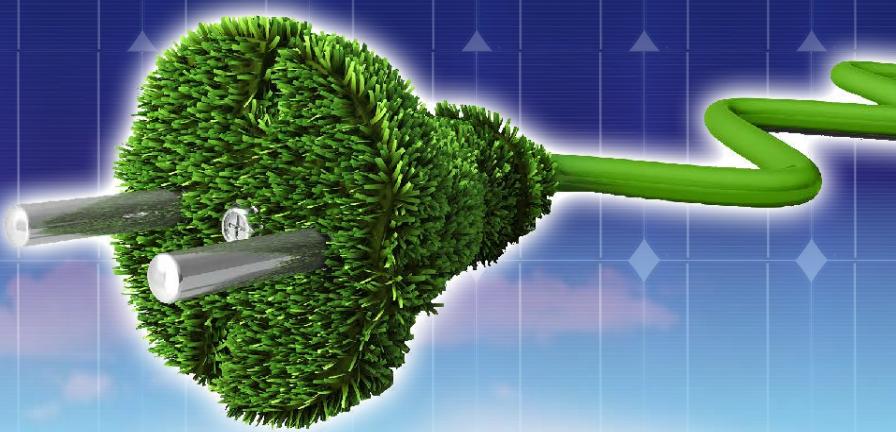




Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba



*„Ponašajte se dobro prema zemlji,
ona vam nije dana od vaših roditelja,
nego je posuđena od vaše djece.
Ne nasljeđujemo zemlju od naših predaka,
posuđujemo je od naše djece.“*

stara indijanska poslovica

Zagreb, travanj 2009.

SADRŽAJ:

SAŽETAK	1
1. UVOD I OPIS PROJEKTNOG ZADATKA	2
2. ENERGETSKA INFRASTRUKTURA I DOSADAŠNJA ISKUSTVA KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	4
2.1. Elektroenergetski sustav	4
2.2. Plinski sustav	8
2.3. Toplinarstvo	13
2.4. Dosadašnja iskustva korištenja obnovljivih izvora energije	15
3. PREGLED STRATEŠKIH DOKUMENATA REPUBLIKE HRVATSKE, GRADA ZAGREBA I RELEVANTNIH DOKUMENATA EUROPSKE KOMISIJE	24
3.1. Strateški dokumenti Republike Hrvatske	24
3.1.1. Strategija energetskog razvijanja Republike Hrvatske	24
3.1.2. Zakonodavni okvir energetskog sektora Republike Hrvatske	25
3.1.3. Podzakonski akti za područje obnovljivih izvora energije i kogeneraciju	26
3.2. Strateški dokumenti grada Zagreba	28
3.2.1. Prostorni plan grada Zagreba	28
3.3. Relevantni legislativni dokumenti Europske komisije	29
4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE ZA KVALITETNIJI ŽIVOT GRAĐANA ZAGREBA	32
5. POTENCIJAL I MOGUĆI PROJEKTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA GRAD ZAGREB	35
5.1. Biomasa	35
5.2. Solarna energija	37
5.3. Male hidroelektrane	40
5.4. Geotermalna energija i toplinske crpke	43
5.5. Energija vjetra	49
6. CILJEVI KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	50
7. ORGANIZACIJSKE MJERE I AKTIVNOSTI	53
8. PRILOZI	56
8.1. Topografska karta svih geotermalnih bušotina	56
8.2. Energetska bilanca Grada Zagreba	57
8.3. Europske metropole kao nositelji razvijanja korištenja obnovljivih izvora energije	60
8.3.1. Grad Beč, Austrija	60
8.3.2. Grad Barcelona, Španjolska	62

SAŽETAK

Glavni cilj izrade ove studije je, na osnovu postojeće energetske infrastrukture, dosadašnjih iskustava korištenja obnovljivih izvora energije te određivanja potencijala obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba, poticanje pripreme konkretnih planova korištenja raspoloživih energetskih potencijala i povećanje udjela korištenje obnovljivih izvora energije. Konkretni ciljevi i aktivnosti na izradi studije obuhvaćaju:

1. Analizu energetske infrastrukture;
2. Prikupljanje podataka i analize dosadašnjih iskustava korištenja obnovljivih izvora energije;
3. Pregled institucionalnih i legislativnih dokumenta koji reguliraju područje korištenja obnovljivih izvora energije na razini Grada Zagreba, Republike Hrvatske i Europske unije;
4. Procjenu potencijala obnovljivih izvora energije;
5. Određivanje ciljeva korištenja obnovljivih izvora energije baziranih na procjenama potencijala;
6. Prijedlog organizacijskih mjera i aktivnosti.

U sklopu pregleda postojeće energetske infrastrukture Grada Zagreba dan je sažeti prikaz stanja elektroenergetskog sustava, plinskog sustava te opskrbe toplinskom energijom. Prikazani su instalirani kapaciteti za proizvodnju i distribuciju po navedenim sektorima te su navedeni najznačajniji objekti i postrojenja na području Grada Zagreba.

U posebnom dijelu prikazana su dosadašnja iskustva korištenja obnovljivih izvora energije. Iako je, za sada, još uvijek riječ o pojedinačnim i ograničenim primjerima relativno malog učinka i utjecaja, potrebno je napomenuti da na području Grada Zagreba postoje realni potencijali, sve veći interes i potreba za korištenjem obnovljivih izvora energije.

Pri izradi studije vodilo se računa o usklađenosti institucionalnih i legislativnih dokumenata s nacionalnim i Europskim zakonodavstvom i strateškim dokumentima te je u skladu s tim naveden prikaz svih usvojenih relevantnih dokumenata. Osim toga, u posebnom poglavlju analiziran je utjecaj korištenja obnovljivih izvora energije na kvalitetu života građana.

