

# UTJECAJ UGRADNJE RAZDJELNIKA TOPLINE NA POTROŠNJU TOPLINSKE ENERGIJE U HRVATSKOJ

---

Ercegović, Mario

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:803318>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu**

**Ekonomski fakultet**

**Specijalistički diplomski stručni studij „Ekonomika energije i okoliša“**

**UTJECAJ UGRADNJE RAZDJELNIKA TOPLINE NA  
POTROŠNJU TOPLINSKE ENERGIJE U HRVATSKOJ**

**Diplomski rad**

**Mario Ercegović**

**Zagreb, rujan, 2020.**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Ekonomski fakultet**

**Specijalistički diplomski stručni studij „Ekonomika energije i okoliša“**

**UTJECAJ UGRADNJE RAZDJELNIKA TOPLINE NA  
POTROŠNJU TOPLINSKE ENERGIJE U HRVATSKOJ  
INFLUENCE OF HEAT COST INSTALLATION ON HEAT  
CONSUMPTION IN CROATIA**

**Diplomski rad**

**Ime studenta: Mario Ercegović**

**JMBAG: 0067463004**

**Mentor: Izv.prof.dr.sc. Tomislav Gelo**

**Zagreb, rujan, 2020.**



## Sažetak

Sektor toplinarstva se u Hrvatskoj počeo razvijati davne 1947. godine, kada je stupila odluka o opskrbi toplinom tvornice Končar. Danas većinu tržišta u sektoru toplinarstva drži HEP Toplinarstvo d.o.o. (90,9%), a slijede Gradska toplana d.o.o., Brod plin d.o.o., Hehnostan d.o.o. i ostali. Većina toplinske energije u Hrvatskoj se isporučuje domaćinstvima (60%), zatim slijedi industrija (22%) te uslužni sektor (18%). Od ukupnog broja domaćinstava u Republici Hrvatskoj, na sustave područnog grijanja priključeno je njih 11 %, koji čini 15 % u ukupnoj potrošnji toplinske energije za potrebe grijanja i pripreme potrošne tople vode (Ministarstvo gospodarstva, 2015). Europska Direktiva 2012/27 / EU o energetske učinkovitosti (EED) je smatrala kako je pojedinačno mjerenje potrošnje topline potencijalni pokretač energetske učinkovitosti te se od 2. prosinca 2016. uvodi pojedinačno mjerenje toplinske energije, koje je obavezno za sve stanare višestambenih zgrada. U radu se analizira utjecaj ugradnje razdjelnika topline na potrošnju toplinske energije u zgradama u gradu Zagrebu u kojima su ugrađeni razdjelnici topline. Prikazuju se koristi i troškove ugradnje razdjelnika u drugim zemljama Europske Unije, kao i zakonska regulativa te specifikacije i vrste razdjelnika topline. U sklopu istraživačkog dijela analizirani su podaci o potrošnji toplinske energije u kvartovima grada Zagreba koje toplinom opskrbljuje HEP Toplinarstvo d.o.o. Rezultati istraživanja upućuju kako se nakon ugradnje razdjelnika topline u višestambene zgrade u gradu Zagrebu, potrošnja toplinske energije smanjila. Postotak uštede toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika se kreće od 16,55% do 25,04%, što predstavlja znatan postotak smanjenja u potrošnji energije i smanjenju zagađenja okoliša. Također u sezoni grijanja, najveća potrošnja se bilježi u najhladnijim mjesecima te unatoč hladnoći s ugradnjom razdjelnika topline, potrošnja se smanjila.

**Ključne riječi:** toplinarstvo, razdjelnici topline, HEP Toplinarstvo, toplinska energija, Direktiva 12/27

## **Summary**

The district heating sector in Croatia began to develop back in 1947, when the decision was made to supply heat to the Končar factory. Today, the majority of the market in the district heating sector is held by HEP Toplinarstvo d.o.o. (90.9%), followed by Gradska toplana d.o.o., Brod plin d.o.o., Hehnostan d.o.o. and others. Most thermal energy in Croatia is supplied to households (60%), followed by industry (22%) and the service sector (18%). Of the total number of households in the Republic of Croatia, 11% are connected to district heating systems, which is 15% of the total heat consumption for heating and domestic hot water (Ministry of Economy, 2015). European Directive 2012/27 / EU on energy efficiency (EED) considered that individual measurement of heat consumption is a potential driver of energy efficiency and from 2 December 2016, individual measurement of thermal energy should be provided. The aim of this paper was to analyze the impact of the installation of heat distributors on the consumption of thermal energy in the Republic of Croatia. The aim is also to show the benefits and costs of installing manifolds in other European Union countries, as well as legal regulations and to show the specifications and types of heat distributors. The results of this research indicate that after the installation of heat distributors in apartment buildings in the city of Zagreb, the consumption of thermal energy decreased. The percentage of thermal energy savings after the installation of the manifold ranges from 16.55% to 25.04%, which represents a significant percentage in energy consumption and reduction of environmental pollution. Also in the heating season, the highest consumption is recorded in the coldest months and despite the cold with the installation of heat distributors, consumption has decreased.

**Keywords:** district heating, heat distributors, HEP Toplinarstvo, thermal energy, Directive 12/27

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i ciljevi rada.....	1
1.2. Struktura rada, metodologija i izvori rada.....	2
2. Sustav toplinarstva u Hrvatskoj .....	3
2.1. Sektor toplinarstva u Hrvatskoj.....	4
2.2. Proizvodnja i potrošnja toplinske energije .....	6
2.3. Kapaciteti za proizvodnju toplinske energije i njihova regionalna distribucija .....	10
2.4. Potrošnja toplinske energije i kategorije potrošača .....	14
3. Razdjelnici topline i njihova važnost i uloga.....	16
3.1. Politika energetske učinkovitosti u Europskoj uniji i Hrvatskoj.....	17
3.2. Razdjelnici topline i mjerila toplinske energije.....	20
3.3. Zakonodavno uređenje .....	26
3.4. Analiza troškova i koristi na primjeru razdjelnika topline i mjerila toplinske energije .....	28
4. Analiza utjecaja ugradnje razdjelnika topline na potrošnju toplinske energije u zgradama.....	33
4.1. Studije slučaja .....	33
4.2. Analiza dobivenih podataka .....	41
4.3. Analiza rezultata.....	43
5. Zaključak.....	52
Literatura.....	54
Knjige i članci .....	54
Zakoni i pravilnici .....	55
Internet izvori .....	56
Popis slika .....	58
Popis tablica .....	59
Popis grafikona .....	60
Prilozi.....	61
Životopis .....	65

# 1. Uvod

Europska unija je prepoznala važnost energetske učinkovitosti za smanjivanje potrošnje energije i smanjivanja emisija stakleničkih plinova a samim time i očuvanja okoliša. Tako je donijela set zakona kojima je uredila energetske učinkovitost. Temelj politike energetske učinkovitosti EU bazira se na Direktivi 2012/27. Republika Hrvatska, kao članica EU dužna je provoditi i u svoje zakone implementirati predviđena zakonska rješenja preuzeta od Europske unije.

Važnost toplinske energije se kao i kod ostalih vrsta energije očituje u visokoj potražnji za energijom koja je vitalan čimbenik razvoja gospodarstva te sastavni dio opskrbe i zadovoljavanja ljudskih potreba. Povijesno gledano, prve oblike toplinske energije je čovjek koristio upotrebljavajući vatru, dok danas ona predstavlja jedan od osnovnih čimbenika za osiguravanje normalnih uvjeta života te očuvanja zdravlja i komfora čovjeka. Toplinska energija se većinom proizvodi na mjestima gdje se i koristi, a koristi se za grijanje prostora i zagrijavanje potrošne tople vode, ali kao i energija koja pokreće tehnološke procese u proizvodnim pogonima

U prošlosti, s naglaskom na 20. stoljeće, nije se toliko vodilo računa o potrošnji neobnovljivih zaliha energenata poput nafte, ulja i zemnog plina što je dovelo do povećavanja njihove cijene i smanjenja resursa. Danas se sve više pažnje obraća na pronalaženje alternativnih izvora energije kao i zaštitu okoliša prilikom proizvodnje toplinske energije jer navedeno predstavlja značajan problem. U skladu s Direktivom 2012/27 Republika Hrvatska 2013.godine donosi Zakon o tržištu toplinske energije te od 2015.godine počinje sa ugradnjom razdjelnika topline u skladu s europskim ali i svjetskim trendovima uštede energije kojima se teži učinkovitijoj potrošnji toplinske energije a samim time i zaštitu okoliša.

## 1.1. Predmet i ciljevi rada

Cilj ovog rada je analiza utjecaja ugradnje razdjelnika topline na potrošnju toplinske energije u Republici Hrvatskoj. Također je cilj prikazati koristi i troškove ugradnje razdjelnika u drugim zemljama Europske unije, kao i zakonske regulative te prikazati specifikacije i vrste razdjelnika topline.



## **1.2. Struktura rada, metodologija i izvori rada**

Izvori podataka su znanstvena literatura koja uključuje knjige, internetske stranice te stručne članke. Statistički podaci dostupni na raznim internetskim stanicama su tablično i grafički prikazani. Također su statistički podaci prikupljeni iz izvješća o potrošnji toplinske energije od HEP Toplinarstva. U izradi rada su se koristile metode dedukcije, indukcije, analize, sinteze, komparacije, interpretacije i sistematizacije podataka iz korištenih izvora literature.

U uvodnom poglavlju definira se cilj istraživanja i metode istraživanja te struktura rada. U drugom poglavlju definira se teorijski okvir sustava toplinarstva u Hrvatskoj, povijesni pregled sustava toplinarstva te statistička analiza glavnih pokazatelja toplinarstva. U trećem poglavlju opisuju se razdjelnici topline i njihova važnost i uloga, kao i zakonodavni okvir ugradnje razdjelnika topline. U četvrtom dijelu se analizira utjecaj ugradnje razdjelnika topline na potrošnju toplinske energije u zgradama u gradu Zagrebu prema podacima HEP Toplinarstva i drugim europskim zemljama. Rad završava zaključkom do kojeg se došlo prilikom istraživanja te popisom korištene literature, tablica, grafikona i slika.

## 2. Sustav toplinarstva u Hrvatskoj

Sektor toplinarstva jedan je od četiri važna energetska sustava u Hrvatskoj uz plinski, naftni i elektroenergetski sektor. Podjela djelatnosti u toplinarstvu je sljedeća (Krklec, 2019):

- Proizvodnja
- Distribucija
- Opskrba
- Kupac.

Djelatnosti toplinarstva obavljaju energetske tvrtke koje moraju imati dozvolu za obavljanje navedenih djelatnosti. Dozvole im izdaje Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) te je potrebno da ispunjavaju uvjete utvrđene Pravilnikom o dozvolama za obavljanje energetskih djelatnosti (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a).

Energetskim djelatnostima: proizvodnjom, distribucijom i opskrbom toplinske energije za tarifne kupce u 2018. godini bavilo se 11 tvrtki u 16 gradova u Republici Hrvatskoj. Najvažniji subjekti toplinarstva su kogeneracijska postrojenja u Zagrebu, Osijeku i Sisku te mini toplane, kućne kotlovnice za pojedina naselja, koji čine ukupnu duljinu od 440 km. Iz postrojenja se vrelvodima distribuiraju energija koja se predaje potrošačima. U 2018.godini u Republici Hrvatskoj isporučeno je oko 2 TWh toplinske energije (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a).

Popis gradova gdje se mogu vidjeti toplinarski sustavi u Hrvatskoj nalazi se ispod na Slici 1

Slika 1. Toplinarski sustavi u Republici Hrvatskoj



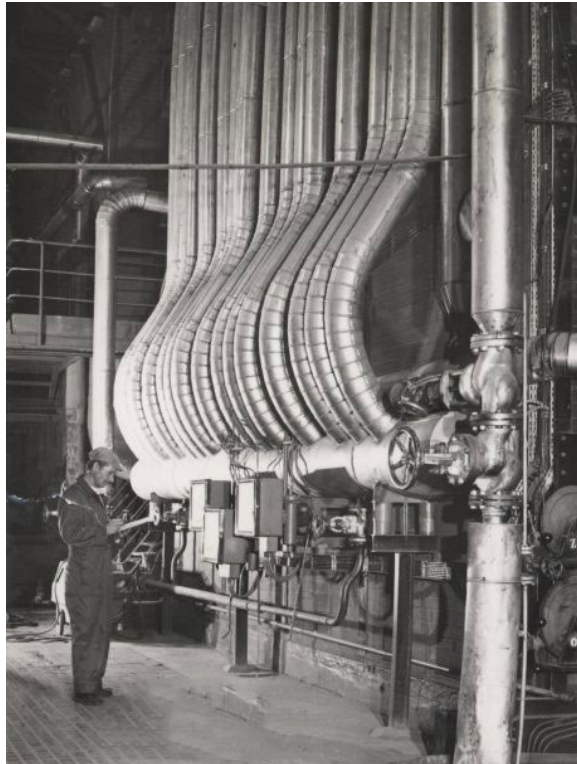
Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a

## 2.1. Sektor toplinarstva u Hrvatskoj

Povijest toplinarstva u Hrvatskoj vuče korijene u daleku 1947.godinu, kada je stupila odluka o opskrbi toplinom tvornice Končar iz električne centrale. Nakon izgradnje vrelovoda za prijenos tople vode iz centrale, 1954. godine je izgrađena i toplinska stanica, te je puštena toplina grijanja u prostore tvornice. Ovaj događaj je značajan za razvoj toplifikacije grada Zagreba, ali i cijele Hrvatske (HEP Toplinarstvo).

Na Slici 2 je prikazan vrelovod za potrebe tvornice Končar iz 1950. godine.

Slika 2. Vrelvod za potrebe tvornice Končar



Izvor: HEP Toplinarstvo d.o.o.

Kao što je navedeno, na slici je prikazan prvi vrelvod iz 1950.godine koji je služio za prijenos tople vode iz centrale za potrebe grijanja u tvornici Končar.

1976. godine izgrađen je i pušten u funkciju spojni parovod DN 400 prema TE-TO Osijek. Ovakvim potezom su se potrošači mogli opskrbljivati toplinskom energijom s dvije lokacije. Sljedeći važan događaj u povijesti toplinarstva u Hrvatskoj je preuzimanje Toplinarstva nad upravljanjem toplinskim stanicama objekata koji su priključeni na centralizirani sustav u gradu Zagrebu od Samoupravne interesne zajednice za stambeno komunalnu oblast (SIZ). Osim ovoga, 1983. godine preuzete su 104 toplinske stanice, 29 kotlovnica i 6,1 km toplovoda. Toplinarstvo širi svoju djelatnost te 1984.godine preuzima postrojenja na područjima gradova Zaprešića i Velike Gorice, a u Osijeku je pušten blok električne snage 45 MW s proizvodnjom vrelve vode i tehnološke pare u spojnom procesu. Sva preuzeta toplinska postrojenja u Zaprešiću, Velikoj Gorici i istočnom dijelu Zagreba su 1985. godine objedinjena u pogon posebne toplane, a 1986. im se pridružuje i grad Samobor (HEP Toplinarstvo).

Temeljem Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o komunalnom gospodarstvu (NN 128/99), od 1999. godine se mjerenje toplinske energije za sve nove kupce koji se priključuju na toplinsku mrežu mora izvesti na način da svaka samostalna uporabna cjelina (stan, poslovni prostor) ima zasebno mjerilo toplinske energije. HEP-Toplinarstvo d.o.o. počinje s ugradnjom pojedinačnih mjerila (kalorimetara) u sve nove objekte. Od 2004. je počela izgradnja individualnih toplinskih podstanica za sve nove objekte koji se priključuju sustavu Toplinarstva (HEP Toplinarstvo). Centralni parovodni i vrelovodni sustavi u Zagrebu i Osijeku rade i danas te imaju najveći udio u tržištu toplinske energije u RH i većina toplinske energije proizvodi se u kogeneracijskim postrojenjima. U ostalim gradovima (Karlovac, Rijeka, Velika Gorica, Slavonski Brod Vukovar, Varaždin, Vinkovci, Zaprešić, Samobor i dr.) razvili su se manji centralni sustavi bez kogeneracije, te zatvoreni i samostalni toplinski sustavi (Mihaljević, 2016). Sektor toplinarstva, u zakonodavnom smislu u Hrvatskoj, uređuju sljedeći zakonski propisi (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a):

- Zakon o energiji („Narodne novine“, brojevi 120/2012, 14/2014, 102/2015 i 68/2018)
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti („Narodne novine“, brojevi 120/2012 i 68/2018)
- Zakon o tržištu toplinske energije („Narodne novine“, brojevi 80/2013, 14/2014, 102/2014, 95/2015 i 76/2018)
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji („Narodne novine“, brojevi 100/2015 i 111/2018)
- Zakon o energetske učinkovitosti („Narodne novine“, brojevi 127/2014 i 116/2018)

Za sektor toplinarstva su zadnji službeni dostupni podaci iz 2018. u izvješću Ministarstva gospodarstva. U izvješću se navodi kako je te godine instalirano 1.800 MW toplinske snage za potrebe sektora toplinarstva te je isporučeno ukupno 1.999.970 MWh toplinske energije krajnjim kupcima. Spomenuta energija transportirana je distribucijskim cjevovodnim sustavima (vrelovodi, toplovodi, parovodi) ukupne duljine 440 km (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018b)

## **2.2. Proizvodnja i potrošnja toplinske energije**

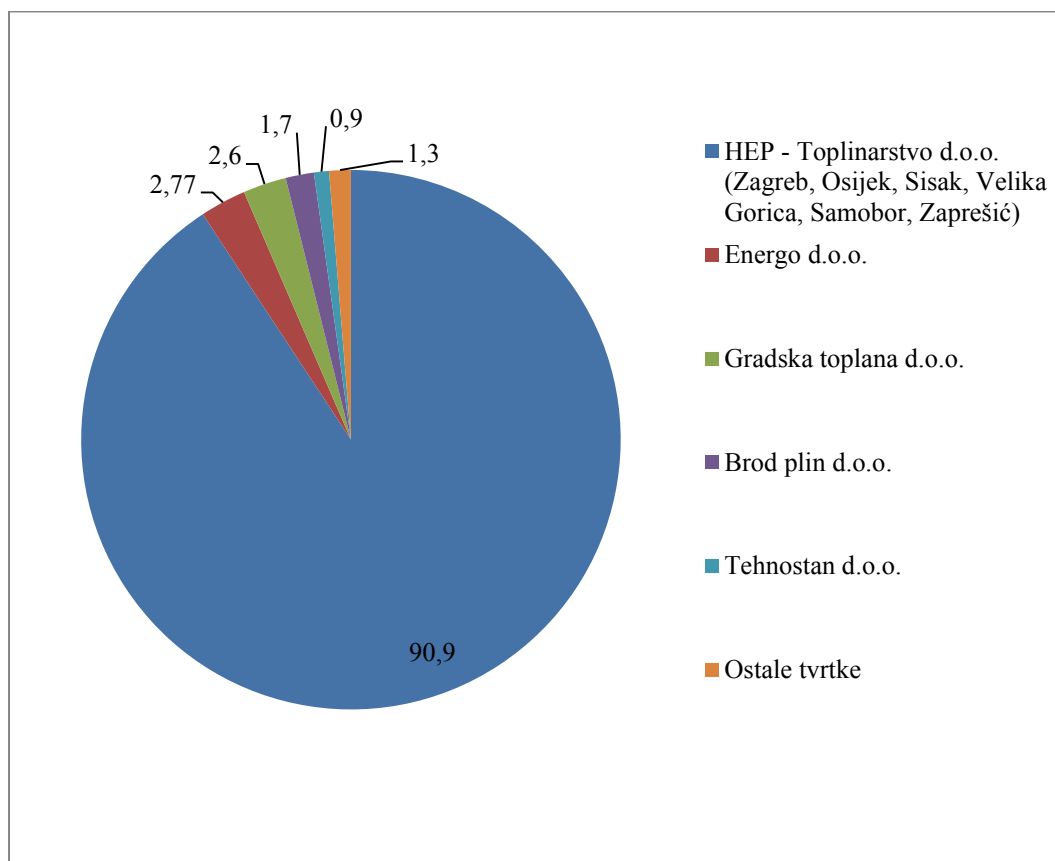
Tržište toplinske energije je određeno njenom proizvodnjom i potrošnjom. Pod proizvođače toplinske energije se podrazumijeva svaka pravna ili fizička osoba koja je od HERA-e dobila dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti proizvodnje toplinske energije, osim ako drugačije nije propisano odredbama zakona (HEP d.o.o.). U izvješću Ministarstva gospodarstva iz 2018. godine stoji kako se u Hrvatskoj djelatnostima toplinske energije bavilo 11 tvrtki, koje su smještene u 16 gradova.

