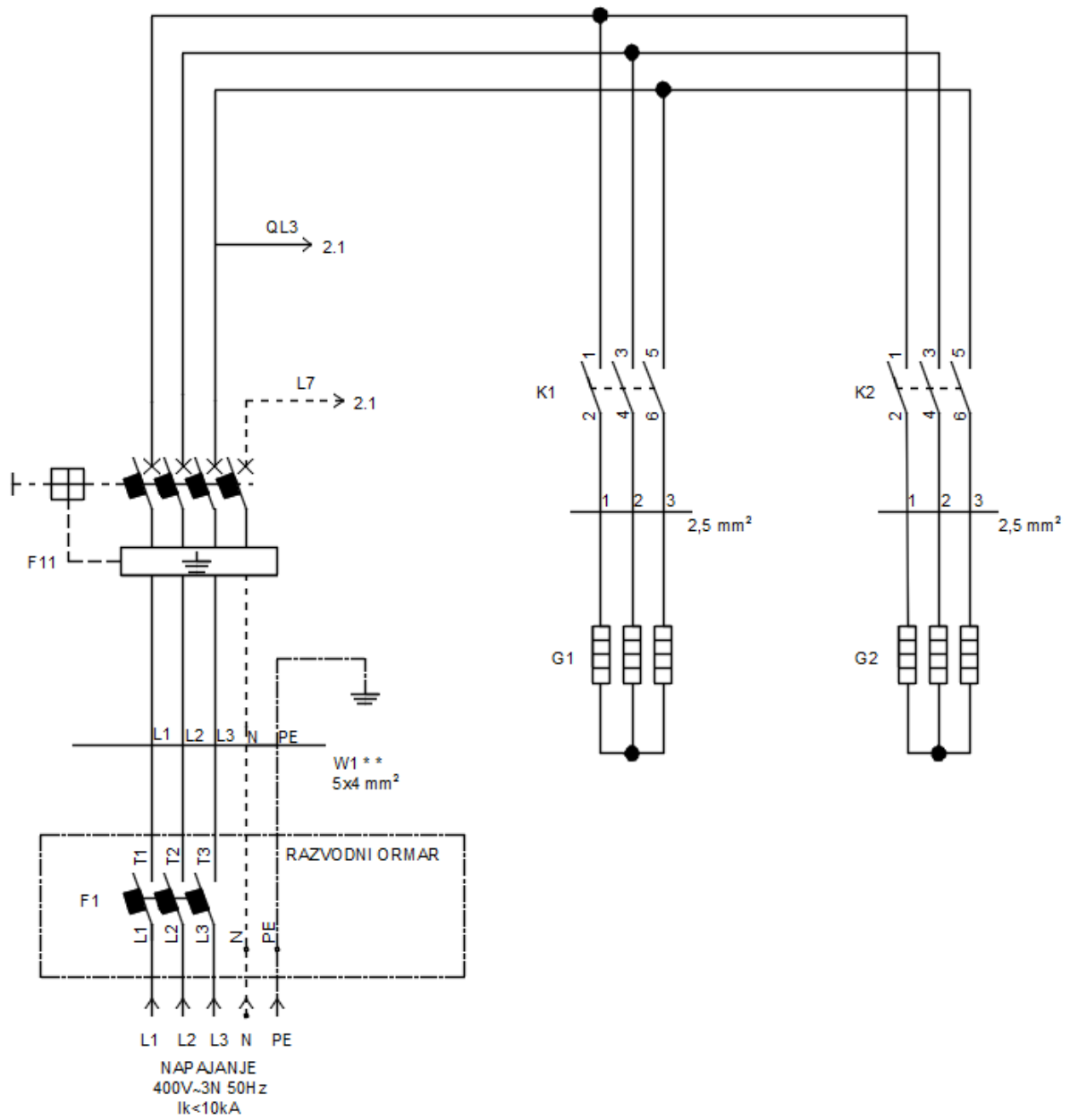
5.1. HIDRAULIČNA SCHEMA

1. Kotao EKO-CK P
2. Pelet spremnik
3. TermoBlok
4. Akumulacijski spremnik CAS-BS
5. Akumulacijski spremnik CAS
6. 3-putni termostatski ventil
7. Sobni korektor
8. Sobni termostat

9. Ekspanzijska posuda
10. 3-putni miješajući ventil
11. Vanjski osjetnici temperature
12. Krug grijanja
13. Sigurnosna grupa
14. Kolektori
15. Solarna pumpna grupa
16. Solarna regulacija