Prije definiranja konkretnih ciljeva, analiziran je i procijenjen realan energetski potencijal pojedinih vrsta obnovljivih izvora energije. Uvezši u obzir dosadašnja iskustva, trenutno stanje korištenja tih potencijala, ciljevi su određeni za korištenje tri vrste realno potencijalnih obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba:

- Solarnu energiju;
- Geotermalnu energiju/toplinske crpke;
- Hidroenergiju/Male hidroelektrane.

U zadnjem poglavlju studije naveden je prijedlog organizacijskih mjera i aktivnosti potrebnih za ostvarivanje postavljenih ciljeva, podijeljenih u četiri glavne skupine:

- strateški i provedbeni dokumenti, planiranje;
- jačanje ljudskih kapaciteta;
- demonstracijske aktivnosti, provedba i promocija;
- mehanizmi financiranja i potpore.

1. UVOD I OPIS PROJEKTNOG ZADATKA

U svjetlu današnje energetske situacije na globalnoj razini, korištenje obnovljivih izvora energije postaje neprijeporni energetski prioritet u zemljama članicama Europske unije, ali i predmet mnogih projekata brojnih razvijenih europskih gradova. Područje Grada Zagreba ima izrazit potencijal za korištenje različitih obnovljivih izvora energije. Ovo područje određuje velika gustoća naseljenosti, velik broj javnih zgrada i stambenih objekata te brojni industrijski pogoni. Posljednjih godina bilježi se i sve veće zanimanje građana i poduzetnika za korištenje solarne energije, ugradnju toplinskih crpki, korištenje biogoriva i primjenu geotermalnih izvora na području Grada Zagreba te se, prema uputama i na zahtjev Ureda gradonačelnika Grada Zagreba, pristupilo izradi ove Studije.

Gradsko poglavarstvo Grada Zagreba je, na svojoj 204. sjednici, održanoj 26. veljače 2008. godine, prihvatilo Pismo namjere o suradnji Programa ujedinjenih naroda za razvoj i Grada Zagreba na projektu *Sustavno gospodarenje energijom u gradovima i županijama u Republici Hrvatskoj (SGE)*, što ga provode Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva i Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP). Davanjem Izjave o politici energetske učinkovitosti i zaštiti okoliša, u ime Grada Zagreba 28. ožujka 2008., gradonačelnik Grada Zagreba gospodin Milan Bandić je istaknuo strateško opredjeljenje i primarne ciljeve politike odgovorne Gradske uprave Grada Zagreba na daljnjoj provedbi sustavnog gospodarenja energijom, promoviranja i primjene mjera energetske učinkovitosti, održivog razvoja i zaštite okoliša uporabom obnovljivih izvora energije, ekološko prihvatljivih goriva i primjenom najsuvremenijih energetskih tehnologija na cjelokupnom području Grada Zagreba.

Posebno treba istaknuti da je Grad Zagreb jedan od prvih europskih glavnih gradova koji je pristupio *Sporazumu gradonačelnika* (Covenant of Mayors), inicijativi pokrenutoj 29. siječnja 2008. godine od strane Europske komisije (Directorate-General for Energy and Transport) kao prioritetnoj akciji prema smjernicama za poboljšanje mjera energetske učinkovitosti u Europskoj uniji (Action Plan for Energy Efficiency). *Sporazum gradonačelnika* podrazumijeva ostvarenje zadanih ciljeva Europske unije do 2020. godine u reduciraju emisije CO₂ provođenjem aktivnosti definiranih u istom. Aktivnosti se, između ostalog, odnose na izradu i provedbu *Akcijskog plana za održivi energetski razvoj grada* (Akcijski plan), podnošenje izvješća o realizaciji Akcijskog plana, organiziranje Energetskih dana u suradnji sa Europskom komisijom i drugim sudionicima, informiranje građana o mogućnostima i prednostima korištenja energije na učinkoviti način, redovnog informiranja lokalnih medija o razvoju Akcijskog plana, prisustvovanje godišnjoj EU Konferenciji gradonačelnika *Sustainable Energy Europe*. *Sporazum gradonačelnika* je prihvatile Gradska skupština Grada Zagreba 30. listopada 2008., a prihvatanje i provođenje načela i obveza iz tog dokumenta jedan je od važnih preuvjeta za povećanje energetske učinkovitosti u Gradu Zagrebu.

Odlukom Gradske skupštine Grada Zagreba od 25. studenog 2008. godine, Grad Zagreb je pristupio u punopravno članstvo udruge *Energie-cités*, organizacije koja povezuje jedinice lokalnih i regionalnih vlasti koje skrbe o racionalnom korištenju energije i primjeni mjera energetske učinkovitosti, koriste obnovljive izvore energije i brinu o zaštiti okoliša. *Energie-Cités* je neprofitabilna udruga osnovana 1990. godine od strane Europskih lokalnih vlasti. Od tada intenzivno promovira održivu energetsku politiku na lokalnoj razini te potiče suradnju između svojih članova u cilju međusobne razmjene iskustava, znanja i primjera dobre prakse koji se odnose na energetsku učinkovitost i obnovljive izvore energije. Udrugu sada predstavlja oko 1 000 članova iz 26 zemalja, a postati članom mogu samo lokalna samouprava, organizacije osnovane od

strane gradske uprave, energetske agencije te gradska poduzeća. Biti članom Energie-cítés znači ojačati svoju ulogu i znanje na polju održive energije, zastupati svoje interese i utjecati na politiku i prijedloge EU institucija na polju energetske politike i zaštite okoliša, razvijati i promovirati vlastite inicijative kroz prenošenje svojih iskustva, znanja te provediti projekate u zajedničkoj suradnji s drugim članovima.