Nadalje, 2018.godine broj kupaca toplinske energije je bio 156 000, gdje najviše kupaca pripada kontinentalnoj Hrvatskoj.

Proizvodnja toplinske energije se odvija u kogeneracijskim postrojenjima u gradovima Zagrebu, Osijeku i Sisku ili u mini toplanama, blokovskim i kućnim kotlovnica za pojedina naselja. Gradovi u kojima se pojavljuje opskrba toplinskom energijom centralnim toplinskim sustavima (CTS), zatvorenim toplinskim sustavima (ZTS) te samostalnim toplinskim sustavima (STS), mogu se navesti: Zagreb, Osijek, Sisak, Samobor, Zaprešić, Velika Gorica, Slavonski Brod, Rijeka, Karlovac, Vinkovci, Virovitica, Ogulin, Vukovar, Varaždin te općina Topusko. Najveći tržišni udio, te udio instaliranih toplinskih kapaciteta se odnosi na HEP Toplinarstvo d.o.o. (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a).

Kao što je navedeno najveći udio u isporučenoj toplinskoj energiji ima HEP-Toplinarstvo, ali osim navedenog toplinarstva postoje i drugi subjekti koji isporučuju toplinsku energiju te iako njihov zajednički udio iznosi samo oko 9% bitno ih je spomenuti. Udio isporučene toplinske energije prema energetskim subjektima u 2018.godini prikazan je na Grafikonu 1.

Grafikon 1. Udjeli (%) isporučene toplinske energije u 2018. godini

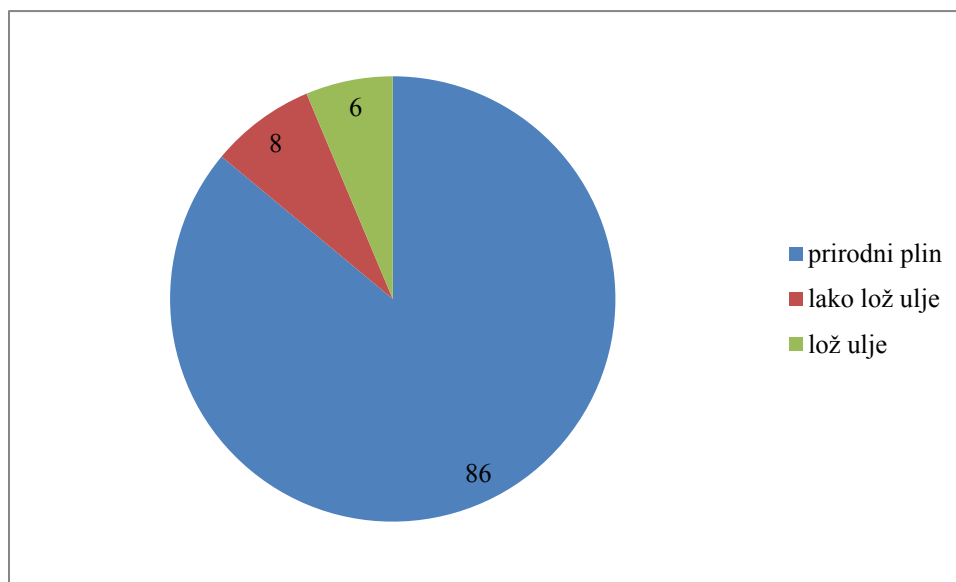


Izvor: izrada autora prema podacima Ministarstva zaštite okoliša i energetike, 2018a

Najveći udio isporučene energije ima lider na tržištu HEP-Toplinarstvo, sa sjedištem u Zagrebu te isporučuje oko 90,9% energije. Ostali energetske subjekti koji se često spominju i prikazani su na gornjem grafikonu jesu: Energo d.o.o., Gradska toplana d.o.o., Brod plin d.o.o., Tehnostan d.o.o. te ostali subjekti. Navedeni subjekti zajedno isporučuju 9,1% energije, a postotci za pojedine subjekte se kreću između 0,9% (Tehnostan d.o.o.) do 2,77% (Energo d.o.o.).

Nadalje, kako bi se što bolje analizirala proizvodnja i potrošnja toplinske energije, važno je prikazati strukturu goriva u proizvodnji toplinske energije u sektoru toplinarstva. Struktura goriva u Hrvatskoj za potrebe sektora toplinarstva je sljedeća: prirodni plin s najvećim udjelom, zatim slijede lako lož ulje i lož ulje (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a). Sve navedeno može se vidjeti grafički na Grafikonu 2.

Grafikon 2. Udio goriva (%) za proizvodnju toplinske energije u sektoru toplinarstva u Republici Hrvatskoj u 2018. godini



Izvor: izrada autora prema podacima Ministarstva zaštite okoliša i energetike, 2018a

Udio goriva za proizvodnju toplinske energije u toplinskim sustavima u 2018. godini, koji ne uključuju toplinsku energiju proizvedenu u kogeneracijskim postrojenjima sastoji se od prirodnog plina sa 86%, lakog lož ulja sa 8% te lož ulja sa 6%.

U Tablici 1 je navedena ukupan broj potrošača te potrošena i isporučena toplinska energija u 2018.godini s obzirom na tvrtku, kao i gradove u kojima ista tvrtka posluje, odnosno proizvodi toplinsku energiju.



Tablica 1. Ukupan broj potrošača i potrošena i isporučena toplinska energija u 2018. godini za glavne distribucijske tvrtke

Tvrtka	Grad	Ukupan broj potrošača	Ukupna isporučena i potrošena toplinska energija (MWh)
HEP Toplinarstvo d.o.o.	Sisak	4.144	77.373
	Osijek	11.756	215.424
	Zagreb	111.507	1.527.151
Brod plin d.o.o.	Slavonski Brod	3.724	31.853
Energo d.o.o.	Rijeka	9.954	53.155
Tehno stan d.o.o.	Vukovar	3.746	17.44
Gradska toplana d.o.o.	Karlovac	7.851	53.453

Izvor: izrada autora prema podacima Ministarstva zaštite okoliša i energetike, 2018a

Radi što bolje analize subjekata u toplinskim sustavima u Tablici 1 je prikazan ukupan broj potrošača te potrošena i isporučena toplinska energija u 2018. godini za glavne distribucijske tvrtke. Ukupna isporučena toplinska energije u 2018. godini je iznosila 1.999.970 MWh na 156.080 potrošača. Iz Tablice 1 je vidljivo kako HEP-Toplinarstvo prednjači u isporuci toplinske energije, kao i u broju potrošača, a najveći broj potrošača čine potrošači u Zagrebu.

Zaključno, broj kupaca toplinske energije se povećava iz godine u godinu zbog razvoja gradova u kojima su smješteni glavni potrošači. Kategorije potrošača i kupaca će biti navedene i analizirane u potpoglavlju 2.4. Ukupno je isporučeno 1.999.970 MWh toplinske energije u Hrvatskoj, a 90,9% otpada na HEP-Toplinarstvo.

### 2.3. Kapaciteti za proizvodnju toplinske energije i njihova regionalna distribucija

Pod pojmom pretvorbe ili transformacije energije se podrazumijeva pretvaranje jednog oblika energije u drugi. Primjeri ovakve pretvorbe energije jesu situacije kada se fosilna goriva, sunčevo zračenje ili nuklearna goriva pretvaraju u tipove energije kao to su toplinska, mehanička ili električna. Na primjer, kod elektrana na ugljen se događaju sljedeće transformacije energije (Energetske transformacije, 2018):

- Kemijska energija u ugljenu pretvara se u toplinsku energiju.
- Toplinska energija se pretvara u kinetičku energiju u obliku pare.
- Kinetička energija se pretvara u mehaničku u turbini.
- Mehanička energija turbine se pretvara u električnu energiju.

Elektrana ili proizvodno postrojenje, industrijsko je postrojenje za proizvodnju električne energije. Elektrane su uglavnom povezane s električnom mrežom. Mnoge elektrane sadrže jedan ili više generatora, rotirajući stroj koji mehaničku snagu pretvara u trofaznu. Relativno gibanje između magnetskog polja i vodiča stvara električnu struju. Izvor energije iskorišten za okretanje generatora jako varira. Većina elektrana na svijetu sagorijeva fosilna goriva poput ugljena, nafte i prirodnog plina kako bi proizvela električnu energiju. Čisti izvori energije uključuju nuklearnu energiju i sve veću upotrebu obnovljivih izvora poput sunca, vjetera, valova, geotermalne energije i hidroelektrana (El-Khattam, Salama, 2004).

Najčešća podjela elektrana je na:

- termoelektrane
- elektrane na obnovljivi izvor

U termoelektranama mehaničku snagu proizvodi toplinski motor koji transformira toplinsku energiju, često izgaranjem goriva, u rotacijsku energiju. Ne može se sva toplinska energija transformirati u mehaničku snagu, prema drugom zakonu termodinamike; dakle, uvijek se toplina gubi u okolišu. Ako se taj gubitak koristi kao korisna toplina, za industrijske procese ili daljinsko grijanje, elektrana se naziva kogeneracijska elektrana ili CHP (kombinirana toplina i energija). U zemljama gdje je daljinsko grijanje uobičajeno, postoje namjenske toplane koje se nazivaju samo kotlovnice. Termoelektrane se dijele na: parne termoelektrane, termoelektrane-toplane, plinske elektrane, dizel elektrane i ostalo (Energetske transformacije, 2018).

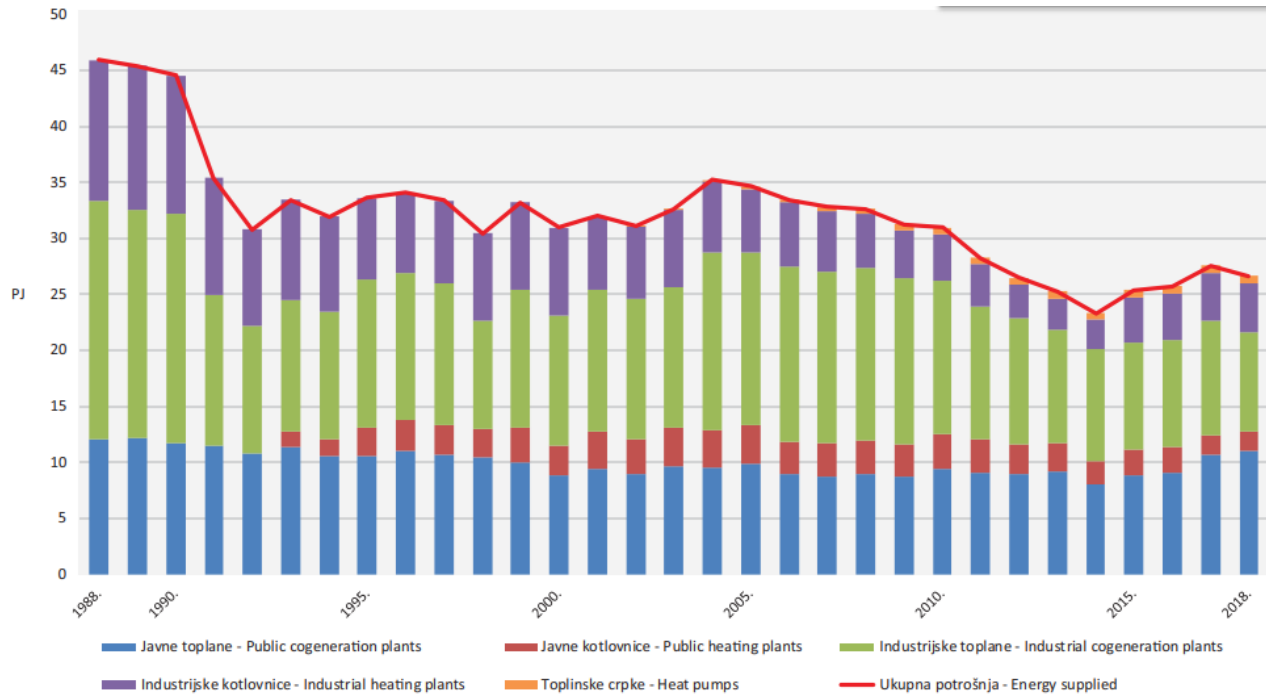
Od značaja za ovaj rad jesu termoelektrane-toplane. One predstavljaju proizvodna postrojenja za toplinsku i električnu energiju. Njihova podjela je sljedeća (HEP Proizvodnja d.o.o.):

- Kogeneracijsko parno postrojenje
- Plinsko-turbinska kogeneracija s kotlom na otpadnu toplinu

- Kombinirano plinsko - parno turbinsko (kombi) postrojenje
- Kogeneracijsko kombinirano plinsko - parno postrojenje

Na Grafikonu 3 prikazana je ukupna proizvodnja toplinske energije u Hrvatskoj od 1988.godine.

Grafikon 3. Ukupna proizvodnja toplinske energije u Hrvatskoj



Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a

Ukupna proizvodnja toplinske energije u Hrvatskoj, kao i sama potrošnja je u značajnom padu nakon 1990-ih godina te je taj trend uz blage oscilacije vidljiv sve do 2015.godine. Najveći pad potrošnje je vidljiv nakon 1990.godine, gdje se bilježi pad od 22%. Nakon toga je potrošnja u prosjeku rasla za 10% od 1992. do 1993.godine, dok je novi pad od 9% zabilježen između 1993. i 1994.godine. Nadalje, potrošnja je rasla od 1995. do 1996.godine za otprilike 3% , nakon čega se bilježi pad od 10% za razdoblje između 1996. i 1998.godine. Između 1998. i 1999.godine vidljiv je rast potrošnje od 6% da bi 2000.godine potrošnja pala za 5,50% . Nakon 2002.godine vidljiv je rast sve do 2005.godine u iznosu od 13%. Nakon toga, može se primijetiti desetogodišnji pad potrošnje u iznosu od 29%. Potrošnja od 2015. do 2018.godine ponovo raste

za 17%, ali je nakon 2017. vidljiv blagi pad potrošnje toplinske energije u iznosu od 3.50%. Bitno je spomenuti kako najveći udio u proizvodnji toplinske energije imaju industrijske i javne toplane dok je manji udio javnih i industrijskih kotlovnica. Od 1990.godine pa do danas vidljiv je trend smanjenja industrijskih toplana pod pretpostavkom da se smanjila proizvodnja i industrijski razvoj pa nema potrebe grijati prazne pogone dok se udio javnih toplana nije bitno izmijenio. Najveći udio proizvodnje toplinske energije u 2018.godini imaju javne toplane.

Djelatnost proizvodnje i distribucije toplinske energije bit će opisana na primjeru HEP Toplinarstva d.o.o., kao najvećeg proizvođača i distributera toplinske energije. S udjelom na tržištu od 90,9%. HEP Toplinarstvo toplinsku energiju proizvodi u 45 zasebnih kotlovnica (posebnih toplana) u gradovima Zaprešiću, Samoboru i Velikoj Gorici ali i u manjem dijelu Zagreba.

Toplinska energija proizvodi se u sljedećim izvorima (HEP Toplinarstvo d.o.o.; Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a):

- u CTS-u grada Zagreba u Termoelektrani-toplani Zagreb (TE-TO Zagreb) i Elektrani-toplani Zagreb (EL-TO Zagreb)
- u CTS-u grada Osijeka u Termoelektrani-toplani Osijek (TE-TO Osijek)
- u CTS-u grada Siska u Termoelektrani-toplani Sisak (TE-TO Sisak)
- Brod plin d.o.o. (Slavonski brod)
- Plin VTC d.o.o. (Virovitica)
- Energo d.o.o. (Rijeka)
- Vartop d.o.o. (Varaždin)
- Komunalac d.o.o. (Požega)
- GTG Vinkovci d.o.o. (Vinkovci)
- Tehnoston d.o.o. (Vukovar)
- Gradska toplana d.o.o. (Karlovac)
- Top-terme d.o.o. (Topusko)
- SKG d.o.o. (Ogulin).

Bitno je napomenuti kako je Hep Toplinarstvo najveći proizvođač i distributer u Hrvatskoj sa 91% dok ostalih 10 tvrtki zajedno čini udio od 9%.

Djelatnost proizvodnje toplinske energije u centralnim toplinskim sustavima gradova Zagreba, Osijeka i Siska se obavlja kao javna usluga, za koju su cijene, odnosno tarifne stavke,

regulirane te ih utvrđuje HERA temeljem Metodologije utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije (HEP Toplinarstvo d.o.o.).

Distribucijska mreža HEP Toplinarstva sastoji se od približno 300 km vrelovodne mreže i 65 km parovodne mreže. Distribucija toplinske energije je regulirana djelatnost za koju cijene, odnosno tarifne stavke, utvrđuje HERA temeljem Metodologije utvrđivanja iznosa tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije (HEP Toplinarstvo d.o.o.).

## 2.4. Potrošnja toplinske energije i kategorije potrošača

Podaci o proizvodnji i potrošnji toplinske energije mogu se naći u energetske bilanci toplinske energije. Prema bilanci, neto potrošnju toplinske energije možemo podijeliti na potrošnju energetike te neposrednu potrošnju. Neposredna potrošnja predstavlja udio potrošnje u industriji te opću potrošnju koja je zbroj potrošnje sektora kućanstva, poljoprivrede i usluga. Dio potrošene toplinske energije odnosi se i na distributivne gubitke zbog dotrajale infrastrukture. U Tablici 2 prikazana je neposredna potrošnja toplinske energije od 2005. do 2018. godine.

Tablica 2. Neposredna potrošnja toplinske energije od 2005. do 2018. godine u PJ

2005. PJ	2007. PJ	2009. PJ	2011. PJ	2013. PJ	2015. PJ	2017. PJ	2018. PJ
23,609	21,653	20,222	20,618	18,619	17,770	18,195	17,770

Izvor: izrada autora prema podacima Ministarstva zaštite okoliša i energetike, 2018a

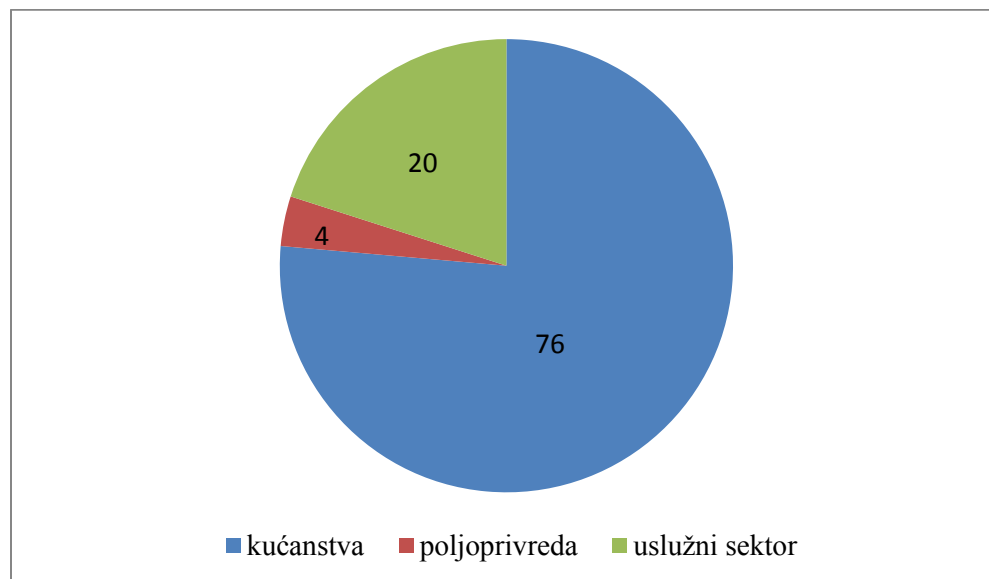
U Tablici 2 može se vidjeti kretanje neposredne potrošnje toplinske energije od 2005.godine pa do 2018.godine. Neposredna potrošnja toplinske energije smanjivala se gotovo cijelo vrijeme kroz godine u promatranom razdoblju uz izuzetak 2017.godine kad se vidi blagi porast. Posebice se vidi veliki pad nakon 2011. godine. Može se zaključiti da je pad u potrošnji u 2018.godini u odnosu na 2005.godinu bio 24,73% dok je u razdoblju od 2005.do 2018.godine vidljiv postotni pad potrošnje u iznosu od 3.90%.