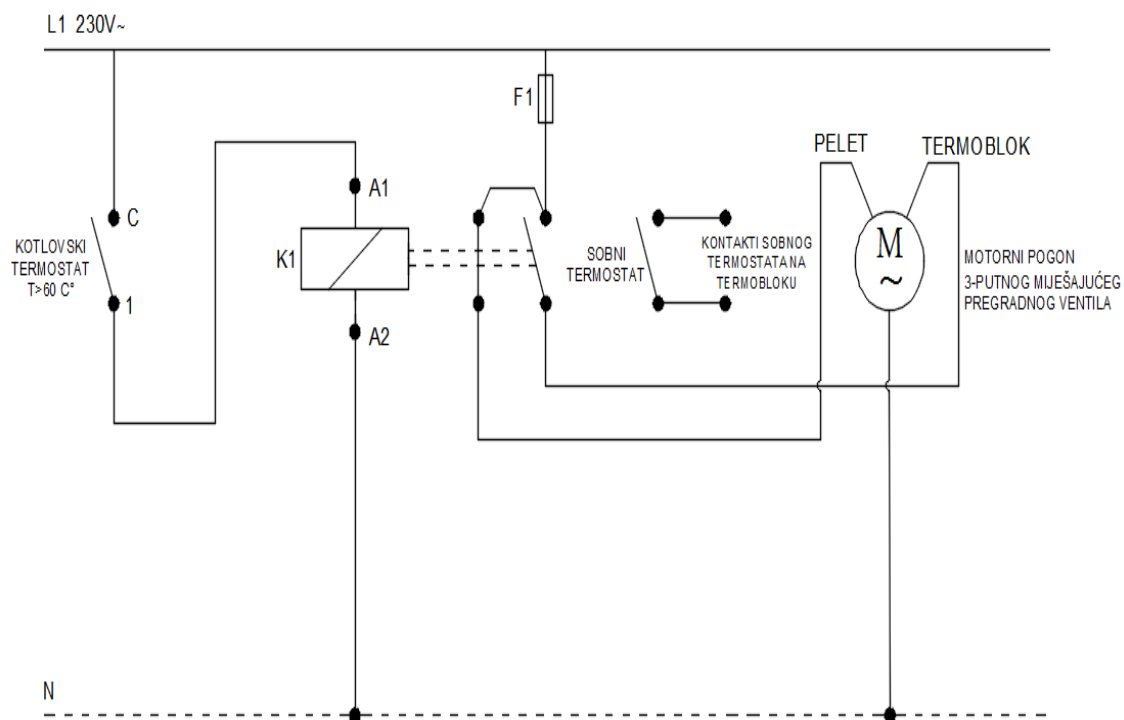


5.2. ENERGETSKA SHEMA TERMOBLOKA



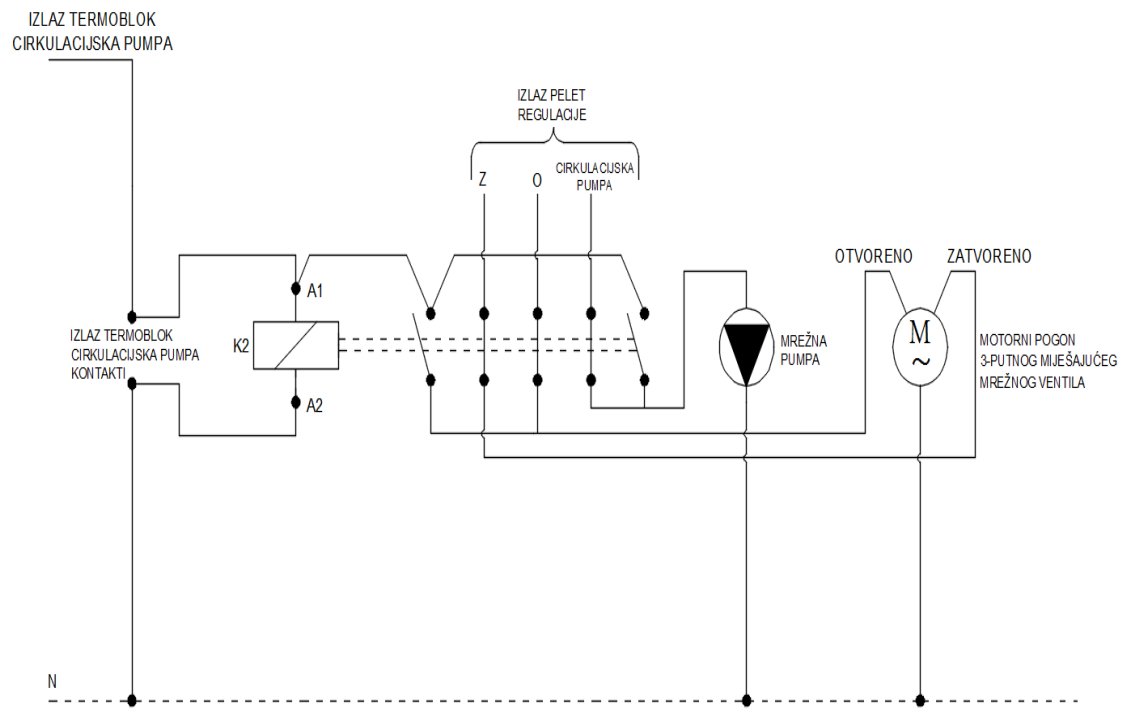
Slika 45. Energetska shema TermoBloka

5.3. UPRAVLJAČKA SCHEMA POKRETANJA TERMOBLOKA I REGULACIJE TRIPUTNOG MIJEŠAJUĆEG PREGRADNOG VENTILA



Slika 46. Shema pokretanja TermoBloka i upravljanje položajem pregradnog miš ventila

5.4. UPRAVLJAČKA SCHEMA REGULACIJE MREŽNE PUMPE I TRIPUTNOG MJEŠAJUĆEG MREŽNOG VENTILA



Slika 47. Shema upravljanja mrežnom pumpom i regulacija položaja mrežnog miš ventila

6. CIJENE ENERGENATA

GORIVO	JEDINICA MJERE	ENERGETSKA VRIJEDNOST (kWh/j.mj.)	KORISNOST KOTLA η (%)	CIJENA Kn/j.mj	CIJENA Kn/kWh	Cijena* kWh/ η (kn)
Prirodni plin Klasični kotao	kWh	1	92	0,29	0,29	0,32
Prirodni plin kondenzacijski kotao	kWh	1	97	0,29	0,29	0,30
LPG plin u spremnicima	Kg	12,82	92	4,60	0,35	0,38
Električna grijanja	kWh	1	99	0,52	0,52	0,52
Lož ulje	L	9,96	92	5,26	0,52	0,56
Posušeno drvo<20%vlage	m ³	1800	70	420	0,23	0,32
Pelet	kg	5	92	1.85	0,37	0,4

Slika 48. Usporedba cijena energenata [55]

<p>Dobro izoliran objekt (min 10 cm izolacije) $X = \text{Kuća} = 200 \text{ m}^2 = 500 \text{ m}^3$ $Y = \text{Toplinska energije} = 40 \text{ W/m}^3$</p> <hr/> <p>$P = X * Y = 500 * 40 = \underline{20} \text{ kW}$ (snaga potrebna u prostoru)</p> <p>$P_{\text{PELET KOTLA}} = P + P * 20\% = 24 \text{ kW} = \underline{25} \text{ kW}$ $P_{\text{TERMOBLOK}} = \underline{16} \text{ kW}$</p> <p>Pelet: $1 \text{ kg} = 5 \text{ kWh}$ $W = 1.85/5 = 0,37 \text{ kn/kWh}$ $1 \text{ kg} = 1,85 \text{ kn}$ $W = 0,37 \approx 0.4 \text{ kn/kWh}(\eta)$ $1 \text{ h/rad} = 5 \text{ kg}$</p> <p>Cijena peleta $C = 25 \text{ kWh} * 0,40 \text{ Kn/kWh} = 10 \text{ kn/h}$</p>	<p>Dobro izoliran objekt (min 10 cm izolacije) $X = \text{Kuća} = 200 \text{ m}^2 = 500 \text{ m}^3$ $Y = \text{Toplinska energije} = 40 \text{ W/m}^3$</p> <hr/> <p>$P = X * Y = 500 * 40 = \underline{20} \text{ kW}$ (snaga potrebna u prostoru)</p> <p>$P_{\text{PELET KOTLA}} = P + P * 20\% = 24 \text{ kW} = \underline{25} \text{ kW}$ $P_{\text{TERMOBLOK}} = \underline{16} \text{ kW}$</p> <p>Termoblok: Viša tarifa: $C = 16 \text{ kWh} * 0,52 \text{ kn} = 8.32 \text{ kn/h}$ Niža tarifa: $C = 16 \text{ kWh} * 0,35 \text{ kn} = 5.6 \text{ kn/h}$</p>
---	--

7. ZAKLJUČAK

Ovaj je rad prije svega prikazao jedan suvremeni pristup projektu za izradu centralnog grijanja objekta dobre izolacije. Pri tome se vodilo računa da se kao primarni izvor energije za zagrijavanje koristi obnovljivi izvor, pelet, koji je ekološki i ekonomski isplativ. Korištenjem peleta za ogrjev, smanjenjem emisije CO₂ pridonosimo zaštiti okoliša, ali i osjećamo određenu sigurnost u opskrbi jer je to domaće gorivo, to jest proizvedeno je u hrvatskim drvoprerađivačkim tvrtkama.