Zajedno sa Zagrebačkom, Karlovačkom i Krapinsko-zagorskom županijom Grad Zagreb je osnovao Regionalnu energetsku agenciju Sjeverozapadne Hrvatske koja je s radom započela 2008. godine uz finansijsku potporu Europske komisije u sklopu programa Inteligentna Energija za Europu (IEE).

Glavni cilj izrade studije *Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba* je, na osnovu gradske energetske infrastrukture i dosadašnjih iskustava korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada, odnosno određivanja potencijala obnovljivih izvora energije, pripremiti konkretan plan kako na najbolji način iskoristiti raspoložive potencijale i u konačnici povećati korištenje obnovljivih izvora energije u Gradu Zagrebu. Aktivnosti na izradi studije su sljedeće:

1. Analiza energetske infrastrukture grada Zagreba,
2. Prikupljanje podataka i analiza dosadašnjih iskustava korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada,
3. Pregled institucionalnih i legislativnih dokumenta koji reguliraju područje korištenja obnovljivih izvora energije na razini Grada Zagreba, Republike Hrvatske i Europske unije,
4. Procjena potencijala sljedećih obnovljivih izvora energije u Zagrebu:
 - Sunčeva energija
 - energija vjetra
 - biomasa
 - bioplinski plin
 - geotermalna energija
5. Određivanje ciljeva korištenja obnovljivih izvora energije baziranih na procjenama potencijala,
6. Prijedlog ekonomsko-energetski optimalnih projekata obnovljivih izvora energije za Grad Zagreb,
7. Procjena utjecaja korištenja obnovljivih izvora energije na porast kvalitete života građana Zagreba.

Rezultati studije *Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba* trebali bi poslužiti kao važna podloga u izradi ostalih strateških dokumenata Grada, posebno *Akcijskog plana za održivi energetski razvoj Grada* kao obveze koja proizlazi iz potpisanoog *Sporazuma gradonačelnika*.

2. ENERGETSKA INFRASTRUKTURA I DOSADAŠNJA ISKUSTVA KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

2.1. Elektroenergetski sustav

Hrvatska elektroprivreda, dioničko društvo u vlasništvu države (HEP d.d.), objedinjuje na području cijele Republike Hrvatske osnovne djelatnosti iz područja elektroenergetike: proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije.

Distribuciju električne energije u Republici Hrvatskoj obavlja tvrtka HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. (HEP-ODS d.o.o.). Tvrta HEP-ODS d.o.o. sastoji se od 21 distribucijskog područja koja se pretežno preklapaju sa županijskim granicama. Grad Zagreb se nalazi na području distribucijskog područja Elektre Zagreb i zauzima manje od 20% površine distribucijskog područja, ali se na području Grada Zagreba troši preko 90% električne energije distribucijskog područja.

Tablica 2.1. Potrošnja električne energije i ostvarena vršna snaga na području Elektre Zagreb u razdoblju od 2006. do 2008. godine

Godina	Električna energija [GWh]	Vršna snaga [MW]
2006.	3 814	688
2007.	3 951	711
2008.	4 073	682

Električna energija koja se potroši na području Elektre Zagreb iznosi oko četvrtine potrošnje u Republici Hrvatskoj, a u prethodne tri godine porast potrošnje iznosi 3-4 % godišnje, dok se ostvarena vršna snaga kreće na razini od oko 700 MW i ona se bilježi u najhladnjem periodu godine - u prosincu ili siječnju. U posljednjih nekoliko godina primjetan je porast vršne snage u ljetnim mjesecima, ali ona zasada još ne dosiže zimske maksimume.

Područje Grada Zagreba opskrbljuje se električnom energijom uglavnom iz pet izvora:

- Dvije termoelektrane (proizvodni objekti):
 - TE-TO Zagreb (kogeneracijsko postrojenje, instalirane električne snage 328 MW i toplinske snage 740 MW),
 - EL-TO Zagreb (kogeneracijsko postrojenje, instalirane električne snage 87 MW i toplinske snage 342 MW);
- Tri transformatorske stanice:
 - TS 400/110 kV Tumbri,
 - TS 400/220/110 kV Žerjavinec,
 - TS 220/110 kV Mraclin.

Svi navedeni izvori nalaze se na području Grada Zagreba, osim TS 220/110 kV Mraclin koja je smještena na području Zagrebačke županije.

Iz navedenih objekata potrošači se napajaju putem distribucijske mreže nižih naponskih razina (30 kV, 20 kV, 10 kV i 0,4 kV).

Elektra Zagreb je podijeljena u 7 pogonskih jedinica:

- Pogon Zagreb,
- Pogon Sv. Klara,
- Pogon Sv. Ivan Zelina,
- Pogon Dugo Selo,
- Pogon Velika Gorica,
- Pogon Samobor,
- Pogon Zaprešić.