Prema Zakonu o komunalnom gospodarstvu (Narodne novine broj 36/95 i 70/97) kategorije potrošača toplinske energije su:

- vlasnici odnosno korisnici (najmoprimci) stambenih objekata,
- vlasnici odnosno korisnici (zakupoprimci) poslovnog prostora i
- industrijski potrošači, koji se opskrbljuju toplinskom energijom iz toplinskog sustava.

Na sljedećem grafikonu prikazan je broj potrošača toplinske energije prema kategoriji potrošača u 2018. godini.

Grafikon 4. Potrošnja(%) toplinske energije prema kategoriji potrošača u 2018. godini



Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018a

Na Grafikonu 4 se može primijetiti kako su kućanstva najveći potrošač toplinske energije u općoj potrošnji sa 76% udjela potrošnje a zatim slijede sektori poljoprivrede i usluga sa 4% odnosno 20%.

Važno je spomenuti i strukturu cijene koja ovisi o kategoriji potrošnje, točnije da li toplinsku energiju koriste kućanstva ili industrija, o tipu toplinskog sustava (centralni, zatvoreni, samostalni), o distribucijskom području gdje se nalazi distribucijska mreža te o ugovorenom opsegu usluga. Obračun troškova i naknade za isporučenu toplinsku energiju bit će prikazani u analizi podataka dobivenih od Hep Toplinarstva u poglavlju 4.2.

### **3. Razdjelnici topline i njihova važnost i uloga**

Sustav grijanja pruža toplinu cijeloj unutrašnjosti građevine od jedne točke do više soba. U kombinaciji s drugim sustavima kako bi se kontrolirala klima u zgradi, cijeli sustav može biti HVAC (grijanje, ventilacija i klimatizacija) sustav. Sustavi grijanja se dijele na (Energetske transformacije, 2018):

- lokalno grijanje,
- centralno grijanje,
- daljinsko grijanje.

Sustav centralnog grijanja ili sustav daljinskog grijanja sustav je za grijanje, distribuciju i isporuku toplinske energije. Toplinsku energiju mogu koristiti svi potrošači, na primjer u industriji, poslovnim objektima, zgradama i ostalo. Centralni toplinski sustav grijanja nalazi se u jednom ili više proizvodnih sustava te se distribucijom, pomoću nekog ogrjevnog medija prenosi do toplinskih podstanica, kako bi se predala krajnjem kupcu za njegov potrebe. Pored daljinskog grijanja, postoji ista tehnologija za daljinsko hlađenje (Mihaljević, 2016).

Sustav daljinskog grijanja koristi centralno smještene kotlove ili bojlere i cirkulira toplinsku energiju pojedinačnim kupcima cirkulirajući toplu vodu ili paru. Sustav daljinskog grijanja može koristiti izvore topline nepraktične za smještaj u pojedinačne domove, poput teške nafte, nusproizvoda od drveta ili (hipotetski) nuklearne fisije. Distribucijsku mrežu skuplje je graditi nego za grijanje na plin ili električnu energiju, pa se ona nalazi samo u gusto naseljenim područjima ili kompaktnim zajednicama

Ono što je problem kod sustava daljinskog grijanja, jeste sama raspodjela potrošnje, posebno u stambenim zgradama, kao i trošenje nepotrebne energije čime se ispušta više stakleničkih plinova u atmosferu. Raspodjela troškova grijanja prostora prema stvarnoj potrošnji može biti jedno moguće rješenje za uštedu energije, jer su stanovnici motiviraniji za regulaciju temperature zraka u zatvorenom. Uvođenje razdjelnika troškova za toplinu je tehnika kojom se može osigurati da potrošač plaća samo za isporučenu toplinu u vlastitom stanu. Ugradnja razdjelnika povećava motivaciju stanovnika za regulaciju unutarnjih temperatura i na taj način smanjuje potrošnju topline. Ipak, moraju se uzeti u obzir različiti kriteriji kako bi se troškovi topline pravedno raspoređivali u svakom stanu (Ziemele i sur., 2015).

Dostupnost podataka o potrošnji energije u stvarnom vremenu, tipična za „pametno mjerenje“, omogućava korisnicima da identificiraju uzroke bilo kakvog gubitka energije i posljedično usvoje odgovarajuće strategije za poboljšanje energetske učinkovitosti. Moderni uređaji za mjerenje i računanje toplinske energije rijetko su prisutni u starijim zgradama, usprkos tome što potrošnja energije nije zanemariva. Zapravo, starije građevine imaju arhitektonska ograničenja i brojne konfiguracije koje snažno onemogućuju uporabu izravnih brojlara topline, kako s tehničkog, tako i ekonomskog stajališta, a ovo je problem koji je potrebno što prije riješiti (Celenza i sur., 2015).

### **3.1. Politika energetske učinkovitosti u Europskoj uniji i Hrvatskoj**

Energetsku politiku predstavlja niz načela, mjera, ciljeva i zadataka poduzetih u sklopu gospodarske politike, a koji za cilj imaju istraživanje i razvitak, distribuciju i korištenje energije u svrhu podržavanja gospodarskog društvenog razvoja dovoljnim količinama energije, uz što niže cijene (Udovičić, 2004: 16).

Iako je Europska unija niz godina donosila zakone u području energetske politike, koncept uvođenja obvezne i cjelovite energetske politike Europske unije odobren je tek na sastanku neformalnog Europskog vijeća 27. listopada 2005. u Hampton Courtu. Ugovor o EU iz Lisabona iz 2007. pravno uključuje solidarnost u pitanjima opskrbe energijom i promjene energetske politike unutar EU. Prije Lisabonskog ugovora, energetske zakonodavstvo EU-a temeljilo se na ovlastima EU-a na području zajedničkog tržišta i okoliša. Međutim, u praksi mnoge kompetencije u vezi s energijom ostaju na nacionalnoj razini država članica, a napredak u politici na europskoj razini zahtijeva dobrovoljnu suradnju država članica (Braun, 2012).

Važnost energetske politike za Europsku uniju, pa tako i za Hrvatsku se očituje u povećanju dugoročne energetske sigurnosti i stabilnosti, smanjenju energetske ovisnosti zemalja o uvozu energenata posebice iz područja izvan Europske unije. Nadalje, uloga održivog sustava grijanja i hlađenja utječe na mogućnost prebacivanja na obnovljive izvore, kao i na lokalne resurse, a na kraju ono najčešće spominjano na smanjenje troškova potrošnje stanovništva (Krklec, 2019).

Pri planiranju energetske politike, uzimaju se u obzir vanjski i unutarnji utjecaji koji mogu biti političke, tehničke, ekonomske i tehnološke vrste. Njene osnovne odrednice moraju uzeti u obzir dugoročni razvoj energetike zemlje, a sve to u skladu s ciljevima i koncepcijom i društvenog i ekonomskog razvoja. Kako je razvoj energetike u Hrvatskoj vrlo oskudan, odnosno ne postoji



dovoljan broj energetske izvora, jasno je kako se dio energije mora uvoziti, a to dalje nameće bolje i ekonomičnije gospodarenje raspoloživim izvorima energije. U sam program razvoja energetike, važno je uključiti veću efikasnost dostupne energetike te bolju iskoristivost vlastitih resursa. Energetska, kao i svaka druga politika, nužno mora pratiti ciljeve za rast općeg gospodarstva, koje je vezano za zaposlenost, stabilnost cijena, gospodarski rast te platnu bilancu s inozemstvom (Udovičić, 2004: 19).

U skladu s Ugovorom o funkcioniranju Europske Unije (2016/C 202/01) navedeno je pet glavnih ciljeva energetske politike Europske Unije, pa tako i Hrvatske (čl. 149.):

- osiguranje funkcioniranja unutarnjeg energetskeg tržišta i međusobna povezanost energetske mreža
- osiguranje sigurnosti opskrbe energijom u Europskoj uniji
- poticanje energetske učinkovitosti i uštede energije
- dekarbonizacija gospodarstva i prijelaz na niskougljično gospodarstvo u skladu s Pariškim sporazumom
- promicanje razvoja novih i obnovljivih oblika energije, kako bi se ciljevi povezani s klimatskim promjenama bolje uskladili i integrirali u novi model tržišta te
- poticanje istraživanja, inovacija i konkurentnosti

Mjere politike za postizanje navedenih ciljeva su sljedeće (Nacionalni portal energetske učinkovitosti, 2020):

- Reforma sustava razmjene emisija stakleničkih plinova (ETS).
- Uvođenje novih indikatora kompetitivnosti i sigurnosti energetskeg sustava.
- Novi sistem vodstva temeljen na nacionalnim planovima za kompetitivno, sigurno i učinkovito energetske tržište.

Opći okvir energetske politike temelji se na klimatskoj i energetskej politici, što je usvojeno u listopadu 2014., a revidirano u prosincu 2018. od strane Europskog vijeća. Ovaj okvir je ujedno i program s zadanim ciljevima do 2030. godine (Ciucci, 2020):

- smanjenje emisija stakleničkih plinova za najmanje 40 % u usporedbi s razinama iz 1990.
- povećanje udjela obnovljive energije u potrošnji energije na 32 %
- poboljšanje energetske učinkovitosti za 32,5 % i
- međusobna povezanost energetskeg sustava EU-a od barem 15 %.

Nadalje, važno je spomenuti paket „Čista energija za sve Europljane“, koju je donijela komisija u studentom 2016. godine, koji obuhvaća osam zakonodavnih prijedloga, a to su: upravljanje, model tržišta električne energije (Direktiva o električnoj energiji, Uredba o električnoj energiji i Uredba o pripremljenosti za rizike), energetske učinkovitosti, energetske učinkovitosti zgrada, obnovljivu energiju i pravila za Agenciju Europske unije za suradnju energetske regulatora (ACER; Ciucci, 2020). U Odluci (EU) 2019/504 Europskog parlamenta i Vijeća od 19. ožujka 2019. o izmjeni Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti i Uredbe (EU) 2018/1999 o upravljanju energetskom unijom i djelovanjem u području klime, zbog povlačenja Ujedinjene Kraljevine Velike Britanije i Sjeverne Irske iz Unije, osim promjene politike EU-a u području energetske učinkovitosti i upravljanja energetskom unijom, provedene su i tehničke prilagodbe predviđene potrošnje energije za 2030.

Kao što je napomenuto u uvodnom dijelu ovog poglavlja, temelj politike energetske učinkovitosti EU-a je Direktiva 2012/27/EU, čiji je cilj pomoći državama članicama u ostvarenju ciljeva do 2020, a u studentom 2016. Komisija predlaže reviziju Direktive u svrhu poboljšanja energetske učinkovitosti novih zgrada te ubrzanja obnove starih zgrada u svrhu što bolje energetske učinkovitosti istih te iskorištavanja potencijala energetske učinkovitosti u sektoru građevine i zgradarstva. Nastavno, u prosincu 2018. cilj EU-a vezan za energetske učinkovitost je povećan do 2030. U skladu s novom Direktivom o energetske učinkovitosti (Direktiva (EU) 2018/2002) cilj je povećanje energetske učinkovitosti za najmanje 32,5 % u usporedbi s predviđanjima iz 2007. za daljnji razvoj za 2030. godinu. Direktiva je stupila na snagu u prosincu 2018., a države članice morale su je prenijeti u nacionalno zakonodavstvo do 25. lipnja 2020., uz iznimku pravila o mjerenju i obračunu.

Cilj energetske učinkovitosti za Republiku Hrvatsku je povećanje energetske učinkovitosti u 2020. godini 293,04 PJ (7,00 Mtoe). Odgovarajući cilj izražen kao apsolutni iznos primarne energije u 2020. godini je 466,69 PJ (11,15 Mtoe). To znači da se ukupno treba povećati energetske učinkovitost za 22,76 PJ do 2020. godine. Ono što je važno za ostvarenje ciljeva jeste, a ujedno je i obaveza svake države članice, donošenje vlastitog Nacionalnog akcijskog plana energetske učinkovitosti. Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti (NAPEnU) predstavlja sveobuhvatni provedbeni dokument politike energetske učinkovitosti za određeno trogodišnje razdoblje, a ujedno sadrži i izvješće s detaljnim prikazom aktivnosti provedenih u prethodnom trogodišnjem razdoblju (Nacionalni portal energetske učinkovitosti, 2020).

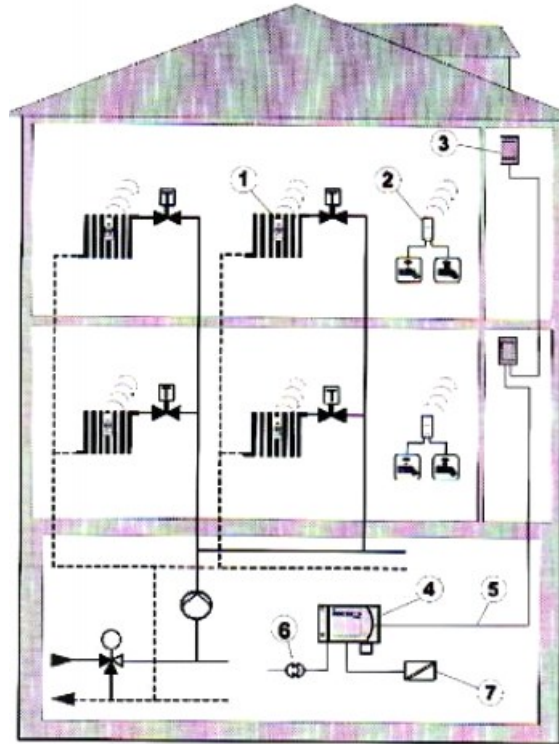
### **3.2. Razdjelnici topline i mjerila toplinske energije**

Toplinska stanica je funkcionalno zaokružena cjelina daljinskog centralnog grijanja namijenjenog za stanove, obiteljske kuće i poslovne prostore te kao takva služi za opskrbu potrošača toplinskom energijom za grijanje stanova ili drugih prostornih cjelina i istovremenu pripremu potrošne tople vode.

Svaki stambeni prostor trebao bi imati toplinsku stanicu koja služi za grijanje i/ili pripremu potrošne tople vode. Unutar toplinske stanice nalazi se mjerilo toplinske energije koje pokazuje koliko se topline potrošilo, a razdjelnici topline služe za raspodjelu troškova u ukupno isporučenoj toplinskoj energiji na zajedničkom mjerilu. Ugrađeni razdjelnici na radijatorima šalju impulse, koje skuplja antena. Antena preko koaksijalnog kabla predaje podatke očitanih impulsa centralnoj jedinici koja se nalazi u toplinskoj stanici. Uz to centralna jedinica prima poslane vrijednosti o potrošnji toplinske energije s zajedničkog mjerila u toplinskoj stanici, preko impulsnog adaptera. Na temelju podataka koje ima centralna jedinica vrši se obračun te se ispostavljaju računi potrošačima.

Na Slici 3 je prikazan sustav grijanja u stambenom objektu.

Slika 3. Blok shema ugrađenog sustava grijanja



Legenda: 1-elektronski razdjelnik topline; 2-impulsni adapter; 3-antena; 4-centralna jedinica; 5-koaksijalni kabel

Izvor: HEP-TOPLINARSTVO d.o.o. Pogon toplinske mreže

Broj 1 na slici označava razdjelnik topline koji je opisan u sljedećem paragrafu. Nadalje, pod pozicijom 2 se nalaze impulsni adapteri čija je funkcija pretvaranje impulsnog u radio signal. Pod pozicijom 3 se nalaze antene, koje prikupljaju impulsne signale koje su vezane kabelskom vezom s centralnom jedinicom u toplinskoj stanici i kojoj šalju impulse. Na poziciji 4 se nalazi centralna jedinica koja je „mozak“ čitavog sustava grijanja.

Razdjelnik topline se montira na radijator. Vrijednosti koje razdjelnik odašilje su zapravo impulsi koji predstavljaju razliku temperature na radijatoru i temperature u prostoriji. Važno je napomenuti da se kod ugradnje razdjelnika mora voditi briga da se unesu točni podaci i parametri samog radijatora. Razdjelnici su mali uređaji koji ne zauzimaju puno mjesta i koji putem antene šalju centralnoj jedinici telegrame svaka 4 sata. Ukoliko centralna jedinica ne primi podatke razdjelnik je neispravan te ga se treba zamijeniti.

Kako bi se što bolje objasnio jedan električni razdjelnik topline, isti je prikazan na Slici 4.

Slika 4. Primjer jednog elektroničkog razdjelnika topline

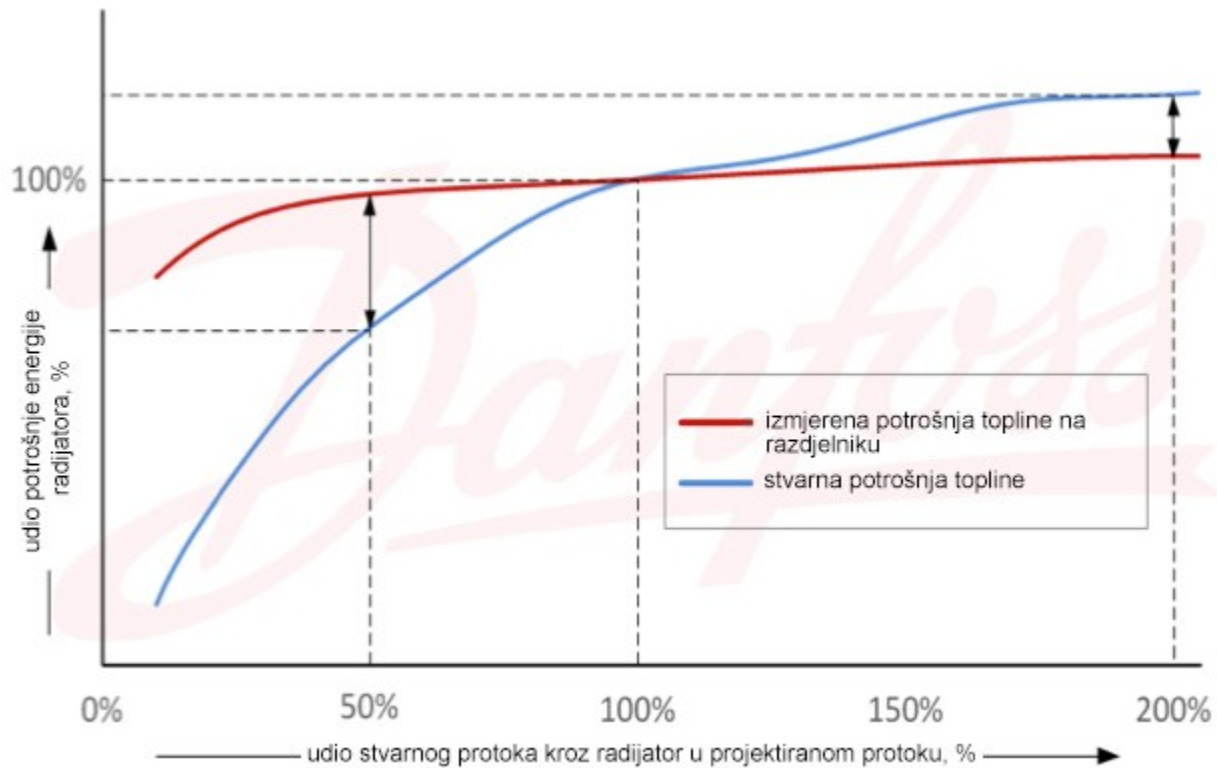


Izvor: Razdjelnici topline

Zakonom je određeno postavljanje razdjelnika topline na 75% visine radijatora te samim time razdjelnici mogu uslijed neipsravno uravnoteženog radijatora pokazivati krive vrijednosti. Danfoss je tvrtka koja je usko vezana za sustave grijanja. Proveli su zanimljivu studiju u kojoj su istraživali koliko može odstupati stvarna potrošnja od očitane potrošnje preko razdjelnika. Istraživanje je provedeno na radijatoru sa 200% protoka, na radijatoru s 50% protoka te na radijatoru s 100% protoka. Bitno je napomenuti da su prva dva radijatora hidraulički neuravnotežena dok je radijator sa 100% protoka hidraulički uravnotežen, točnije prikazuje stvarno stanje. Rezultati istraživanja su pokazali da je kod radijatora s 50% protoka razdjelnik izmjerio oko 40% više potrošene energije u odnosu na stvarno stanje, dok je kod radijatora s 200% protoka izmjerena potrošnja energije bila 10% manja.