Osim peleta, kao drugi obnovljivi izvor energije koristimo sunčevu energiju koja se može eksploatirati u neograničenim količinama. Nedostatak sunčeve energije je u visokim inicijalnim troškovima, to jest troškovima ugradnje solarnih panela, ali jednom ugrađeni solarni paneli osiguravaju dugogodišnji izvor energije koja će kroz određeni vremenski period isplatiti početne troškove.

Ugradnja akumulacijskih spremnika pridonosi efikasnijem radu kotla, to jest manjem broju uklopa i isklopa pelet plamenika čime se produžuje radni vijek plamenika i kotla. U akumulacijskom spremniku pohranjena je veća količina toplinske energije koja se slojevito troši pa nam tako osigurava komfor kojeg ne bismo imali kada bi došlo do nestanka peleta ili kvara bilo koje vrste na pelet sustavu.

Inox bojler je integriran u akumulacijski spremnik i osigurava nam istodobno korištenje više obnovljivih izvora energije kao i neograničene količine potrošne tople vode.

Elektro kotao u ovom sustavu služi samo kao alternativni izvore energije u slučaju nestanka peleta ili nekog drugog kvara koji se ne može promptno otkloniti. Isto tako se može koristiti za noćni režim rada kada se električna energija obračunava po nižoj tarifi.

Naposljetku, iz svega navedenog slijedi da je ovaj sustav grijanja u potpunosti prihvatljiv jer je energetske efikasan, korisniku pristupačan, praktičan

i prije svega ekološki orijentiran jer samo ekološko osviještenje osigurava zdravu budućnost i održivi razvoj.

8. LITERATURA

- [1] https://termometal.hr/upload/catalog/group/282/2235-c-35-main_58b174ad7734d.jpg
- [2] <https://www.centrometal.hr/wp-content/uploads/2017/09/eko-ck-p-presjek1.png>
- [3] <https://www.njuskalo.hr/image-w920x690/peci/pec-centralno-grijanje-tamstadler-spo-slika-85507598.jpg>
- [4] https://pics.equipnet.com/mp_data/images/largepic/Mar/2018399557_597300_1.JPG
- [5] <https://www.heating-water-boiler.ru/files/products/buderus-loganog125se.800x600w.jpeg>
- [6] <https://www.ikoma.hr/Content/product/image/s/uljni-plamenik-buderus.jpg>
- [7] <https://www.ecos.ba/wp-content/uploads/2016/03/44058.jpg>
- [8] <https://www.termostroj.com/hr/wp-content/uploads/sites/2/2013/10/tb-s.jpg>
- [9] <https://www.termostroj.com/dokumenti/brochure.pdf>
- [10] <https://www.termostroj.com/dokumenti/brochure.pdf>
- [11] https://www.termostroj.com/dokumenti/TE_TB_IN_HR_400_V4.pdf
- [12] https://www.termostroj.com/dokumenti/TE_TB_IN_HR_400_V4.pdf
- [13] https://www.termostroj.com/dokumenti/TE_TB_IN_HR_400_V4.pdf
- [14] https://www.termostroj.com/dokumenti/TE_TB_IN_HR_400_V4.pdf
- [15] https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf
- [16] <https://www.centrometal.hr/wp-content/uploads/2017/09/eko-ck-p-presjek1.png>
- [17] <https://shop.economic.ba/wp-content/uploads/2019/03/30521.png>
- [18] <https://shop.economic.ba/wp-content/uploads/2019/03/30521.png>
- [19] <https://www.njuskalo.hr/image-w920x690/strojevi-alati-ostalo/ventilatori-peci-pelet-slika-13512937.jpg>
- [20] https://exterim.hr/upload/2018/01/centrometal_plamenik-na-pelete_cppl_exerim_5a55c541099c1.jpg

[21]https://exterim.hr/upload/2018/01/centrometal_puzni_pelet_transporter_cppt_exerim_5a55c34dd1a81.jpg