Slika 2.1. Pogoni Elektre Zagreb

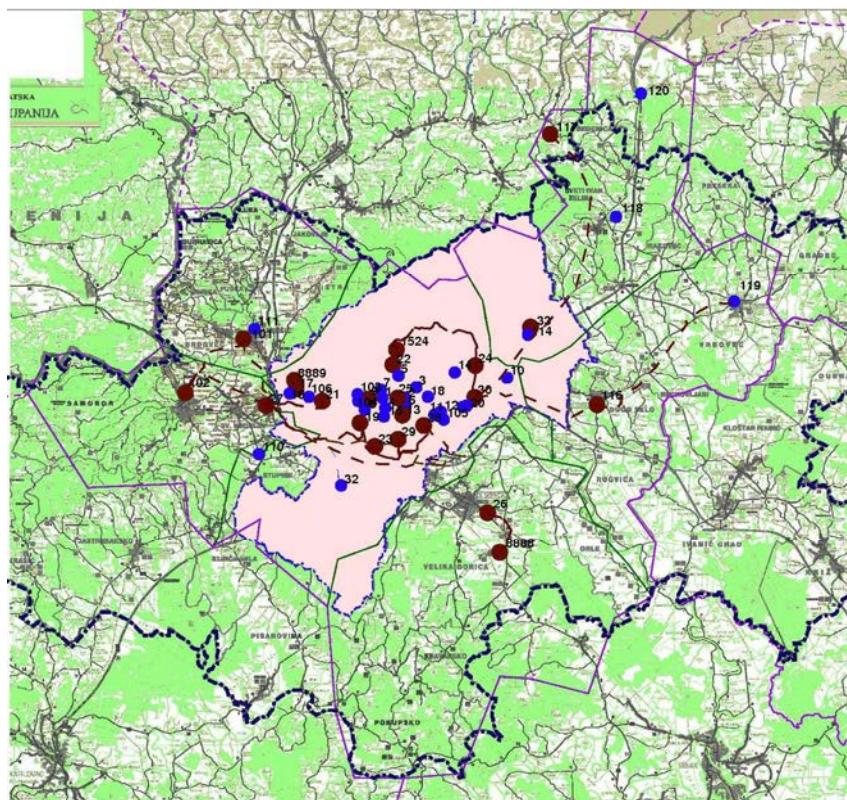
Grad Zagreb se uglavnom prostire na području Pogona Zagreb, a samo rubni dijelovi Grada pripadaju graničnim, manjim područjima susjednih pogona - najviše Pogonu Sv. Ivan Zelina (oko 20% Pogona Sv. Ivan Zelina nalazi se na području Grada). Izuzetak je Pogon Sv. Klara, koji se gotovo u cijelosti nalazi na području Grada Zagreba, iz razloga što je do 2006. godine područje današnjeg Pogona Sv. Klara bilo sastavni dio Pogona Zagreb, kao izdvojeni pogonski ured. Intenzivnom izgradnjom velikih poslovnih objekata na tom području u posljednjih desetak godina, mali pogonski ured je značajno rastao u smislu izgradnje elektroenergetske infrastrukture i porasta potrošnje električne energije, te je time stekao status pogona.

Unutar distribucijske mreže postoje transformatorske stanice koje možemo podijeliti u dvije razine:

- a) transformatorske stanice više naponske razine (pojne točke):
 - TS 110/x kV ($x=10, 20, \text{ ili } 30$),
 - TS 30/10(20) kV
- b) transformatorske stanice niže naponske razine:
 - TS 10/0,4 kV i TS 20/0,4 kV.

Na području Elektre Zagreb nalazi se 40-ak transformatorskih stanica više naponske razine (pojnih točaka) i oko 4000 transformatorskih stanica niže naponske razine.

U Pogonu Zagreb nalazi se većina pojnih točaka Elektre Zagreb (10 transformatorskih stanica 110/10(20) kV i 14 transformatorskih stanica 30(35)/10 kV) i oko 2200 transformatorskih stanica TS 10(20)/0,4 kV.



Slika 2.2. Raspored pojnih točaka Elektre Zagreb

Područje Pogona Sv. Klara napaja se iz TS 110/20 kV Botinec, instalirane snage 80 MVA, i TS 30/20 kV Brezovica, instalirane snage 8 MVA. Pogon broji oko 220 TS 20/0,4 kV.

Na području Pogona Sv. Klara srednjenačinska mreža u cijelosti radi na pogonskom naponu 20 kV, a podjednak je udio kabelskih i nadzemnih vodova, s tim da udio kabelske mreže sve više raste izgradnjom novih objekata.

Na području Pogona Zagreb u završnoj fazi je izrada investicijsko-tehničke dokumentacije četiriju novih važnih pojnih točaka u Zagrebu - transformatorskih stanica 110/10(20)kV, a završetak izgradnje i puštanje u pogon očekuje se kroz nekoliko godina. Puštanjem u pogon tih pojnih točaka ne samo da će se povećati pouzdanost elektroenergetskog sustava Pogona Zagreb, već će se stvoriti preduvjeti za urbanizaciju i gospodarski razvoj pojedinih dijelova užeg i šireg središta Grada Zagreba.

U razvojnim planovima Elektre Zagreb tendencija je postupnog ukidanja pojnih točaka naponske razine 30 kV, te uvođenje srednjenačne distribucijske naponske razine 20 kV. U skladu s tim

ukidaju se transformacije 110/30kV, te 30/10kV, a konačan cilj je uspostava distribucijskog elektroenergetskog sustava s transformacijama 110/20 kV, te 20/0,4 kV.