Rezultati su prikazani na Grafikonu 5

Grafikon 5. Izmjerena i stvarna potrošnja topline nakon ugradnje razdjelnika



Izvor: Energetika.net

Grafion 5 prikazuje kolika razlika može nastati prilikom postavljanja razdjelnika topline na određeno mjesto na radijatoru te jasno predočava razlike u izmjerenoj i stvarnoj potrošnji toplinske energije. Zaključak koji se može isčitati iz grafikona je da je razlika stvarne potrošnje i one koje mjeri razdjelnik veća, što je veća razlika potrebnog i ostvarenog protoka na radijatoru.

Uz razdjelnik bitno je napomenuti i termostatski ventil, drugi dio minimalnog seta opreme koji se zahtijeva kod ugradnje koji omogućava korisniku namještanje željene topline unutar prostorije. Najčešće se može podesiti na razine od 0 kada se zatvara dovod topline do 5 koja predstavlja maksimalnu količinu isporučene topline. Za razliku od starog sistema obračuna grijanja po površini gdje su radijatori grijali na maksimumu termostatski ventil omogućava regulaciju a samim time i uštedu energije na temelju čega potrošači mogu uštedjeti na računima.

Impulsni adapteri koriste se za povezivanje drugih vrsta brojila na centralni sustav mjerenja i nadzora. Njihova je funkcija pretvaranje impulsa u radio signal. Konkretno, u toplinskoj stanici, impulsni adapter koristi se za povezivanje ultrazvučnog mjerila topline na radio sustav (HEP-TOPLINARSTVO d.o.o. Pogon toplinske mreže).

Antenski sustav jesu međusobno povezane antene koaksijalnim kabelom. Maksimalni broj antena na jednoj centralnoj jedinici je 10. Centralna jedinica je glavni dio u sustavu daljinskog grijanja, čiji je kapacitet 300 mjerila prosječne potrošnje ili više ako je potrošnja manja iz određenih razloga. Očitavanje podataka s centralne jedinice se izvodi na tri načina (HEP-TOPLINARSTVO d.o.o. Pogon toplinske mreže):

- direktno s jedinice pomoću magnetske kartice,
- pomoću servisnog softwarea i prijenosnog računala,
- modemsom vezom pomoću osobnog računala.

Nadalje, u literaturi se spominju tri vrste razdjelnika (Labudović, 2005):

- isparnički razdjelnici topline
- elektronički razdjelnici topline, bez radijske komunikacije
- elektronički razdjelnici topline s radijskom komunikacijom.

Isparnički razdjelnici u sebi sadržavaju tekućinu koja isparava kroz vrijeme. Tekućina se troši kako radijator predaje toplinu u prostoriju. Prednost takvih sustava je niska cijena, a nedostatak je to što se mogu očitavati jedino vizualno te je potrebna zamjena kada tekućina ispari. Danas se takva vrsta razdjelnika ne koristi. Primjer takvog razdjelnika može se vidjeti ispod na Slici 5

Slika 5. Isparnički razdjelnik topline



Izvor: Dubravec, 2015

Elektronički razdjelnici bez radijske komunikacije su elektronički elementi koji rade na baterije. Prednost im je jednostavnost i cijena, a nedostatak kao kod isparničkih razdjelnika a to je nemogućnost daljinskog očitavanja.

Elektronički razdjelnici s radijskom komunikacijom su u principu isti kao i bez radijske komunikacije osim što se mogu očitavati na daljinu što predstavlja lakše i jednostavnije očitavanje impulsa. Nedostatak ovakve vrste razdjelnika je njihova viša cijena.

Razdjelnici su pogodni uređaji za starije zgrade gdje je tehnički i ekonomski neučinkovito a katkad i nemoguće ugraditi direktna mjerila topline zbog vertikalnih instalacija zgrada. Novije zgrade su građene na način da su im instalacije postavljene horizontalno te imaju mogućnost ugradnje direktnih mjerila topline. Kod horizontalnih instalacija postoji mogućnost izvođenja instalacije grijanja tako da svaki stan ima vlastiti priključak pa postoji mogućnost mjerenja utrošene toplinske energije pomoću mjerila toplinske energije za svaki stan zasebno. Takav način mjerenja je najpošteniji i najtočniji te kod korisnika ne ostavlja sumnju nego svako plaća koliko je potrošio.

U Hrvatskoj mali broj tvrtki ugrađuje razdjelnike, što u startu povećava njihovu cijenu. Tvrtke u Hrvatskoj većinom ugrađuju inozemne razdjelnike, koji zadovoljavaju standarde definirane u Pravilniku o načinu raspodjele i obračuna troškova za isporučenu toplinsku energiju (NN, 99/2014, 27/2015, 124/2015). Kako je ugradnja razdjelnika jednokratno skupa, iako dugoročno donosi uštede potrošačima, u sljedećoj tablici su navedene cijene najvažnijih elemenata pri ugradnji istih (Horvat i sur., 2007).



Slika 6. Jedinične cijene različitih poduzeća za ugradnju razdjelnika, ventila i druge opreme

Naziv opreme	Jed. mjere	Poduzeće A		Poduzeće B		Poduzeće C		Poduzeće D		Srednja vrijednost ponude 4 ponude	
		HRK	S PDV	Bez PDV	S PDV	Bez PDV	S PDV	Bez PDV	S PDV	Bez PDV	S PDV
Elektronski razdjelnik	Kom.	225	281	215	269	247	309	240	300	232	290
Termostatski ventil s termostatskom glavom	Kom.	155	194	232	291	145	181	230	288	191	238
Sustav daljinskog očitavanja (za cijelu zgradu)	Zgrada	37.000	46.250								
Sustav daljinskog očitavanja (do 40 korisnika)	40 korisnika							10.600	13.250		
Elektronska pumpa, s elaboratom i montažom	Kom	12.830	16.038	10.350	12.938	11.600	14.500	13.920	17.400	12.175	15.219
Automatski balans ventili po krugu vertikalne	Krug vertikalne	1.856	2.320	1.870	2.338	2.100	2.625	2.062	2.578	1.972	2.465
Uređaj za regulaciju polazne temperature u vertikalne centralnog grijanja zgrade	Kom.	5.697	7.121								
Montaža uređaja za regulaciju polazne temperature	Kom.	2.500	3.125								
Izrada tehničke dokumentacije/elaborata za zgradu	Kom.	6.100	7.625								
Elaborat o balansiranju	Zgrada					7.800	9.750				
Ispiranje radijatora do 30kg	Po radijatoru							150	188		

Izvor: Horvat i sur., 2007

Iako se prema slici 6 cijene ugradnje sustava mjerenja prema stvarnoj potrošnji mogu činiti visoke, nakon godinu dana, kada se predviđa isplata uloženog korisnik bi trebao postati zadovoljan. Nadalje, kako je u prethodnom odjeljku navedeno, u Hrvatskoj mali broj tvrtki ugrađuje ovakve sustave te potražnja i ponuda diktiraju cijene. Bitno je napomenuti kako razdjelnik i termostatski ventil predstavljaju minimalan set opreme dok ostatak elemenata iz Slike 6 predstavlja maksimalan set opreme koji je znatno skuplji ali omogućava ispravan rad cjelokupne opreme.

### 3.3. Zakonodavno uređenje

Kao što je napomenuto prije u Hrvatskoj je sektor toplinske energije uređen „Zakonom o energiji“, „Zakonom o regulaciji energetske djelatnosti“, „Zakonom o tržištu toplinske energije“, „Zakonom o energetske učinkovitosti“, „Zakonom o obnovljivim izvorima energije i

visokoučinkovitoj kogeneraciji“. Značajne novosti u sektoru toplinske energije pojavljuju se 2013.godine u sklopu „Zakona o tržištu toplinske energije“ kojim se stvaraju uvjeti za razvoj tržišta, konkurentnost cijena, zaštitu kupaca te održivost okoliša.

Prema Direktivi (EU) 2018/2002 Europskog Parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o izmjeni Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti bi se do 25. listopada 2020. svi ugrađeni razdjelnici troškova grijanja trebali moći očitavati na daljinu. Države članice slobodne su odlučiti hoće li se tehnologije za očitavanje u prolasku smatrati očitanjem na daljinu. Uređaji koji se mogu očitati na daljinu ne zahtijevaju pristup pojedinačnim stanovima ili jedinicama kako bi se očitali.

Nadalje, u članku 9.b. navedene Direktive stoji sljedeće:

- U višestambenim ili višenamjenskim zgradama s centralnim izvorom grijanja, postavljaju se pojedinačna brojila radi mjerenja potrošnje toplinske energije, energije za hlađenje ili tople vode u kućanstvu u svakoj jedinici ako je to tehnički izvedivo i troškovno učinkovito u smislu razmjernosti u odnosu na potencijalne uštede energije.
- Ako uporaba pojedinačnih brojila nije ekonomski i tehnički izvediva, u svakoj jedinici se upotrebljavaju pojedinačni razdjelnici troškova grijanja, osim ako je i to neučinkovito te se tada razmatraju alternativne mjere i postupci.
- U novim zgradama s centralnim izvorom grijanja postavljaju se pojedinačna brojila za toplu vodu.
- Važno je da država članica ima javno dostupna pravila za raspodjelu troškova potrošnje grijanja, hlađenja i tople vode u kućanstvu, kako bi osigurale transparentnost i točnost izračunavanja individualne potrošnje.

Nadalje, u članku 9.c. Direktive stoji kako se brojila i razdjelnici troškova grijanja, koji se ne mogu očitati na daljinu, ali su već postavljeni, moraju naknadno prilagoditi tako da se mogu očitati na daljinu ili zamijeniti uređajima koji se mogu očitati na daljinu do 1. siječnja 2027., osim ako dotična država članica dokaže da to nije troškovno učinkovito.

Način ugradnje uređaja za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije, uređaja za regulaciju i mjerenje potrošnje toplinske energije u objektima izgrađenim prije stupanja na snagu Zakona o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (Narodne Novine broj. 42/2005), propisan je Pravilnikom o načinu raspodjele i obračuna troškova za isporučenu toplinsku energiju (Narodne Novine broj. 139/2008). Istim pravilnikom propisani su i modeli raspodjele i obračuna troškova za isporučenu toplinsku energiju na zajedničkom mjerilu toplinske energije.

### **3.4. Analiza troškova i koristi na primjeru razdjelnika topline i mjerila toplinske energije**

Kako bi se što jasnije objasnio primjer analize koristi i troškova ugradnje razdjelnika topline, u ovom dijelu diplomskog rada će biti prikazane analize radova u zemljama koje su slične Hrvatskoj, a već su uvele razdjelnike i napravile opsežne analize. Tako će u prvom dijelu poglavlja biti prikazan primjer iz Italije, a nakon navedenog primjera i primjeri ostalih zemalja.

Prema Europskoj Direktivi 2012/27/EU o energetske učinkovitosti (EED) u Italiji zahtjeve ispunjava gotovo 5,5 milijuna stanova, a samo je 2% od ukupnog broja već opremljeno opremom za zasebno obračunavanje troškova ili neizravnom raspodjelom troškova topline (Felsmann i sur., 2015).

S obzirom na tip gradnje zgrada u Italiji, instalacija izravnih mjerila nije svugdje moguća te je poprilično skupa ili tehnički neizvediva. Kada je ugradnja izravnih mjerila nemoguća, ugrađuju se neizravni sustavi točnije razdjelnici. Kao što je već spomenuto u radu razdjelnici nisu mjerači količine potrošene toplinske energije već daju veličinu bez ikakvih fizičkih jedinica koja predstavlja udio potrošene toplinske energije stana u zajedničkoj potrošnji. Takav način mjerenja potiče stanare na učinkovitije korištenje toplinske energije a samim time i potencijalno jeftinije račune za grijanje.

Zemlje Europske unije razlikuju se prema implementaciji direktive za energetske učinkovitost EU2012/27. Direktiva nalaže svim višestambenim zgradama ukoliko je moguće ugradnju izravnih ili neizravnih mjerača topline. Npr gotovo većina zgrada u Njemačkoj i Austriji su obvezne uvesti izravne(heat meters-HM) ili neizravne sustave za mjerenje(heat cost allocators-HCA). U drugim zemljama, poput Velike Britanije, za svaku zgradu se vrši procjena isplativosti nakon koje se vidi da li je troškovno učinkovita ugradnja takvih sustava. U zemljama poput Francuske i Švedske, obveza o ugradnji takvih sustava računanja potrošnje topline prilično je ograničena, jer je njihova ekonomska učinkovitost nezadovoljavajuća.

Zgrade u Europskoj uniji možemo prikazati kao:

- Održive zgrade čija je izvedivost zadovoljavajuća
- Izuzete zgrade čija će izvedivost najvjerojatnije biti nezadovoljavajuća
- Kategorija zgrada koje ne pripadaju među prve dvije te koje moraju provesti individualnu procjenu izvedivosti

Procjena ekonomske učinkovitosti razdjelnika toplinske energije zahtijevaju dubinsku procjenu povezanih kapitalnih i tekućih troškova te očekivane koristi u energetske smislu uštede potencijalno ostvarive od ugradnje sustava za mjerenje i podmjerenje. U Tablici 3 se prikazuju tekući troškovi izravnih sustava s razdjelnicima (HM) i neizravnih sustava (HCA) te potrebnih termostatskih ventila dostupnih na tržištu u Njemačkoj i Ujedinjenom Kraljevstvu. Dostupni troškovi njemačkog tržišta ne uključuju troškove za termostatske ventile, dok su za britansko tržište takve informacije dostupne (Celenza i sur., 2016).

Tablica 3. Jednokratni i tekući troškovi različitih izravnih HM i neizravnih HCA sustava mjerenja toplinske energije u Njemačkoj i Velikoj Britaniji

Opis	Jednokratni trošak			Tekući trošak		
	Cijena po elementu (euri)	Cijena po stanu (euri)	Cijena po zgradi (euri)	Cijena po radijatoru (euri)	Cijena po stanu (euri)	Cijena po zgradi (euri)
Njemačka						
HM	/	314.00	21.00	/	23.80	67.50
HCA	39.00	/	126.00	5.20	/	75.10
UK						
HM	/	257.83	/	/	/	/
Instalacija HM	/	77.35	837.95	/	90.24	/
HCA	51.57	/	837.95	/	90.24	/
Termostatski ventil	64.46	/	/	/	/	/

Izvor: Celenza i sur., 2016

Iz Tablice 3 mogu se vidjeti jednokratni i tekući troškovi izravnih i neizravnih sustava za ugradnju u Njemačkoj i Velikoj Britaniji. Jednokratni troškovi predstavljaju troškove samih uređaja i ugradnje dok tekući troškovi predstavljaju održavanje i očitavanje istih. Jednokratni troškovi ugradnje izravnih i neizravnih mjerača topline za cijelu zgradu su jeftiniji na njemačkom tržištu nego na britanskom tržištu uz napomenu kako nije prikazana cijena same

instalacije dok se kod tekućih troškova može primijetiti izostanak cijene za cijelu zgradu za britansko tržište.

Europska norma EN 15459 (CEN, 2007b) izričito je citirana u Vodiču EU o EED i u članku 9., kao primjenjiva metodologija za ekonomsko ocjenjivanje učinkovitosti pojedinih mjernih i podmjernih sustava u zgradama. U stvari, gore spomenuti standard se može koristiti čak i djelomično za procjenu ekonomske izvedivosti izbora uštede energije u zgradama i za usporedbu različitih mogućnosti uštede energije u zgradama (tj. vrsta sustava, vrsta goriva). EN 15459 (CEN, 2007b) pribjegava sljedećim parametrima (Celenza i sur., 2016):

- realna kamatna stopa  $R_R$ , tj. tržišna kamatna stopa nadoknađena sa stopom inflacije  $R_i$ ,
- diskontna stopa  $R_d(p)$
- faktor sadašnje vrijednosti  $f_{pv}(n)$  - to je multiplikativni koeficijent troškova/prihoda kako bi se dobila odgovarajuća vrijednost na koju se poziva početna godina.

Gore opisani parametri izračunavaju se pomoću sljedećih jednadžbi:

$$R_R = \frac{R - R_i}{d1 + R_i/100}$$

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + R_i/100} \right) p$$

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - \left(1 + \frac{R_R}{100}\right)^{-n}}{R_R/100}$$

Ekonomska učinkovitost investicije može biti procijenjena iz izračuna globalnog troška investicije  $C_G(\tau)$ , koji odgovara obračunskom razdoblju  $\tau$  ili kao alternativa iz procjene godišnjeg troška (Celenza i sur., 2016):

$$C_G(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^r (C_{a,i}(j) * R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

$$a(n) = \frac{1}{f_{pv}(n)}$$

$R_i$  je godišnja stopa inflacije (koja može ovisiti o  $i$ -th);  $p$  je broj godina;  $\tau$  je obračunsko razdoblje u godini;  $C_i$  je početni trošak ulaganja;  $C_{a, i}(j)$  su godišnji troškovi za komponente ili  $j$ -th sustava  $i$ -th (nominalna vrijednost), uključujući troškove upravljanja i troškove zamjene;  $R_d(i)$  je diskontna stopa za prvu godinu;  $V_{f, \tau}(j)$  je konačna vrijednost  $j$ -th komponente ili sustava  $j$ -th na kraju obračunskog razdoblja  $\tau$ .

U nastavku je analiza osjetljivosti i isplativosti sustava (HM i HCA) za mjerenje i podmjerenje toplinske energije, uzimajući u obzir jednokratne izdatke (CAPEX) i troškove poslovanja (OPEX) za UK tržište. U takvoj analizi uvrštene su sljedeće pretpostavke:

- Stan je prosječne veličine 80 m<sup>2</sup>;
- Srednji broj radijatora za svaki stan NCS = 5;
- Razdoblje izračuna  $\tau = 10$  godina;
- Očekivana korist EB u rasponu je od 10-40% troškova energije;
- Realna kamatna stopa (uključena stopa inflacije)  $R_R = 4\%$ ;
- Stopa energije  $T_e$  (€ / kWh) grijanja, dobivenog iz plinske srednje vrijednostistopa  $T_{gas} = 0,80$  € / Sm<sup>3</sup> i s obzirom na konvencionalnu bruto toplinska vrijednost prirodnog plina GHV = 38,52 MJ / Sm<sup>3</sup>.