[22] <https://www.centrometal.hr/portfolio/cm-pelet-set-touch-14-90-kw/#!/details>

[23] <https://www.centrometal.hr/portfolio/cm-pelet-set-touch-14-90-kw/#!/details>

[24]https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRAZOnZ3_KPiyLB Tt0FpfHlzD05aKhfThupjoC5ibVgYtppy089&s

[25]http://www.etazgrejanje.com/cms_upload/catalog/product_images/1079_turbulatori-centrometal.jpg

[26] <https://www.centrometal.hr/portfolio/cas/>

[27]https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf

[28]https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf

[29]<https://termometal.hr/upload/catalog/products/249/ekspanzijske%20posude%20sanitarne%20elbi.jpg>

[30] <https://www.njuskalo.hr/image-w920x690/grijanje-hladenje-ostalo/flamco-ekspanzione-posude-slika-65390579.jpg>

[31] <https://www.centrometal.hr/portfolio/esbe-ltc-261-271-cra111-121/#!/details>

[32] https://www.spectrumsolar.eu/shop/724-large_default/cv-laadunit-esbe-ltc-261-65c.jpg

[33] <https://i.ytimg.com/vi/2-M26uyddCl/hqdefault.jpg>

[34]https://www.esbe.eu/hr/en/~/_media/ESBE%20PIM_ESBE%20sync%20BR/images/Products/Rotary%20Valves/png%20400x400%20px/Prod_VRG238_verA_issueA_lr.ashx?mh=205&mw=200

[35]https://www.esbe.eu/hr/en/~/_media/ESBE%20PIM_ESBE%20sync%20BR/images/Products/Rotary%20units/png%20400x400%20px/Prod_VRG232_ARA645_verA_issueA_lr.ashx?mh=205&mw=200

[36]https://www.esbe.eu/hr/en/~/_media/ESBE%20PIM_ESBE%20sync%20BR/images/Flow%20drawings/png%20400x400%20px/GB/VRG230%20diverting_GB_A-01.ashx?mw=200

[37]https://www.esbe.eu/hr/en/~/_media/ESBE%20PIM_ESBE%20sync%20BR/images/Flow%20drawings/png%20400x400%20px/GB/VRG230%20diverting_GB_A-01.ashx?mw=200

- [38] https://termometal.hr/upload/publish/thumb/bakrene-cijevi_748xr.jpg
- [39] https://www.feroterm.hr/_SHOP/images/products/N12965.jpg?preset=product-fullsize
- [40] https://termometal.hr/upload/catalog/product/3554/grundfos-alpha1_5bc190f667ceb.jpg
- [41] http://www.mikicdoo.hr/modules/mod_vina_carousel_virtuemart/libs/timthumb.php?a=c&q=99&z=0&w=200&h=150&src=http://www.mikicdoo.hr/images/stories/virtuemart/product/kotlovski%20radni%20termostat.jpg
- [42] https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf
- [43] https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf
- [44] https://www.centrometal.hr/wpcontent/uploads/2017/10/Solarni_kolektor_cijevni_cvskc_-680x500.png
- [45] https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf
- [46] https://termometal.hr/upload/catalog/product/3883/cspg-279-he-osnovne-dimenzije-1024x264_5a5bcd8b5f338.jpg
- [47] <https://www.centrometal.hr/wp-content/uploads/2019/03/Cm-SOL.png>
- [48] <https://www.bauhaus.hr/media/catalog/product/cache/1/image/800x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/2/0/20917825.jpg>
- [49] <https://www.ikoma.hr/Content/product/image/m/danfoss-termostatski-set.jpg>
- [50] https://www.ikoma.hr/content/product/image/s/Vaillant-erelax-regulacija-termostat-daljinsko_upravljanje.jpg
- [51] <https://www.centrometal.hr/public/downloads/dodatna-oprema/dodatna-oprema-touch.pdf>
- [52] <https://www.centrometal.hr/public/downloads/dodatna-oprema/dodatna-oprema-touch.pdf>
- [53] <https://www.centrometal.hr/public/downloads/dodatna-oprema/dodatna-oprema-touch.pdf>

[54] <https://www.centrometal.hr/public/downloads/dodatna-oprema/dodatna-oprema-touch.pdf>

[55] <http://www.servis-perkovic.hr/financijska-usporedba-energenata>

[56] https://www.centrometal.hr/public/downloads/katalozi/Katalog_proizvoda.pdf

[57] <https://www.esbe.eu/hr/en>

[58] <https://www.termostroj.com/hr/>