Srednjenaponska mreža na području Pogona Zagreb gotovo je u cijelosti kabelska (preko 97%). Razvoj srednjenaponske mreže ide u smjeru prelaska s pogonskog napona 10 kV na pogonski napon 20 kV, čime se udvostručuje prijenosna moć srednjenaponskih vodova te poboljšavaju strujno-naponske prilike i smanjuju gubici u srednjenaponskoj mreži. Na području Pogona Zagreb zasad samo srednjenaponska mreža vezana na pojnu točku (transformatorsku stanicu 110/20 kV) u Podsusedu radi na pogonskom naponu 20 kV (oko 120 transformatorskih stanica 20/0,4 kV), dok se u ostalim dijelovima grada kontinuirano obavlja priprema za prelazak na pogonski napon 20 kV i u planu je da jedna po jedna pojna točka s pripadnom srednjenaponskom mrežom prelazi na 20 kV.

Model povezne srednjenaponske mreže kod kojeg svaki kabelski izlaz iz pojedine pojne točke prolazi, odnosno napaja određen broj transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV i završava u drugoj pojnoj točki, zastavljen je u središtu Grada Zagreba, gdje je najveća zemljopisna gustoća potrošača, a postoji i potreba za povećanom sigurnosti napajanja električnom energijom jer je u istom području smještena većina državnih i društvenih institucija, kao i važni gospodarski subjekti.

Model prstenaste srednjenaponske mreže kod kojeg iz jedne pojne točke kabelski izlaz napaja određen broj transformatorskih stanica 10(20)/0,4kV i vraća se u početnu pojnu točku, egzistira u rubnim dijelovima središta Grada Zagreba gdje postoji relativno velika gustoća potrošača, ali znatno manja u odnosu na samo središte grada. Povećanje sigurnosti u isporuci električnom energijom u ovim područjima nastoji se postići pretvaranjem prstenaste mreže u poveznu na način da se postojeće kabelske prstene iz dvaju susjednih pojnih točaka otvara u poveznu mrežu istih pojnih točaka.

Stanje elektroenergetskih objekata na području Elektre Zagreb je u zadovoljavajućem stanju, jer su stalno prisutna ulaganja u izgradnju novih i rekonstrukciju postojećih objekata. Razlozi ulaganja u poboljšanje opskrbe i kvalitete električne energije proizlaze iz nove zakonske regulative koja postavlja strože kriterije, te zahtjeva važnih kupaca (posebice kupaca iz područja gospodarstva) za sve boljom kvalitetom isporučene električne energije. Zahvaljujući značajnim ulaganjima, tzv. sive zone – područja s lošim naponskim prilikama uzrokovanih preopterećenim niskonaponskim strujnim krugovima – polako nestaju, a još prije desetak godina su bile prilično česta pojava. Isto tako, nekad česti, uglavnom kratkotrajni prekidi u isporuci električne energije radi prolaznih kvarova u srednjenaponskoj nadzemnoj mreži, u posljednjih nekoliko godina su gotovo u potpunosti eliminirani ugradnjom tzv. Petersenovih prigušnica, uređaja koji kompenziraju pojavu ovakve vrste kvarova i time sprečavaju te kratkotrajne, ali često neugodne prekide u isporuci električne energije. Uzemljenje srednjenaponske mreže preko Petersenove prigušnice realizirano je u Pogonu Sv. Klara, u pojnoj točki Botinec.

2.2. Plinski sustav

Godine 1863. na ugлу Gundulićeve i Hebrangove ulice puštena su u pogon prva postrojenja u kojima se postupkom suhe destilacije iz drveta dobivao gradski plin (H_2). Plin je u početku korišten samo za rasvjetu gradskih trgova i ulica putem plinskih svjetiljki, a ubrzo se krenulo s uvođenjem plina u domaćinstva i industriju.

Gradsko zastupstvo 1898. godine donosi odluku o otkupu Plinare koja je realizirana 1900. godine, čime Plinara postaje Gradska plinara Zagreb d.o.o. Godine 1911. otvaraju se novi pogoni na današnjoj lokaciji u Radničkoj cesti.

Godine 1955. do Zagreba stiže i prirodni plin (CH_4) iz kojeg se prvo vrijeme proizvodio gradski plin. Nakon provedenih zamjena plinovoda, podešavanja plinskih naprava i izgradnje nove plinske mreže, započelo se s distribucijom prirodnog plina. Od 1993. godine distribuira se isključivo prirodni plin.

Sukladno zakonskoj regulativi (Zakon o tržištu plina i Zakon o energiji), a u cilju liberalizacije tržišta prirodnog plina, 2008. godine Gradska plinara Zagreb d.o.o. razdvojila je energetske djelatnosti čime su nastala dva nezavisna energetska subjekta na tržištu plina:

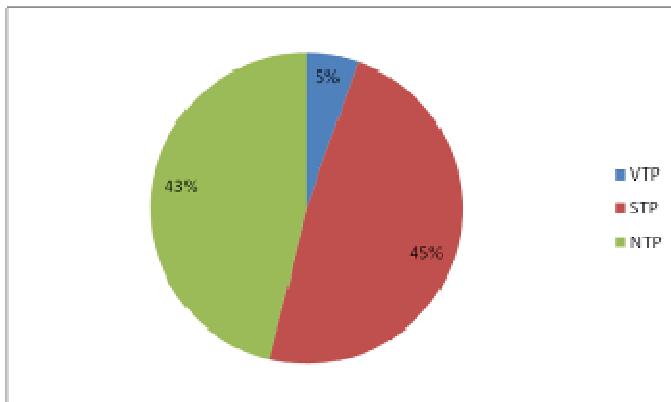
- Gradska plinara Zagreb d.o.o. - operator distribucijskog sustava (ODS) koji obavlja djelatnost distribucije prirodnog plina i odgovorna je za održavanje i izgradnju plinske mreže (mrežno poslovanje) i
- Gradska plinara Zagreb - Opskrba d.o.o. - pravna osoba koja obavlja djelatnost opskrbe prirodnim plinom krajnjih kupaca - kućanstva i poduzetništvo (tržišna djelatnost).