Rezultat analize isplativosti ugradnje razdjelnika topline u UK s obzirom na gore navedene pretpostavke prikazan je u Tablici 4

Tablica 4. Analiza isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Ujedinjenom Kraljevstvu

Sustav	CAPEX (jednokratni trošak)	OPEX (troškovi poslovanja)
HM individualni	€8,920.97	€1,082.89
HCA	€7,992.78	€1,082.89

Izvor: Celenza i sur., 2016

Iz Tablice 4 može se zaključiti kako su veći jednokratni troškovi ugradnje izravnih mjerača topline od neizravnih mjerača u UK dok su troškovi poslovanja jednaki. S obzirom da izravni mjerači mjere stvarnu potrošnju stambene jedinice razlika u cijeni ugradnje i nije tako velika ukoliko je naravno izvediva. Nažalost starije zgrade nisu u mogućnosti troškovno učinkovito ugraditi ovakve sustave pa im je jedini izbor neizravni sustav mjerenja.

Nadalje, prema Horvatu i suradnicima (2017) parametri koji utječu na račun isplativosti ugradnje razdjelnika su sljedeći:

- Površina stana ili zgrade te broj radijatora, kako bi se odredili ukupni troškovi ugradnje opreme za mjerenje toplinske energije;
- Potrošnja toplinske energije prije i nakon ugradnje razdjelnika
- Lokacija objekta, kako bi se utvrdio varijabilni dio cijene toplinske energije za određivanje uštede u monetarnim terminima.

Izračun ušteda temeljem usporedbe potrošene toplinske energije po danom stupnju grijanja prije i nakon uvođenja razdjelnika u Zagrebu je iznosio 25,8%. Temeljem specifične potrošnje po jedinici površine i varijabilnog dijela cijene toplinske energije, uštede (nediskontirane) na godišnjoj razini iznose nešto više od 10 tisuća kuna. Operativni troškovi na godišnjoj razini iznose oko 3,2 tisuće kuna, a od čega se više od 80 % odnosi na troškove očitavanja potrošnje (Horvat i sur., 2017). U nastavku ovoga rada, istraživanje Horvata i suradnika bit će detaljnije analizirano.

## **4. Analiza utjecaja ugradnje razdjelnika topline na potrošnju toplinske energije u zgradama**

U prethodnom poglavlju analizirane su prednosti i mane ugradnje razdjelnika te utjecaj ugradnje na smanjenje potrošnje. U Europskoj uniji nema zabilježenih istraživanja koja obuhvaćaju i utjecaj socio-demografskih varijabli i promjene ponašanja stanovnika u zgradama na smanjenje potrošnje energije te je ovo vrlo zanimljivo i potrebno istraživanje. Nažalost istraživanje bi iziskivalo veliku količinu novca i vremena, odnosno longitudinalno promatranje.

Više od 150 000 kućanstava u Hrvatskoj ima centralni sustav grijanja s grijanom vodom. Većina potrošača toplinske energije priključena je na jedan uobičajeni mjerač topline koji se nalazi u podnožju zgrade. Ovakve zgrade su sagrađene prije 2001. te su se u njima nalazili cjevovodi koji nisu predviđali pojedinačno mjerenje toplinske energije za svaki stan (Hatzivelkos, 2014). Od 2016. prema Direktivi EU-a se u zgrade uvode razdjelnici topline, iako i danas postoje zgrade u kojima razdjelnici topline nisu funkcionalni, iako su ugrađeni. Primjer takvih zgrada se nalazi u kvartu Srednjaci te pojedine zgrade u naselju Prečko u Zagrebu.

### **4.1. Studije slučaja**

Radi što boljeg razumijevanja funkcije razdjelnika topline, kao i samih financijskih ušteda, a i ušteda toplinske energije nakon ugradnje, prikazane su značajne studije slučaja iz svijeta.

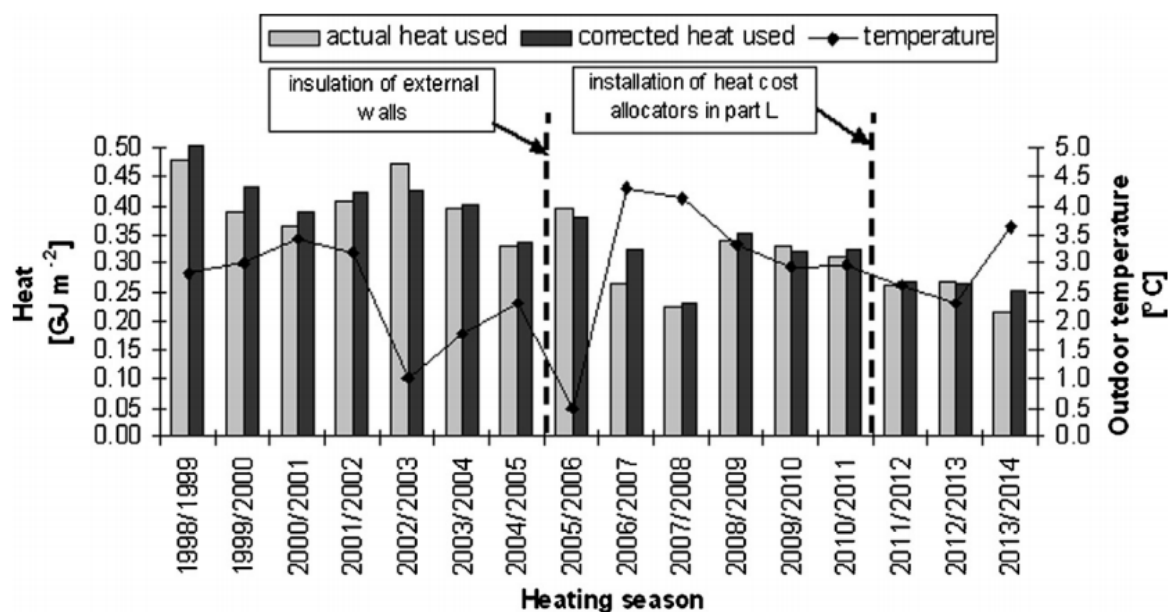
Cholewa i Siuta-Olcha (2015) su proveli longitudinalno istraživanje u zgradi u Poljskoj, u razdoblju od 28. prosinca 1997. godine do 22. travnja 2014. godine (17 sezona grijanja). Zgrada je smještena u gradu na istoku Poljske s prosječnom godišnjom temperaturom od 7,6 °C i sezonom grijanja od 222 dana godišnje. Za analizirano vremensko razdoblje obuhvaćene su sezone grijanja od 197 do 227 dana. Prosječna vanjska temperatura tijekom sezone grijanja kretala se u rasponu od 0,5 do 4,3 °C. Sezona grijanja za analiziranu zgradu je počela između 1. i 5. listopada i završila između 22. i 28. travnja. Analizirana višestambena zgrada s 40 stanova i ukupno grijane tlocrtna površine jednake 2.532 m<sup>2</sup>, izgrađena je 1991. godine. Zgrada je okrenuta prema istoku i zapadu te nema bočnih prozora. Tamo nema prepreka za sunčevo svjetlo za dijelove zgrade koji se tiču sezone grijanja (nema visokih zgrada), samo neka lisnata stabla u blizini zgrada. U zgradi su četiri ulaza s nastavcima za odvajanje stubišta. Na svakom stubištu



ima 10 stanova. Svaki stan ima grijanu podnu površinu koja iznosi 63,3 m<sup>2</sup>. Tijekom analiziranog razdoblja (od 28. prosinca 1997. do 22. travnja 2014.) bili su useljeni svi stanovi u zgradi u sezoni grijanja. Stanovi nikada nisu bili prazni više od 1-2 sata tjedno u sezoni grijanja. Sobna temperatura nije bila niža od 16 °C, što je regulirano ventilima. Za potrebe istraživanja zgrada je podijeljena na lijevi dio (dio L) i desni dio (dio R). To dva su dijela jednaka i svaki ima podnu grijanu površinu jednaku 1.266 m<sup>2</sup>. Obično u većini obiteljskih zgrada postoji samo jedan centralni sustav za sve stanove u zgradi. U takvom slučaju instalacija za centralno grijanje opskrbljuje radijatore koji se nalaze u svakom stanu s toplinom, koju stvara glavni izvor topline za zgradu (na primjer, plinski kotao) ili se opskrbljuje iz mreže daljinskog grijanja. U analiziranoj zgradi su oba dijela (dio L i dio R) imaju neovisne (jednake veličine) instalacije za centralno grijanje, koje omogućuju jasnu usporedbu potrošnje topline oba dijela zgrade. U 1996. godini na radijatore su instalirani razdjelnici topline u dio R zgrade (stubište III i IV), koji je omogućio određivanje troškova grijanja za svaki stan. S druge strane u dio L zgrade (stubište I i II), razdjelnici troškova topline nisu bili instalirani do 2011. godine, a troškovi grijanja su se naplaćivali na temelju kvadratnog metra površine poda (Cholewa, Siuta-Olcha, 2015).

Na Grafikonu 6 prikazana je stvarna ukupna količina korištene topline po kvadratnom metru podne površine za analiziranu zgradu u svakoj sezoni grijanja. Uz to se ukupna potrošnja topline normalizira s obzirom na dane i stupnjeve zagrijavanja (Cholewa, Siuta-Olcha, 2015).

Grafikon 6. Stvarna ukupna količina korištene topline po kvadratnom metru na zgradi u Poljskoj, tijekom 17 sezona grijanja



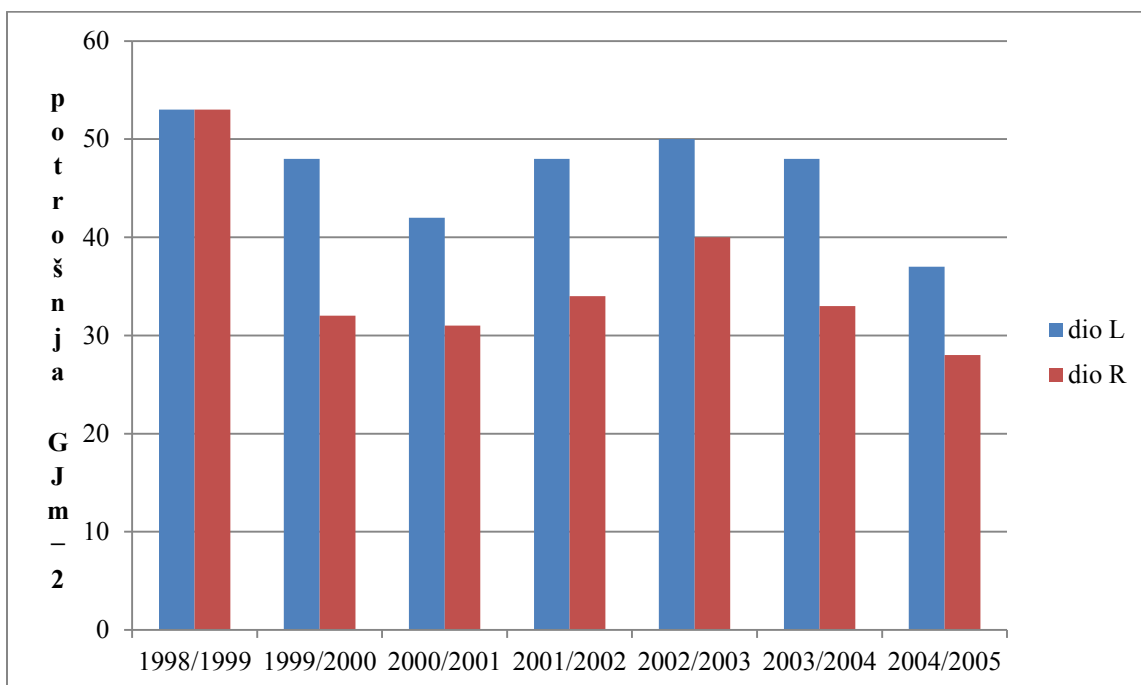
Izvor: Cholewa, Siuta-Olcha, 2015

Prosječna potrošnja topline za ukupnu zgradu (dio L + dio R) za sezone grijanja prije toplinske modernizacije vanjskih zidova (od 1998./1999. do 2004./2005.) bila je jednaka 0,41 i 0,42 GJm<sup>-2</sup> za stvarne vanjske uvjete, odnosno za vremenski normalizirani slučaj. S druge strane, prosječna potrošnja topline za ukupnu zgradu za sezone grijanja nakon toplinske modernizacije vanjskih zidova (od 2005./2006. do 2010./2011.) iznosila je 0,31 i 0,32 GJm<sup>-2</sup> za stvarne vanjske uvjete odnosno za slučaj normaliziran na vremenske prilike.

Toplinska modernizacija vanjskih zidova rezultirala je smanjenjem potrošnje topline za vremenski normalizirane uvjete za oko 22%. To je niža vrijednost od očekivane (30%) iz usporedbi ukupnih toplinskih otpora za analiziranu zgradu, koji su jednaki 0,000230KW<sup>-1</sup> i 0,000333KW<sup>-1</sup>, prije i nakon izolacije vanjskih zidova zgrada. Međutim, smanjenje potrošnje topline za vremenski normalizirane uvjete za oko 22%, zahvaljujući modernizaciji vanjskih zidova, nije toliko visoko u odnosu na razinu uštede energije (18,8%), koja je postignuta u analiziranim zgradama za vremenski normalizirane uvjete zahvaljujući ugradnji razdjelnika troškova topline u dijelu L.

Na Grafikonu 7 mogu se primijetiti razlike u potrošnji između dijelova R i L nakon ugradnje razdjelnika topline. U sezoni grijanja 1999/2000 nakon ugradnje razdjelnika i termostatskih ventila potrošnja topline u dijelu R zgrade bila je oko 18,8% niža od one u dijelu L, u kojoj nije bilo takvih uređaja a naplata se izvršavala prema površini. U sljedećim sezonama grijanja razlike između potrošnje topline u dijelu R i dijelu L je ostala jednaka razlici od 26,6%

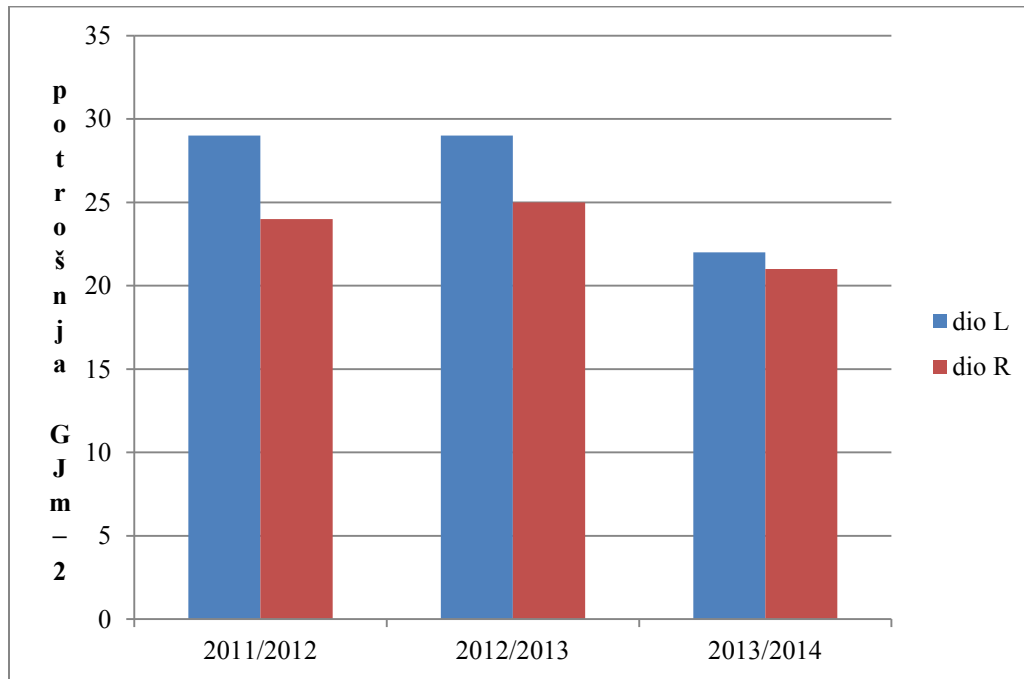
Grafikon 7. Prosječna količina korištene topline, po kvadratnom metru površine poda u oba dijela zgrade tijekom svake sezone grijanja, s ugrađenim razdjelnicima u dijelu R zgrade



Izvor: izrada autora prema Cholewa, Siuta-Olcha, 2015

Sljedeća faza bila je ugradnja razdjelnika u analiziranu zgradu u dio L (stubište I i II) u ljeto 2011.godine. Potrošnja topline u sezonama grijanja nakon instalacije prikazana je na Grafikonu 8. Neposredno nakon ugradnje razdjelnika troška topline u dijelu L zgrade (sezona 2011/2012) pokazalo se smanjenje potrošnje u tom dijelu zgrade naspram potrošnje prije same ugradnje. Razlika između prosjeka potrošnje topline u dijelu L i dijelu R smanjila se na 17,8% nakon ugradnje razdjelnika u L dio zgrade. U sljedeće 2 sezone grijanja te su se vrijednosti razlike dodatno smanjile i dosegle su razinu od 12,6% za sezonu 2012/2013,odnosno 2.6% za sezonu 2013/2014.

Grafikon 8. Prosječna količina korištene topline po kvadratnom metru površine poda u oba dijela zgrade tijekom sezona grijanja, nakon ugradnje razdjelnika u dijelu L zgrade



Izvor: izrada autora prema Cholewa, Siuta-Olcha, 2015

Nadalje, Felsmann i suradnici (2015) su napravili sveobuhvatni pregled literature dostupnih studija, uglavnom iz europskih zemalja na temu naplate na temelju potrošnje i uštede potrošnje, kao rezultat promijenjenog ponašanja potrošača u zgradama, nakon ugradnje razdjelnika topline. U svom radu navode tablicu istraživanja ušteda na osnovu tri razine:

- Opremanje zgrada brojilom, usporedba razdoblja grijanja prije i nakon ugradnje brojila ili računanja potrošnje topline prema stvarnoj potrošnji (A).
- Ispitivanje sličnih zgrada, zgrada sa sličnim karakteristikama, od kojih samo neke imaju razdjelnike topline (B)
- Teorijski pregledi ušteda potrošnje toplinske energije i simulacije zgrada za procjenu potencijala uštede modernih zgrada (C).

U Tablici 5 su navedene zemlje istraživanja ušteda te postotak uštede nakon uvođenja razdjelnika prema Felsmann i suradnicima (2015).

Tablica 5. Postotak uštede nakon uvođenja razdjelnika u zgradama u Europi

Zemlja	Postotak uštede nakon ugradnje razdjelnika na zgradama	Kategorija ispitivanja prema Fresmannu i sur. (2015)
Njemačka	30 – 40%	C
	20%	B
	23%	A
	20%	A
	36%	A
Švicarska	25 – 40%	C
Švedska	10 – 25% (grijanje) 40 – 50% (topla voda)	B
Francuska	19%;20,8%	A
Rusija	23% (grijanje) 55% (topla voda)	A
Austrija	15 – 20%	C
	10 – 30%	C

Izvor: Felsmann i suradnici, 2015

Iz Tablice 5 mogu se vidjeti različiti postoci ušteda prema kategoriji ispitivanja. Uštede se kreću od 10% do 30% zavisno o zemlji.