Gradska plinara Zagreb d.o.o. 2007. godine potpisuje s Gradom Zagrebom ugovor o koncesiji za obavljanje energetske djelatnosti distribucije prirodnim plinom osnovom kojeg koristi postojeći plinski distribucijski sustav i gradi novu plinsku mrežu.

Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o. 2008. godine stječe status nositelja javne usluge opskrbe prirodnim plinom tarifnih kupaca (kategorija kućanstva) do 2013. godine i kupaca iz kategorije poduzetništva.

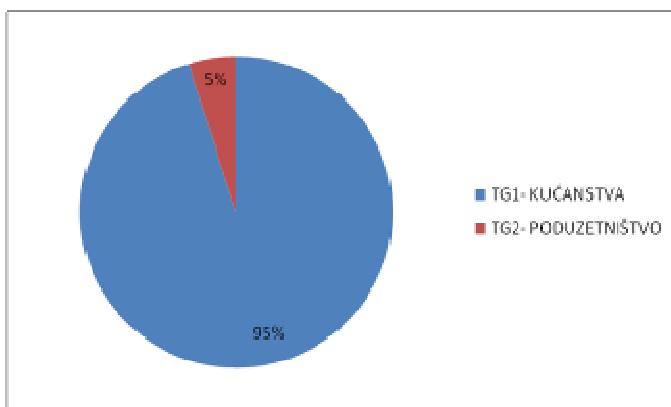
Plinski distribucijski sustav u Gradu Zagrebu sastoji se od visokotlačnih (VT), srednjetlačnih (ST) i niskotlačnih (NT) plinovoda te plinskih regulacijskih stanica, odorizacijskih stanica, blokadnih stanica i ostalih nadzemnih i podzemnih plinoopskrbnih objekata. Ulaz prirodnog plina u distributivno područje Grada kontrolira se na 4 primopredajne mjerno-regulacijske stanice i to Zagreb-zapad, Zagreb-istok, Zagreb-jug i Ivanja Reka.

Ukupna duljina plinske mreže na području Grada iznosi 2 864 km od čega se 5% ukupne duljine odnosi na VT plinovode u kojima je radni tlak 4 - 6 bara pretlaka, 42% na ST plinovode radnog tlaka 1 - 4 bara pretlaka i 53% na NT plinovode radnog tlaka 30 - 100 mbara pretlaka. Plinska mreža izgrađena je od čelika (22%) i PE-HD (78%).



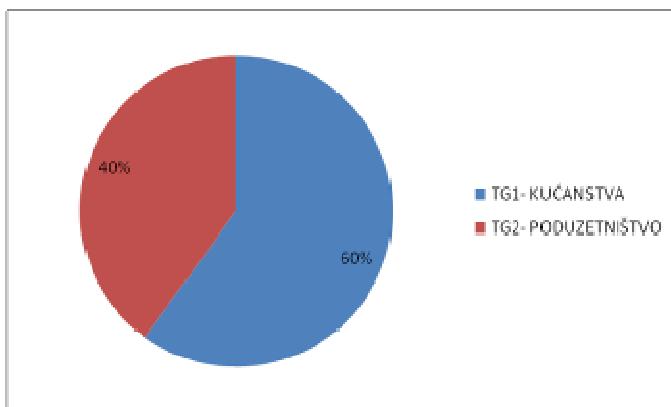
Slika 2.3. Grafički prikaz strukture plinske mreže prema radnom tlaku

Ukupan broj potrošača prirodnog plina na području Grada Zagreba na kraju 2008. godine iznosio je 231 291, od čega je 219 307 potrošača iz kategorije kućanstava i 11 984 potrošača iz kategorije poduzetništva.