U Njemačkoj se sada smatra općenito priznatim da se ušteda od oko 20% potrošene energije za grijanje može postići promjenama u ponašanju potrošača nakon uvođenja naplate na temelju potrošnje u usporedbi s paušalnom stopom naplate. Većina navedenih njemačkih studija provedena je ili nekoliko godina prije Uredbe o troškovima grijanja, koja je stupila na snagu u srpnju 1981. ili otprilike u vrijeme kada je regulacija stupila na snagu. Novije publikacije uglavnom navode već poznate rezultate. Razlog tome je sklonost provođenja ove vrste istraživanja u kontekstu izmjena i dopuna zakona (Felsmann i sur., 2015).

Istraživanje provedeno u Berlinu je u uzorku imalo četiri samostojeće kuće i 15 blokova smještaja, od kojih je svaki imao 81 potrošačku jedinicu. Ispitane zgrade sastojale su se od 42,1% stambenih zgrada, 36,9% građevina mješovite namjene i 21% potpuno nestambenih zgrada. Potrošačke jedinice koje se odnose na naplatu bile su opremljene aparatima za raspodjelu troškova, koristeći se principima mjerenja temeljenim na isparavanju. Na kraju studije potrošnja goriva zgrada za razdoblje grijanja 1954/55. uspoređena je s odgovarajućim ranijim podacima, kada je korištena paušalna naplata. Prosječno smanjenje toplinske energije u ovoj studiji je oko 23%. Međutim, ušteda po zgradama je oscilirala s 5,8% na 37,2% (Felsmann i sur., 2015).

Još dalekosežnija studija provedena je između 1974. i 1977. na području Nurnberga, u području s daljinskim grijanjem. U ovom području je opremljeno oko 7200 od 8100 stanova isparnim razdjelnicima topline. Obuhvaćene su tri sezone grijanja, koje su uspoređene s sezonama u zgradama bez razdjelnika. Rezultati pokazuju kako je dodatna potrošnja stanova koji nisu bili opremljeni razdjelnicima topline iznosila između 18 i 26% (Felsmann i sur., 2015).

Još jedna vrijedna studija slučaja je studija Horvata i suradnika (2017) na Ekonomskom institutu u Zagrebu. Cilj njihove studije je bio usporedba ušteda u stanovima, koji su instalirali opremu za mjerenje potrošnje toplinske energije i utvrđivanje jesu li investicije bile troškovno učinkovite. Podatke prikupljene za ovu studiju su uspoređivali s rezultatima Energetskog instituta Hrvoje Požar. Analiza troškova i koristi je obuhvaćala gradove u Hrvatskom sljedećim redom:

- Grad Zagreb,
- Velika Gorica,
- Samobor,
- Zaprešić,
- Osijek,
- Sisak,
- Karlovac,
- Rijeka,
- Slavonski Brod,
- Vukovar i
- Vinkovci.

Na Slici 7 prikazana je tablica s potrošnjom energije gradova u Hrvatskoj te je vidljivo kako se za sve gradove u Hrvatskoj potrošnja toplinske energije smanjila u sezoni 2015/2016 nakon uvođenja razdjelnika, od 19,8% do 33,0%, što su odlični rezultati.

Slika 7. Potrošnja energije za zgrade obuhvaćene većim uzorkom po sezonama grijanja (MWh) u radu Horvata i suradnika (2017)

	2010./2011.	2011./2012.	2012./2013.	2013./2014.	2014./2015.	2015./2016.	XI i XII 2016.	Prosjek 2010./2011. do 2013./2014.	Prosjek 2014./2015. i 2015./2016.	Smanjenje
<b>Ukupno</b>	<b>162.378</b>	<b>164.105</b>	<b>166.318</b>	<b>132.906</b>	<b>128.136</b>	<b>116.166</b>	<b>45.608</b>	<b>156.427</b>	<b>122.151</b>	<b>-21,9</b>
Zagreb	119.759	121.821	117.734	97.927	92.518	82.053	35.332	114.310	87.285	-23,6
Rijeka	6.908	6.033	5.411	3.745	3.774	3.631		5.524	3.703	-33,0
Osijek	9.712	10.154	9.535	8.103	7.561	6.367	2.872	9.376	6.964	-25,7
Karlovac	0	0	8.623	5.495	6.287	6.362				
Sisak	3.982	4.009	3.695	3.092	2.972	2.953	1.239	3.695	2.963	-19,8
Velika Gorica	7.566	7.709	7.423	5.449	5.663	5.304	2.116	7.037	5.484	-22,1
Zaprešić	8.158	8.234	7.948	5.340	5.471	5.648	2.331	7.420	5.560	-25,1
Samobor	6.294	6.146	5.949	3.754	3.889	3.848	1.718	5.536	3.869	-30,1

Izvor: Horvat i sur., 2017

Iz Slike 7 vidi se da je potrošnja toplinske energije u prve tri prikazane sezone rasla, da bi sljedeće 2 sezone ostvarila nagli pad. Pretpostavka takvog pada je slabija zima u kojoj se manje mjeseci grijalo. Nakon ugradnje razdjelnika topline vidi se daljni pad potrošnje.

U svom radu su naveli tablicu ušteda u gradovima u Hrvatskoj, usporedivši ih s već spomenutim modelom ušteda Felsmanna i suradnika (2015) za određene zemlje u Europi. Usporedba je prikazana u sljedećoj tablici.

Tablica 6. Procjena uštede energije u Hrvatskoj prema različitim pristupima i usporedba s drugim zemljama

Grad	Hrvatski uzorak studije Horvata i suradnika (2017)	Hrvatski uzorak Instituta Hrvoje Požar (2016)	Ekonometrijski model	Uzorak Felsmanna i suradnika (2015)	Uštede
Zagreb	25,8	27,8	23,6	Njemačka	13-25
Osijek	29,8	26,3	34,2	Austrija	10-30
Sisak	29,6	14,0	27,7	Danska	15-17
Rijeka	36,2	28,3	30,2	Švedska	10-25
Velika Gorica	26,2	48,0	22,9	Francuska	20
Zaprešić	21,5	21,3	35,4	Rusija	23
Samobor	30,4	82,0	34,5	Poljska	8-33
Karlovac	21,2	/	21,0		

Izvor: Horvat i sur., 2017

Iz Tablice 6 može se primijetiti kako su uštede u gradovima Hrvatske u odnosu na druge zemlje u Europi u prosjeku veće. Ukoliko se ovakve uštede nastave u slijedećim sezonama smanjit će se potrošnja toplinske energije, a samim time i onečišćenje te će se povećati energetska učinkovitost. Kada se uspoređi potrošnja prije i poslije uvođenja razdjelnika topline može se zaključiti kako je potencijal ušteda uistinu velik. Još jedna zanimljiva stvar koja se može vidjeti u Tablici 6 je ušteda grada Rijeke koja je najveća u Hrvatskoj. S obzirom da su vremenske prilike u gradu Rijeci mnogo bolje od recimo grada Zagreba te da je toplinska energija u Rijeci skuplja jer ne postoji kogeneracija razdjelnici su se pokazali kao pun pogodak.

## 4.2. Analiza dobivenih podataka

Podaci za ovaj diplomski rad su prikupljeni u suradnji s HEP.d.o.o. te će analiza obuhvaćati specifične kvartove u gradu Zagrebu:

- OMM (obračunsko mjerno mjesto) ZA001-ZAPRUĐE1
- OMM-ZA029-ZAPRUĐE2



- OMM-SI052-SIGET
- OMM-NS010-ŠPANSKO
- OMM-GS008-GAJEVO STAGLIŠĆE

Dobiveni su podaci za zgrade u navedenim zagrebačkim kvartovima:

- Površina zgrade
- Broj stanova unutar zgrade
- potrošnja [MWh] prije ugradnje razdjelnika
- potrošnja [MWh] poslije ugradnje razdjelnika.

Podaci obuhvaćaju potrošnju navedenih zgrada od siječnja 2010. godine do travnja 2020. godine, odnosno desetogodišnje razdoblje. Opći uvjeti za opskrbu toplinskom energijom (Narodne novine, br. 35/2014) ne propisuju točan datum početka ogrjevnice sezone, već specificiraju da ogrjevnica sezona započinje razdobljem spremnosti za grijanje, tj. najranije od 15. rujna, a traje najkasnije do 15. svibnja naredne godine, a na temelju odluke distributera toplinske energije.

HEP d.o.o. je dostavio i tablicu obračuna troška za toplinsku energiju i naknada, što je prikazano u Tablici 7.

Tablica 7. Obračun troška za toplinsku energiju i naknada

	Opis	Jedinica mjera	Jed. cijena (kn/jed.mjere)
Energija za	proizvodnju toplinske energije (grijanje, PTV i ZP)	kWh	0,1525
	distribuciju toplinske energije (grijanje, PTV i ZP)	kWh	0,0175
Snaga za	proizvodnju toplinske energije	kW/mj	2,3
	distribuciju toplinske energije	kW/mj	3,45
Naknada za	djelatnost opskrbe toplinskom energijom	kn/mj	7,02
	djelatnost kupca toplinske energije	m <sup>2</sup>	0,69

Izvor: HEP d.o.o.

Analizirani podaci, dostavljeni od strane HEP Toplinarstva d.o.o. nalaze se u Prilogu 1.

### **4.3. Analiza rezultata**

U ovom dijelu rada prikazani su podaci o potrošnji toplinske energije prije i nakon ugradnje razdjelnika topline u zgradama u gradu Zagrebu. Kako bi analiza podataka bila adekvatna slijedi uvod u proces i financiranje ugradnje razdjelnika na području Republike Hrvatske.

Hrvatska je nakon ulaska u Europsku uniju 2013. godine bila dužna uskladiti zakone sa zahtjevima Europske unije. Kako bi se uskladila sa spomenutom Direktivom 2012/27/EU o energetske učinkovitosti koja naglašava pravedniji način raspodjele troškova toplinske energije, naloženo je kako sve zgrade, bile stambene ili poslovne, moraju ugraditi razdjelnike ili mjerila toplinske energije, ako su do tada bile spojene na zajedničko mjerilo toplinske energije.

Prema zakonu o tržištu toplinske energije (Narodne novine, br. 80/13) su naloženi sljedeći rokovi:

do 31. prosinca 2015. za zgrade koje imaju više od 70 stambenih/poslovnih prostora

do 31. prosinca 2016. za zgrade koje imaju više od 2, a manje od 70 stambenih/poslovnih prostora.

Postupak i način financiranja su strogo određeni. Nakon odluke stanara zgrade, predstavnik stanara je bio dužan kontaktirati HEP-Toplinarstvo te popuniti zahtjev za ugradnju razdjelnika te istovremeno kontaktirati ovlaštenu tvrtku, od strane HEP Toplinarstva, koja vrši funkciju ugradnje, kako bi dobili ponudu za ugradnju i daljnje održavanje. Nakon potpisanih ugovora s HEP-Toplinarstvom i tvrtkom dobavljačem te ukoliko su bili zadovoljeni svi tehnički uvjeti, HEP-Toplinarstvo je izdalo pisanu suglasnost na Odluku o ugradnji razdjelnika. Nakon ugradnje razdjelnika, predstavnik stanara je bio dužan dostaviti potpisanu Odluku o načinu raspodjele i obračuna troškova, koju je prethodno dobio od HEP-a. Ono što je važno napomenuti je kako je jedna zgrada mogla ugraditi isključivo isti sustav za obračun toplinske energije, odnosno sustav jednog proizvođača (HEP Toplinarstvo d.o.o.). Ugradnja razdjelnika je trajala sve do 2016. godine kada je zaustavljena nakon analiza i velikih kritika građana. Razdjelnike topline ugrađeno ima oko 2/3 kućanstava u Hrvatskoj, točnije oko 100000 kućanstava dok otprilike 50000 kućanstava nije još ugradilo takve sustave s obzirom na kritike i analize koje pokazuju nedostatke. Važno je napomenuti kako je Zakon o tržištu toplinske energije u procesu izmjene te je moguće da će i preostalih 50000 kućanstava biti obvezno ugraditi razdjelnike kako ne bi snosili kazne. Trenutno

dok se ne donese novi zakon priča razdjelnika je u moratoriju. Rješenje za potrošače je sakupljanje 51% potpisa suvlasnika te prijelaz na stari obračun uz angažiranje odvjetnika te dokazivanje da su potrošačima narasli računi nakon ugradnje te da žele stari sistem obračuna.

Financiranje ugradnje razdjelnika topline morala je osigurati fizička osoba, točnije svaki vlasnik stambenog ili poslovnog prostora. Bitno je napomenuti kako je Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost prije donošenja samog zakona subvencionirao sredstva za ugradnju i održavanje. Trošak ugradnje razdjelnika i termostatskog ventila je u prosjeku oko 550kn po radijatoru što predstavlja veliki iznos pogotovo za ljude slabijeg imovinskog stanja a pogotovo što se ne jamče manji računi prilikom obračuna. Kada se zbroje sva kućanstva koja su ugradila razdjelnike dolazi se do nevjerovatne brojke od 220 milijuna kuna.

Slijedi prikaz i analiza statističkih podataka o potrošnji toplinske energije u zgradama u kojima su ugrađeni razdjelnici.

U svrhu utvrđivanja razlike u potrošnji toplinske energije u gradu Zagrebu u sljedećim tablicama su prikazani deskriptivni parametri površine zgrada, broja stanova te potrošnje prije i nakon ugradnje razdjelnika.

Tablica 8. Veličina zgrada i broj stanova unutar zgrade koji spadaju u sustav daljinskog grijanja po određenim kvartovima

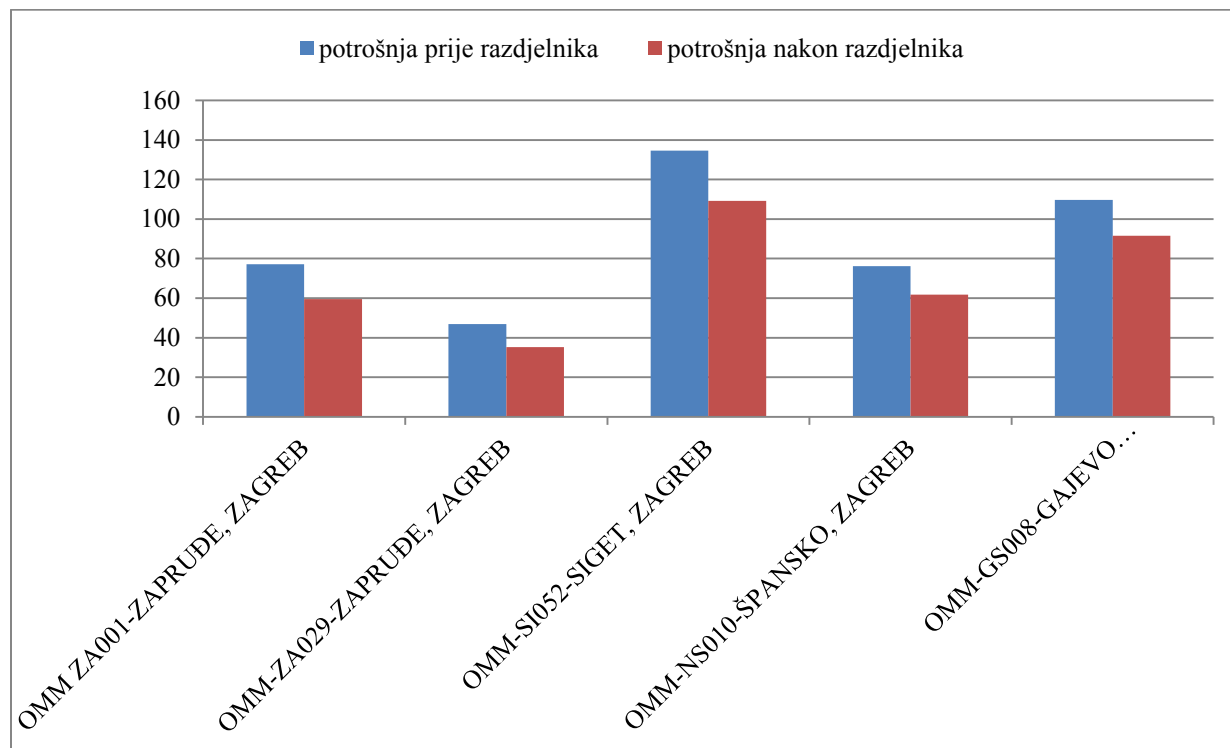
ZAPRUĐE 1		ZAPRUĐE 2		SIGET		ŠPANSKO		GAJEVO STAGLIŠĆE	
Površina m <sup>2</sup>	broj stanova	površina m <sup>2</sup>	broj stanova	površina m <sup>2</sup>	broj stanova	površina m <sup>2</sup>	broj stanova	površina m <sup>2</sup>	broj stanova
4.188,10	84	2.646,90	50	8.652,10	192	4.448,82	77	6.724,34	112

Izvor: izrada autora

U Tablici 8 je vidljiva površina zgrada, kao i broj stanova po obračunskim mjernim mjestima u različitim kvartovima grada Zagreba. Dostavljeni podaci o kvartovima, odnosno uzorak, nije jednake veličine. Najveći uzorak je za obračunsko mjerno mjesto SIGET(OMM SI052), a zatim slijedi obračunsko mjerno mjesto GAJEVO, STAGLIŠĆE (OMM GS008). Ostala mjerna mjesta navedena u tablici su ZAPRUĐE(OMM ZA001, OMM ZA029) te ŠPANSKO(OMM NS010)

U siječnju 2016. su uvedeni razdjelnici na promatrane zgrade iz uzorka ovog istraživanja te je na sljedećem grafikonu deskriptivnih parametara prikazana prosječna potrošnja prije uvođenja razdjelnika i nakon uvođenja razdjelnika. Oba razdoblja otprilike obuhvaćaju petogodišnje razdoblje.

Grafikon 9. Prosječna potrošnja u sezonama prije uvođenja razdjelnika te nakon uvođenja razdjelnika



Izvor: izrada autora

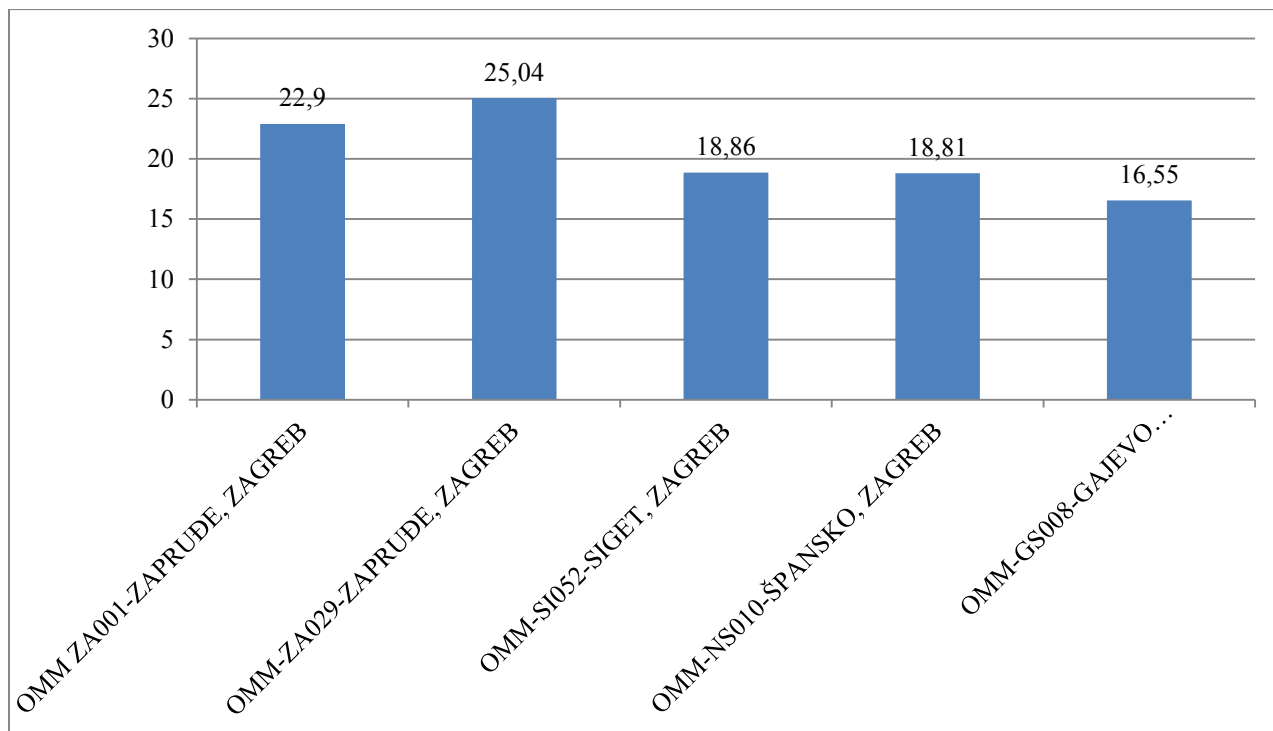
Iz prosječne potrošnje toplinske energije u sezonama prije uvođenja razdjelnika i nakon uvođenja razdjelnika, vidljivo je kako se potrošnja u zgradama uvelike smanjila nakon uvođenja razdjelnika na svim analiziranim mjernim mjestima.

Važno je napomenuti da iako se ukupna potrošnja toplinske energije zgrade smanjila, nakon ugradnje razdjelnika nije zagarantirana automatska ušteda za svaki pojedinačni stan. Naime, u analizi novinskih članaka je vidljivo kako se neki stanari žale kako je ugradnja razdjelnika prethodila povećanju računa ili su računi ostali isti. Odgovornost stanara, kao i sama kvadratura stana prethode nižim ili višim troškovima toplinske energije. Osim odgovornog ponašanja potrošača na smanjenje potrošnje toplinske energije utječu i karakteristike zgrade i stana, pa tako

južni stanovi mogu imati manju potrošnju od onih smještenih na sjevernoj strani zgrade, kao i stanovi s manje ili više vanjskih prozora i stanovi smješteni u zgradi s lošom vanjskom instalacijom i ostalo.

Na Grafikonu 10 prikazan je postotak uštede toplinske energije na analiziranim mjernim mjestima nakon ugradnje razdjelnika.

Grafikon 10. Postotak uštede toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika



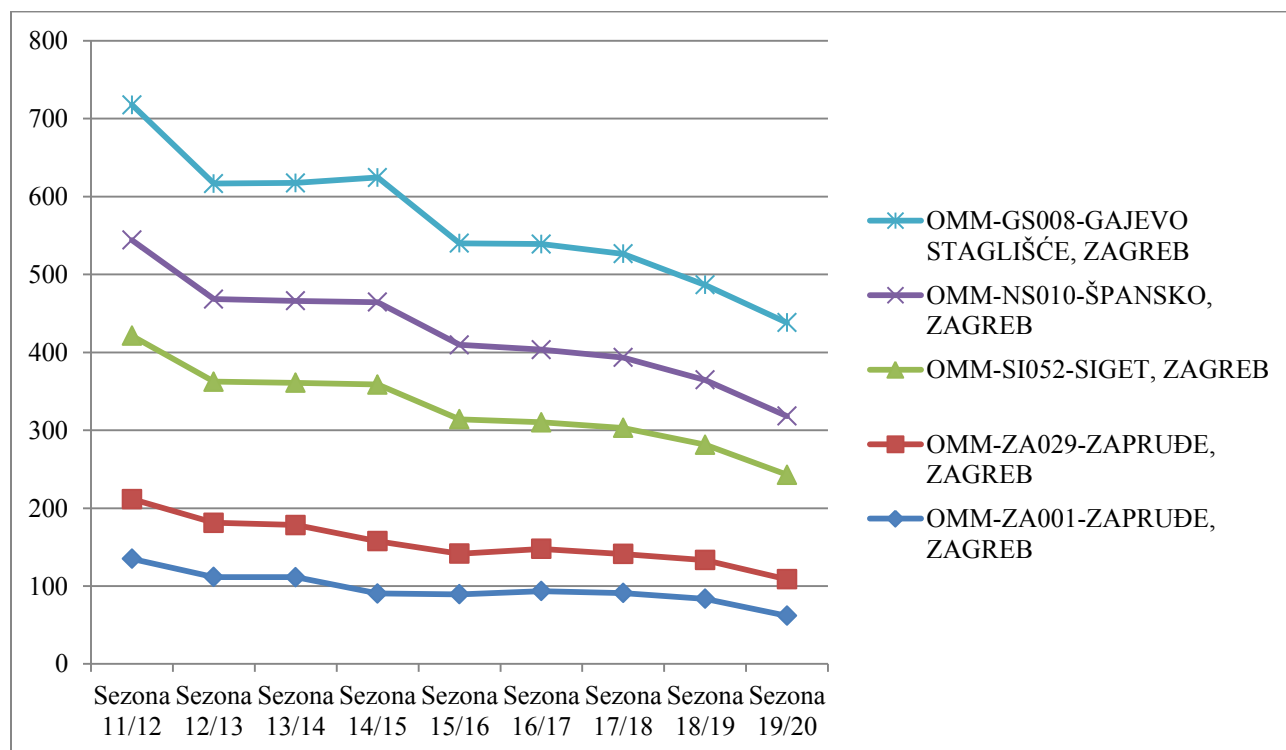
Izvor: izrada autora

Postotak uštede toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika u određene zgrade u Zagrebu se kreće od 16,55% do 25,04%, što predstavlja znatan postotak u potrošnji energije i smanjenju zagađenja okoliša. Različiti postotci uštede toplinske energije, iako se radi o zgradama u istom gradu mogu biti razlog vanjske izolacije, broja stanova (što je slučaj kod navedenih zgrada), odabir različitih proizvođača razdjelnika topline (svaka zgrada može odabrati proizvođača po želji stanara). Nadalje, dobiveni su podaci o ukupnoj potrošnji zgrade, ali ne i o svakom stanu, što može biti razlog navedenih rezultata jer stanari u zgradama su različiti i ne mora kod svakog od njih biti prisutno odgovorno ponašanje. Uz to bitno je spomenuti i navike samih stanara koje

se razlikuju pošto netko voli da mu je toplije. Naravno, dio ljudi koji rade i nema ih cijeli dan doma gase radijatore i time smanjuju potrošnju.

Ako se uzme da je sezona grijanja od 15.10. tekuće godine do 15.4. sljedeće godine, na sljedećem grafikonu je prikazana prosječna potrošnja u sezonama grijanja na uzorku ovog istraživanja.

Grafikon 11. Tijek potrošnje MWh u sezonama grijanja od 15.10. tekuće godine do 15.4. sljedeće godine



Izvor: izrada autora

Na grafikonu 11 je prikazan tijek pada potrošnje za svaku od pojedinih zgrada, gdje se uočava pad potrošnje toplinske energije u prijelaznoj sezoni 15/16, odnosno sezonu kada su u siječnju 2016. u navedene zgrade uvedeni razdjelnici. Sezona 15/16 je prijelazna sezona, na kojoj se uočava pad. Iako je pola sezone bez razdjelnika, najhladniji mjeseci grijane sezone su mjeseci s ugrađenim razdjelnikom.

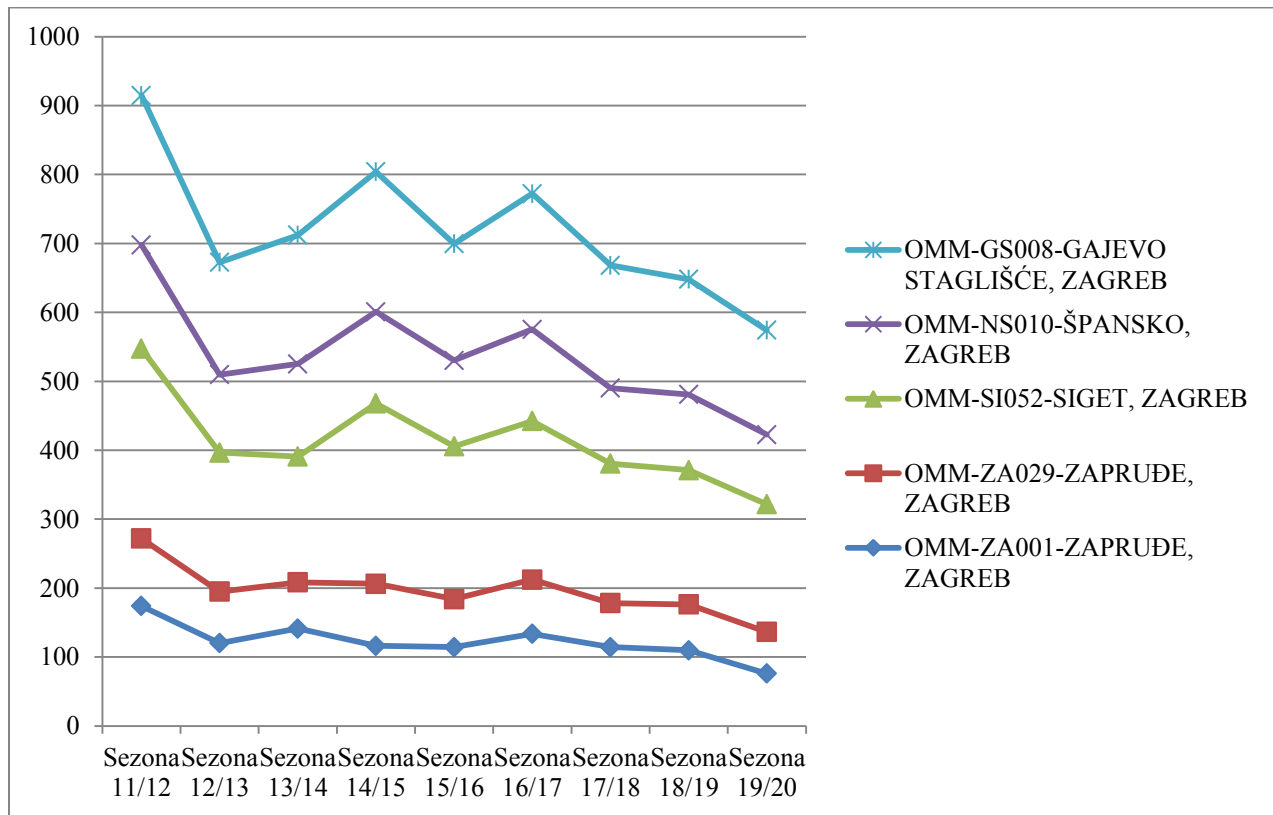
Stanovnici kojima se troškovi grijanja naplaćuju na temelju razdjelnika troškova topline, izražavaju svoj interes za smanjenjem potrošnje topline i pripadajućih troškova. Alokatori

troškova topline zapravo ne pokazuju točnu potrošnju topline određenog stana, već omogućuju proporcionalnu i pravedniju raspodjelu potrošnje topline između stanova u višestambenoj zgradi. Razlike u potrošnji topline prije i nakon ugradnje razdjelnika za grijanje još su veće kada zgrada ima veći ukupni toplinski otpor omotača zgrade. Međutim, ove se razlike mogu mijenjati, prema različitoj razini izolacije vanjskih zidova, koja u ovom radu nije uzeta u obzir, jer za navedeno nisu dostupni podaci.

Smanjenje potrošnje topline upotrebom razdjelnika troškova zagrijavanja moguće je kada je sustav grijanja opremljen regulatornim uređajima koji omogućuju lokalnu regulaciju unutarnje temperature zraka u sobi (termostatski ventili). U slučaju postavljanja razdjelnika troškova topline u postojeće višestambene zgrade, u kojima su se prethodno računale naknade za grijanje po kvadratnom metru površine stana za grupu stanova, treba očekivati postupno smanjenje potrošnje topline, postižući konačnu razinu nakon 3 godine u analiziranoj višestambenoj zgradi. Na prikazanom grafikonu je vidljivo da se i nakon 3 godine potrošnja smanjuje, ali analizirajući vrijeme i temperaturu zraka u godinama u kojima se potrošnja i dalje smanjuje, dolazi se do zaključka kako je to također bitan faktor. Također se može pretpostaviti kako su navike potrošača znatno promijenjene i kako više paze na samu potrošnju.

Za usporedbu potrošnje u sezoni grijanja, dalje je prikazana potrošnja toplinske energije u najhladnijim mjesecima godine po sezonama.

Grafikon 12. Tijek potrošnje MWh u najhladnijim mjesecima po sezonama



Izvor: izrada autora

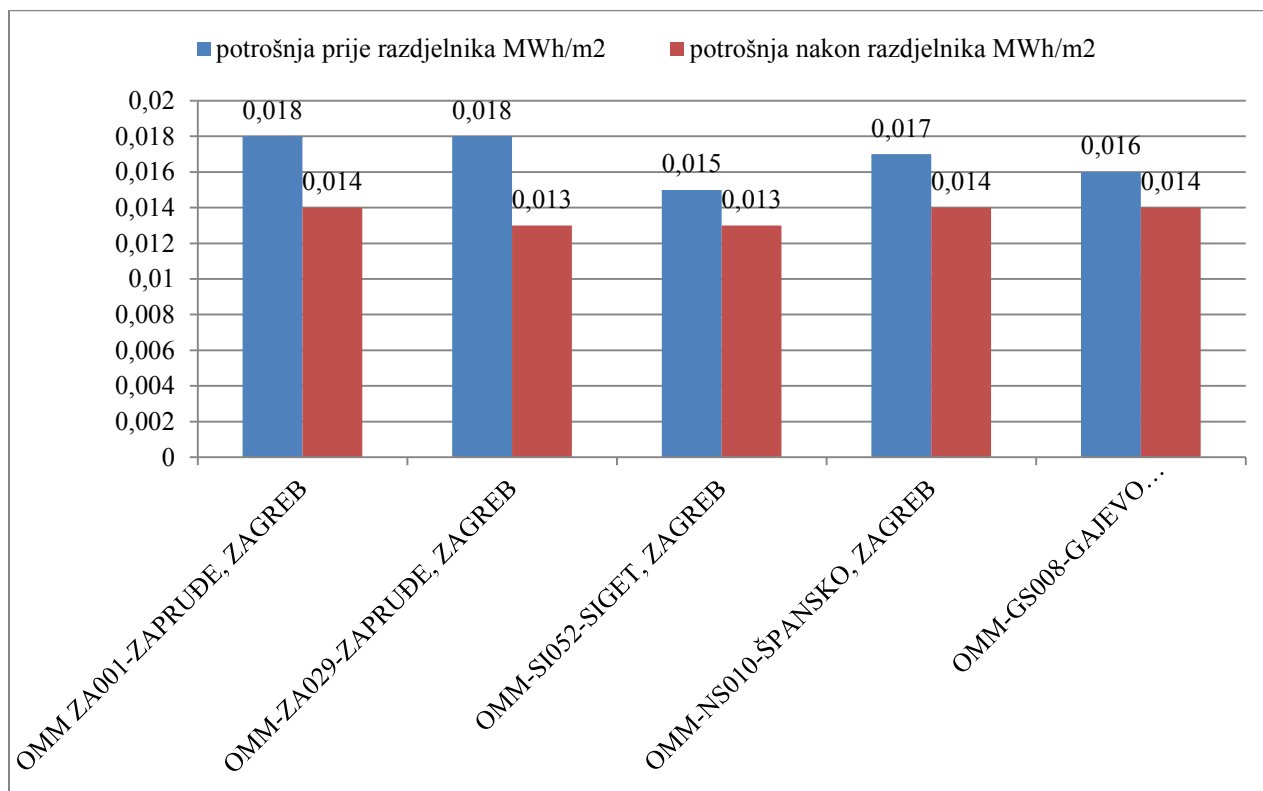
Iz Grafikona 12 je vidljivo kako je do pada potrošnje toplinske energije došlo u sezoni 15/16 na svim promatranim zgradama, odnosno kada su ugrađeni razdjelnici topline. Još jedna zanimljiva stavka jeste porast potrošnje u sezoni 16/17, iako su razdjelnici bili ugrađeni. Kao razlog ovome mogu biti izrazito hladniji zimski mjeseci, gdje se temperatura automatski povećava, kao što potrošači samostalno povećavaju temperaturu na ventilima radijatora.

Usporedbom Grafikona 11 i 12 vidi se razlika u kretanju potrošnje toplinske energije na analiziranim mjernim mjestima. Svih pet mjernih mjesta u najhladnijem periodu grijanja ima slično kretanje potrošnje kroz sve sezone te se vidi drastičan pad u sezoni 2016/2017 nakon ugradnje razdjelnika. Iz tijeka potrošnje Grafikona 11 i 12 može se zaključiti kako je ušteda veća upravo u najhladnijim mjesecima za razliku od cijelog prosjeka sezone grijanja.

Na sljedećem grafičkom prikazu će biti prikazana prosječna potrošnja energije zgrada iz uzorka ( $\text{MWh/m}^2$ ) za period prije i period nakon ugradnje razdjelnika.



Grafikon 13. Prosječna potrošnja energije zgrada iz uzorka (MWh/m<sup>2</sup>) za period prije i period nakon ugradnje razdjelnika



Izvor: izrada autora

Na prikazanom grafičkom prikazu se može vidjeti kako je došlo do uštede toplinske energije na svim zgradama, nakon ugradnje razdjelnika. Ovako dobiveni podaci o specifičnoj potrošnji ne uzimaju u obzir okolišne uvjete (vanjsku temperaturu zraka, vremenski interval) te ne mogu biti osnova za ocjenu visine uštede.

S obzirom na dobivene podatke nije moguće izračunati financijsku isplativost ugradnje razdjelnika, ali važno se osvrnuti na istu na kraju ovoga rada, stoga je za primjer uzeto istraživanje Horvata i suradnika iz 2017. godine. Oni u svom istraživanju navode kako je financijska isplativost u gradovima niža u stvarnosti nego što je previđena u teoriji prije ugradnje razdjelnika. Financijske uštede se kreću od 15% do 27% te ovise o uloženom novcu u ugradnju samih sustava, koji nisu isplativi u roku godine dana, kao što se navodi u istraživanjima iz drugih zemalja.

Uz to bitno je napomenuti kako bi se za pravilno funkcioniranje sustava trebao ugraditi maksimalni set opreme koji uključuje minimalni set (razdjelnik i termostatski ventil) te nabavku nove pumpe u toplinskoj stanici, kao i uređaje za balansiranje.

Što se tiče računa krajnjih korisnika, oni mogu varirati zavisno o načinu ponašanja korisnika, položaju stana, energetske učinkovitosti same zgrade kao i stanova unutar nje. Naravno bitno je i spomenuti kako hladnija zima zahtijeva veću potrošnju toplinske energije a samim time i veće račune. Uz sve to prazni stanovi koji se ne griju su bitan faktor koji utječe na porast računa drugih korisnika. Može se zaključiti kako dio potrošača svojim ponašanjem može smanjiti račune, no pošto razdjelnik ne mjeri stvarnu potrošnju nego zavisi o mnogo faktora može se dogoditi da potrošači dobiju iste ili veće račune nakon ugradnje.

## 5. Zaključak

U radu se analizirao utjecaj ugradnje razdjelnika topline na potrošnju toplinske energije u Hrvatskoj te je analizirana znanstvena literatura iz o povijesti toplinskih sustava kao i o ugradnji razdjelnika u svijetu i Hrvatskoj te koristi i troškovi ugradnje.

Sektor toplinarstva se u Hrvatskoj počeo razvijati davne 1947. godine, kada je stupila odluka o opskrbi toplinom tvornice Končar. Danas većinu tržišta u sektoru toplinarstva drži HEP Toplinarstvo d.o.o. (90,9%), a slijede Gradska toplana d.o.o., Brod plin d.o.o., Hehnostan d.o.o. i ostali. Većina toplinske energije u Hrvatskoj se isporučuje domaćinstvima (60%), zatim slijedi industrija (22%) te uslužni sektor (18%). Od ukupnog broja domaćinstava u Republici Hrvatskoj, na sustave područnog grijanja priključeno je njih 11 %, koji čini 15 % u ukupnoj potrošnji toplinske energije za potrebe grijanja i pripreme potrošne tople vode.

Obvezna ugradnja razdjelnika topline krenula je u listopadu 2015.godine u Hrvatskoj. Prije same ugradnje potrošačima je prezentirano kako će ugradnjom razdjelnika uštedjeti na grijanju tokom sezone te da će dobivati manje račune. Potrošači su na neki način obmanuti pošto je uvriježeno mišljenje kako će samom ugradnjom već početi štedjeti čime se zaključuje da većina potrošača ni ne zna što su to razdjelnici topline. Isto tako potrošači ne znaju da razdjelnici ne mjere potrošnju već impulse. Uz sve to potrošači su zakonski natjerani na ugradnju takvih sustava . Godinu dana nakon ugradnje dolazi do velikih kritika cijele javnosti kako su određenoj skupini potrošača računi porasli ili u najboljem slučaju ostali isti te da su za to još morali platiti ugradnju i očitavanje tokom godine. Zbog toga većina potrošača u nastojanju da uštedi je počela smanjivati grijanje tokom sezone. To naravno nije dobro jer se smanjuje životni komfor u samom stanu zbog podgrijavanja a i sama zgrada pati pošto su se u određenim zgradama počele pojavljivati i gljivice zbog premale temperature.

Rezultati ovog istraživanja upućuju kako se nakon ugradnje razdjelnika topline u višestambene zgrade u gradu Zagrebu, potrošnja toplinske energije smanjila. Postotak uštede toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika se kreće od 16,55% do 25,04% u Zagrebu što predstavlja znatan postotak u potrošnji energije i smanjenju zagađenja okoliša. Također se u sezoni grijanja, najveća potrošnja se bilježi u najhladnijim mjesecima te unatoč hladnoći s ugradnjom razdjelnika topline, potrošnja se smanjila.

Nedostatak ovog istraživanja je nemogućnost dobivanja podataka o broju radijatora unutar stanova, kao ni broju naseljenih stanova unutar analiziranog uzorka. Nadalje, nisu poznate ni specifikacije zgrada i okoliša, kao ni specifikacije ugrađenih razdjelnika, kako bi se mogle izračunati detaljnije ekonomske analize.

Zaključak cijelog rada je kako je Republika Hrvatska krivo implementirala cijelu priču s razdjelnicima zbog toga što se javnost uopće nije informirala od strane Hep-a i poduzeća koja ugrađuju razdjelnike. Nikakva analiza isplativosti(cost-benefit) nije napravljena prije same ugradnje te se u to krenulo „glavom kroz zid“ bez da se modificirala toplinska stanica za novi sustav grijanja te bez analize na kojim tipovima zgrada bi ugradnja bila dobra. Analiza koja nije napravljena pokazala bi da ušteda zavisi o mnogo faktora poput energetske učinkovitosti same zgrade, položaju zgrade i stanova unutar nje, broju praznih stanova koji se ne griju a samim time povećavaju ostatku potrošača račune. Nakon ugradnje razdjelnika dio potrošača imao je probleme osim samih računa u tome što se iz radijatora čula buka te samo tijelo radijatora nije bilo hidraulički uravnoteženo. Nije se uzelo u obzir kako je stari sustav grijanja statičan a novi s razdjelnicima dinamičan. Upravo zbog toga smatram kako je Republika Hrvatska morala financirati maksimalni set opreme pri ugradnji. Dakle, potrošači bi sami financirali minimalni set a država maksimalni set opreme. To bi uveliko olakšalo probleme buke, šumova i hidrauličkog uravnoteženja te smanjilo račune. Ovakvim načinom implementacije profitirala su poduzeća koja su ugrađivala opremu dok je dijelu potrošača smanjem komfor u stanovima zbog pothlađivanja. Još jedan od razloga nepovjerenja javnosti je u tome što se pravilnik o obračunu mijenjao više puta kao i to da su kazne previsoke u slučaju ako se ne ugrade razdjelnici kao i rok trajanja istog. Moje mišljenje je da razdjelnici nisu loša stvar ali zahtijevaju dobru analizu stambenih zgrada prije same ugradnje. Ukoliko se to napravi smatram da potrošači mogu od njih profitirati. Trenutno,2020.g. ugradnja razdjelnika je stopirana dok se ne napravi novi zakon te oko 50000 kućanstva još nema razdjelnike. Bitno je napomenuti kako se skupljenim potpisima suvlasnika stanara u iznosu od 51% zgrada može vratiti na stari obračun. Pitanje koje treba postaviti je zašto su se razdjelnici uopće ugradili ako se može vratiti na stari obračun, te hoće li i tko će potrošačima nadoknaditi troškove ugradnje te što će se točno promijeniti novim zakonom kada se donese.

## Literatura

### Knjige i članci

1. Braun, J. (2011). *EU Energy Policy under the Treaty of Lisbon Rules: Between a new policy and business as usual*. Politics and Institutions, EPIN Working Papers. str. 14
2. Celenza, L., Dell, M., Ficco, G., Greco, M. i Grimaldi, M. (2016) Economic and technical feasibility of metering and sub-metering systems for heat accounting. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(3).
3. Celenza, L., Dell'Isola, M.A.R.C.O., Ficco, G., Palella, B.I. i Riccio, G. (2015) Heat accounting in historical buildings. *Energy and Buildings*, 95, str.47-56.
4. Cholewa, T. i Siuta-Olcha, A. (2015) Long term experimental evaluation of the influence of heat cost allocators on energy consumption in a multifamily building. *Energy and Buildings*, 104, str.122-130.
5. Dobravec, V. (2015) *Razdjelnici topline*. Završni rad. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture. Zagreb.
6. El-Khattam, W., Salama, M.M. (2004). Distributed generation technologies, definitions and benefits. *Electric power systems research*, 71(2), str.119-128.
7. Energetski institut Hrvoje Požar (2019) *Analize i podloge za izradu Strategije energetskeg razvoja Republike Hrvatske*. Bijela knjiga. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike.
8. Felsmann, C., Schmidt, J., Mróz, T. (201). Effects of Consumption-Based Billing Depending on the Energy Qualities of Buildings in the EU. *Technische Universität Dresden: Dresden, Germany*, 1-44.
9. Hatzivelkos, A. (2014) Model for energy allocation in heating systems with partial distribution of heat allocators. *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS*, 12(1), 46-60.
10. HEP-TOPLINARSTVO d.o.o. Pogon toplinske mreže. Tehnički opis uređaja za lokalnu razdiobu toplinske energije.

11. Horvat, K., Jurlina Alibegović, D., Mikulić, D., Slijepčević, S., Žilić, I. (2007) *Ekonomska isplativost korištenja razdjelnika topline u višestambenim zgradama u Republici Hrvatskoj*. Ekonomski institut, Zagreb.
12. Izvješća HEP Toplinarstva o potrošnji toplinske energije u gradu Zagrebu.
13. Krklec, R. (2019). *Toplinska energija*. Ekonomski fakultet u Zagrebu.
14. Labudović B. (2005) *Priručnik za grijanje*. Energetika marketing, Zagreb.
15. Mihaljević, I. (2016) *Model praćenja učinkovitosti procesa distribucije toplinske energije primjenom načela Lean*. Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture.
16. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. (2018a) *Energija u Hrvatskoj: Godišnji energetske izvještaj*. Republika Hrvatska.
17. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. (2018b) *Godišnje izvješće o napretku postignutom u ostvarenju nacionalnih ciljeva povećanja energetske učinkovitosti za 2017. godinu*. Republika Hrvatska
18. Udovicic, B. (2004) Neodrživost održivog razvoja: energetske resursi u globalizaciji i slobodnom tržištu. *Zagreb: Kigen*.
19. Ziemele, J., Pakere, I., Blumberga, D. i Zogla, G. (2015) Economy of heat cost allocation in apartment buildings. *Energy Procedia*, 72, str.87-94.

## **Zakoni i pravilnici**

1. Europski Parlament i vijeće Europske unije (2012). *Direktiva 2012/27/EU Europskog Parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti, izmjeni direktiva 2009/125/EZ i 2010/30/EU i stavljanju izvan snage direktiva 2004/8/EZ i 2006/32/EZ*. Službeni list Europske unije.
2. Europski Parlament i vijeće Europske unije (2018). *Direktiva (EU) 2018/2002 Europskog Parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti*. Službeni list Europske unije.
3. Europski Parlament i vijeće Europske unije (2019). *Odluka (EU) 2019/504 Europskog parlamenta i Vijeća od 19. ožujka 2019. o izmjeni Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti i Uredbe (EU) 2018/1999 o upravljanju energetskom unijom i djelovanjem*

u području klime, zbog povlačenja Ujedinjene Kraljevine Velike Britanije i Sjeverne Irske iz Unije. Službeni list Europske unije.

4. Narodne Novine (1995) *Zakon o komunalnom gospodarstvu* (Narodne novine br.36/95)
5. Narodne Novine (1997) *Zakon o komunalnom gospodarstvu* (Narodne novine br. 70/97.)
6. Narodne Novine (2005) *Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom* (Narodne Novine br. 42/2005)
7. Narodne Novine (2008) *Pravilnik o načinu raspodjele i obračuna troškova za isporučenu toplinsku energiju* (Narodne Novine br. 139/2008)
8. Ugovor o funkcioniranju Europske Unije (2016/C 202/01). Službeni list Europske unije.

## Internet izvori

1. Ciucci, M. (2020). *Energetska politika: opća načela*. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/68/energetska-politika-opca-nacela> [preuzeto 20. srpnja 2020]
2. Energetika.net (2020) *Razdjelnici topline – trenutak istine*. Dostupno na: <http://www.energetika-net.com/specijali/projekt-prica/razdjelnici-topline-%E2%80%93-trenutak-istine-20750> [preuzeto 01. kolovoza 2020]
3. Energetske transformacije (2018). Dostupno na: [http://enerpedia.net/index.php/ENERGETSKE\\_TRANSFORMACIJE](http://enerpedia.net/index.php/ENERGETSKE_TRANSFORMACIJE) [preuzeto 10. rujna 2020]
4. HEP Toplinarstvo. *Povijest*. Dostupno na: <https://www.hep.hr/toplinarstvo/o-hep-toplinarstvu/povijest/1536#0> [preuzeto 15. srpnja 2020]
5. Nacionalni portal energetske učinkovitosti (2020). *Energetska učinkovitost u Hrvatskoj*. Dostupno na: <https://www.enu.hr/ee-u-hrvatskoj/20-20-20-i-dalje/energetska-ucinkovitost-hrvatska/> [preuzeto 20. srpnja 2020]
6. Nacionalni portal energetske učinkovitosti (2020). *Strateški ciljevi Europske Unije do 2030. godine*. Dostupno na: <https://www.enu.hr/ee-u-hrvatskoj/20-20-20-i-dalje/ciljevi-eu-2030/> [preuzeto 20. srpnja 2020]

7. Ugradnja razdjelnika topline (2014). Dostupno na: <https://www.mont-ra.hr/razdjelnici-topline.html> [preuzeto 01. kolovoza 2020]



## **Popis slika**

Slika 1. Toplinarski sustavi u Republici Hrvatskoj .....	4
Slika 2. Vrelovod za potrebe tvornice Končar .....	5
Slika 3. Blok shema ugrađenog sustava grijanja .....	21
Slika 4. Primjer jednog elektroničkog razdjelnika topline.....	22

## Popis tablica

Tablica 1. Ukupan broj potrošača i potrošena i isporučena toplinska energija u 2018. godini za glavne distribucijske tvrtke .....	10
Tablica 2. Neposredna potrošnja toplinske energije od 2005. do 2018. godine .....	14
Tablica 3. Jednokratni i tekući troškovi različitih izravnih HM i neizravnih HCA sustava mjerenja toplinske energije u Njemačkoj i Velikoj Britaniji .....	29
Tablica 4. Analiza isplativosti ugradnje razdjelnika topline u Ujedinjenom Kraljevstvu .....	31
Tablica 5. Postotak uštede nakon uvođenja razdjelnika u zgradama u Europi .....	38
Tablica 6. Procjena uštede energije u Hrvatskoj prema različitim pristupima i usporedba s drugim zemljama .....	41
Tablica 7. Obračun troška za toplinsku energiju i naknada .....	42
Tablica 8. Veličina zgrada i broj stanova unutar zgrade koji spadaju u sustav daljinskog grijanja po određenim kvartovima .....	44

## Popis grafikona

Grafikon 1. Udjeli (%) isporučene toplinske energije u 2018. godini .....	8
Grafikon 2. Udio goriva (%) za proizvodnju toplinske energije u sektoru toplinarstva u Republici Hrvatskoj u 2018. godini.....	9
Grafikon 3. Ukupna proizvodnja toplinske energije u Hrvatskoj .....	12
Grafikon 4. Potrošnja toplinske energije prema kategoriji potrošača u 2018. godini.....	15
Grafikon 5. Izmjerena i stvarna potrošnja topline nakon ugradnje razdjelnika .....	23
Grafikon 6. Stvarna ukupna količina korištene topline po kvadratnom metru na zgradi u Poljskoj, tijekom 17 sezona grijanja .....	35
Grafikon 7. Prosječna količina korištene topline, po četvornom metru površine poda u oba dijela zgrade tijekom svake sezone grijanja, s ugrađenim razdjelnicima u dijelu L zgrade.....	36
Grafikon 8. Prosječna količina korištene topline po kvadratnom metru površine poda u oba dijela zgrade tijekom sezona grijanja, nakon ugradnje razdjelnika u dijelu L zgrade.....	37
Grafikon 9. Prosječna potrošnja u sezonama prije uvođenja razdjelnika te nakon uvođenja razdjelnika.....	45
Grafikon 10. Postotak uštede toplinske energije nakon ugradnje razdjelnika .....	46
Grafikon 11. Tijek potrošnje MWh u sezonama grijanja od 15.10. tekuće godine do 15.4. sljedeće godine.....	47
Grafikon 12. Tijek potrošnje MWh u najhladnijim mjesecima po sezonama .....	49
Grafikon 13. Prosječna potrošnja energije zgrada iz uzorka (MWh/m <sup>2</sup> ) za period prije i period nakon ugradnje razdjelnika .....	50

## Prilozi

**Prilog 1.** Primjer podataka o potrošnji toplinske energije u kvartovima grada Zagreba prije i nakon ugradnje razdjelnika u stambenim zgradama. Primjer OMM (obračunsko mjerno mjesto) ZA001-ZAPRUĐE, ZAGREB

OMM(obračunsko mjerno mjesto) ZA001-ZAPRUĐE, ZAGREB	
površina 4.188,10	BROJ STANOVA 84
DATUM	potrošnja [MWh]
28.1.2010	178
26.2.2010	161
29.3.2010	136
28.4.2010	87
27.5.2010	36
28.6.2010	23
29.7.2010	16
30.8.2010	18
28.9.2010	28
27.10.2010	95
29.11.2010	124
28.12.2010	158
28.1.2011	182
28.2.2011	180
29.3.2011	134
28.4.2011	77
30.5.2011	47
27.6.2011	19
28.7.2011	15
29.8.2011	13
28.9.2011	18
26.10.2011	79
29.11.2011	176
27.12.2011	152
30.1.2012	184
27.2.2012	186
28.3.2012	98

25.4.2012	70
29.5.2012	29
27.6.2012	18
30.7.2012	18
29.8.2012	13
28.9.2012	18
29.10.2012	66
28.11.2012	113
15.12.2012	96
28.12.2012	59
29.1.2013	177
26.2.2013	149
29.3.2013	142
29.4.2013	90
31.5.2013	17
28.6.2013	21
29.7.2013	17
28.8.2013	12
30.9.2013	21
29.10.2013	78
29.11.2013	110
30.12.2013	157
29.1.2014	132
26.2.2014	135
28.3.2014	92
28.4.2014	76
28.5.2014	32
1.7.2014	22
29.7.2014	14
29.8.2014	13
29.9.2014	18
29.10.2014	51
28.11.2014	81
29.12.2014	104
29.1.2015	141
2.3.2015	104
31.3.2015	92
28.4.2015	60
29.5.2015	26
29.6.2015	20
29.7.2015	14

31.8.2015	16
28.9.2015	15
29.10.2015	65
30.11.2015	81
31.12.2015	116
29.1.2016	133
2.3.2016	94
30.3.2016	88
2.5.2016	49
30.5.2016	43
29.6.2016	18
29.7.2016	16
29.8.2016	18
28.9.2016	18
28.10.2016	57
30.11.2016	88
31.12.2016	133
30.1.2017	161
28.2.2017	107
29.3.2017	61
27.4.2017	48
31.5.2017	36
30.6.2017	16
31.7.2017	17
1.9.2017	10
30.9.2017	31
31.10.2017	63
1.12.2017	83
31.12.2017	115
1.2.2018	102
1.3.2018	126
31.3.2018	111
30.4.2018	37
1.6.2018	20
30.6.2018	17
1.8.2018	16
1.9.2018	14
1.10.2018	18
31.10.2018	55
1.12.2018	83
31.12.2018	121

1.2.2019	123
28.2.2019	85,4
31.3.2019	69,06
30.4.2019	49,61
31.5.2019	44,6
30.6.2019	16,66
31.7.2019	15,36
31.8.2019	14,51
30.9.2019	17,3
31.10.2019	42,84
30.11.2019	56,19
31.12.2019	81,19
31.1.2020	88,66
29.2.2020	58,41
31.3.2020	61,64
30.4.2020	44,32

# Životopis

## Mario Ercegović

---

### Osobne informacije

Adresa Šišićeva 18, 10000 Zagreb

Broj telefona +385 91 586 7139

E-Mail marioerceg1@yahoo.com

Datum rođenja 29. 08. 1990.

Državljanstvo Hrvatsko

---

### Obrazovanje i osposobljavanje

2018- **Ekonomski fakultet Zagreb**  
Program: Poslovna ekonomija (diplomski studij)  
Trg J.F. Kennedyja 3  
10 000 Zagreb, Hrvatska  
T +385 1 238 31 30

2009-2018. **Ekonomski fakultet Zagreb**  
Program: Poslovna ekonomija (preddiplomski studij)  
Trg J.F. Kennedyja 3  
10 000 Zagreb, Hrvatska  
T +385 1 238 31 30

2005-2009. **Prva gimnazija Zagreb**  
Smjer: opći  
Avenija Dubrovnik 36  
10010 Zagreb, Hrvatska  
T +385 1 660 11 53  
+385 1 660 1665  
F +385 1 669 2648



---

## Radno iskustvo

2009-2010	Učilište Algebra
2010-2011	Tisak
2011–2019	Financijska agencija(FINA) -odjel OADSA (skeniranje, indeksiranje i validacija dokumentacije, dostava, rad putem arhivske aplikacije)

---

## Osobne vještine

Materinski jezik Hrvatski

Ostali jezici:

Engleski	<b>Razumijevanje</b>		<b>Govor</b>		<b>Pisanje</b>
	<b>Slušanje</b>	<b>Čitanje</b>	<b>Govorna interakcija</b>	<b>Govorna produkcija</b>	
	5	5	5	5	5
Francuski	<b>Razumijevanje</b>		<b>Govor</b>		<b>Pisanje</b>
	<b>Slušanje</b>	<b>Čitanje</b>	<b>Govorna interakcija</b>	<b>Govorna produkcija</b>	
	3	4	3	3	4
Njemački	<b>Razumijevanje</b>		<b>Govor</b>		<b>Pisanje</b>
	<b>Slušanje</b>	<b>Čitanje</b>	<b>Govorna interakcija</b>	<b>Govorna produkcija</b>	
	3	3	3	3	3

Računalne vještine Dobro znanje Microsoft Office paketa

Vozačka dozvola B kategorija