Slika 2.4. Grafički prikaz strukture potrošača prema tarifnim grupama

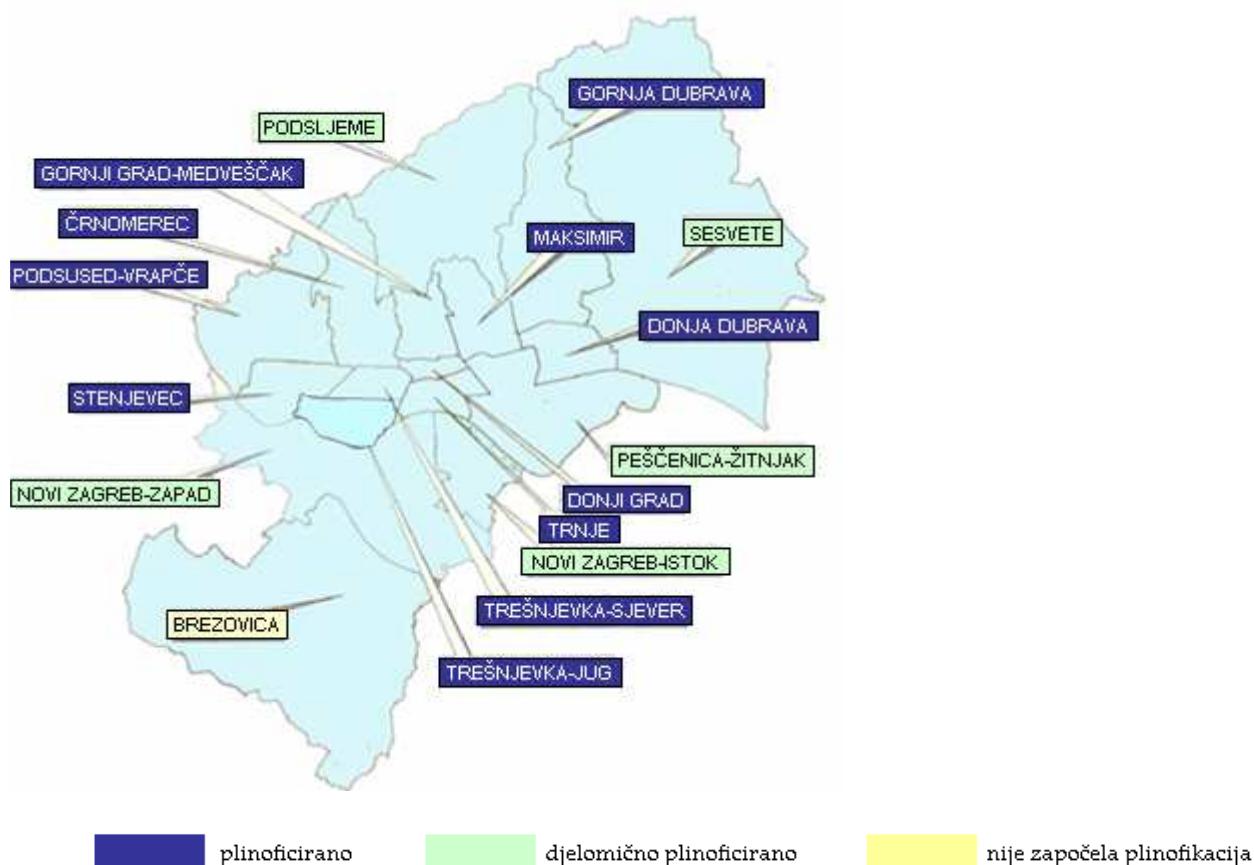
Isporučena količina prirodnog plina potrošačima na području Grada Zagreba u 2008. godini iznosila je 397 362 252 Sm³ od čega na kućanstva otpada 60% ukupne potrošnje, a na poduzetništvo 40%.



Slika 2.5. Grafički prikaz isporučenih količina plina prema potrošačima

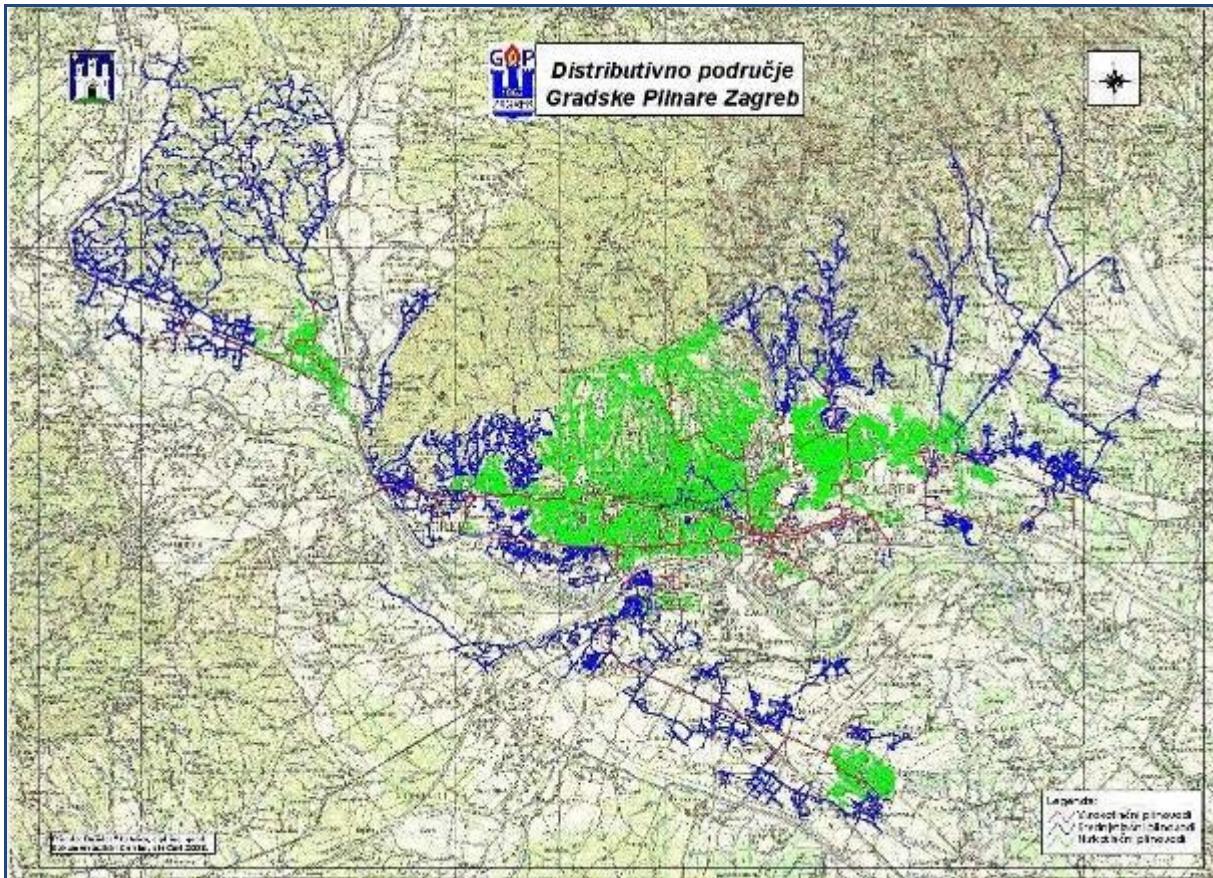
Ako se izuzmu domaćinstva i industrija koja su spojena na CTS Grada Zagreba, procjenjuje se, s obzirom na izgrađenost plinske mreže, da je Grad Zagreb plinoficiran oko 60 - 80%. Plinifikacija po gradskim četvrtima:

- Plinoficirane gradske četvrti: Donji grad, Maksimir, Gornji grad-Medveščak, Trešnjevka-sjever, Trešnjevka-jug, Črnomerec, Podsused-Vrapče, Stenjevec, Gornja Dubrava, Donja Dubrava i Trnje,
- Djelomično plinoficirane gradske četvrti: Podsljeme, Sesvete, Peščenica-Žitnjak, Novi Zagreb-istok i Novi Zagreb-zapad,
- Četvrti u kojima nije započeta plinifikacija: Brezovica.



Slika 2.6. Grafički prikaz plinoficiranosti Grada Zagreba prema gradskim četvrtima

Osim Gradske plinare Zagreb d.o.o. i Gradske plinare Zagreb – Opskrba d.o.o., na području Grada Zagreba, INA naftaplin d.d. direktno opskrblijuje prirodnim plinom HEP EL-TO Zagreb i HEP TE-TO Zagreb za potrebe proizvodnje električne i toplinske energije. Godišnja potrošnja TE TO iznosi 287 000 000 Sm³, a EL-TO oko 200 000 000 Sm³ prirodnog plina.



Slika 2.7. Prikaz izgrađenosti plinske mreže na području Grada Zagreba

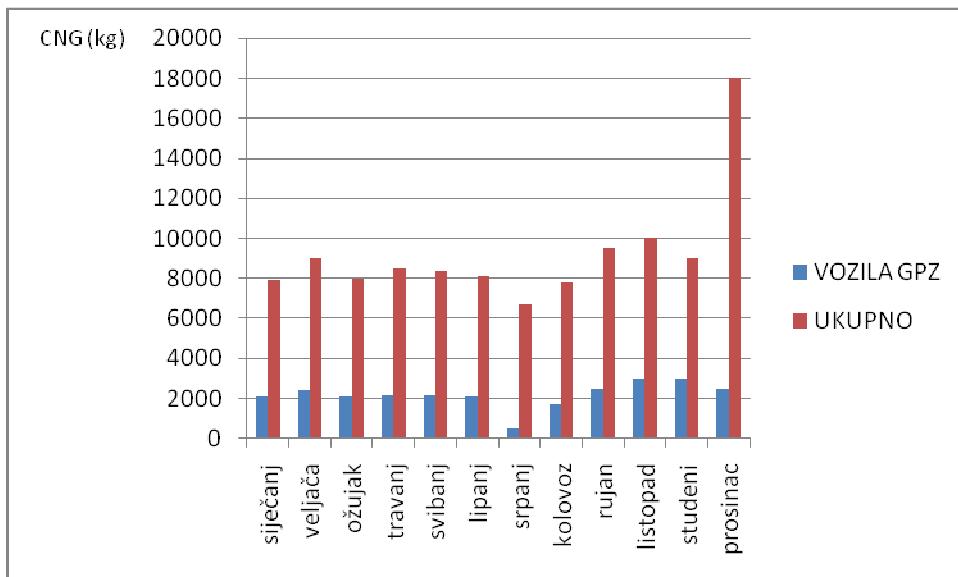
Prva punionica stlačenog prirodnog plina (CNG) za korištenje u autobusima, a trenutno i jedina punionica CNG-a na području Grada Zagreba i u Hrvatskoj, otvorena je 1993. godine i nalazi se na Radničkoj cesti 1 (slika 2.7.).



Slika 2.8. Punionica stlačenim prirodnim plinom GPZ u Radničkoj 1 u Zagrebu

Gradska plinara Zagreb - Opskrba d.o.o. preko iste isporučuje prosječno 145 000 Sm³, tj. 100 500 kg plina godišnje. Dnevni kapacitet punjenja je oko 400 vozila. Punjenje standardiziranih spremnika od 50 litara, kapaciteta 13 kg traje nekoliko minuta i stoji 51,61 kn (1 kg CNG-a stoji 3,97 kn, cijena u Gradskoj plinari Zagreb – Opskrba d.o.o. na dan 02.04.2009. godine).

Četvrtina ukupne isporuke plina odnosi se na vozila Gradske plinare Zagreb d.o.o. koja u svojem voznom parku ima 70-tak vozila na prirodni plin (slika 2.9.).



Slika 2.9. Prikaz prodaje CNG-a po mjesecima u 2008.g.

Zagrebački holding – Podružnica ZET planira u 2009. godini nabaviti 60 autobusa na SPP (CNG) koji bi zamjenili dio autobusa na eurodiesel (slika 2.10.). Planirana je i izgradnja novih punionica SPP, a prva bi bila izgrađena na području remize u Dubravi.



Slika 2.10. – Prva dva autobusa ZET-a na prirodni plin (snimljeno 2. travnja 2009.)

2.3. Toplinarstvo

Na području Grada Zagreba tvrtka HEP-Toplinarstvo d.o.o. jedina obavlja djelatnost proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinske energije kućanstvima i industrijskim subjektima. HEP Toplinarstvo je podijeljeno u četiri pogona i isporučuje toplinsku energiju u šest hrvatskih gradova, od čega u tri grada preko centralnog toplinskog sustava. Unutrašnju organizaciju čine korporativne službe i četiri pogona - Pogon Toplinske mreže i Pogon Posebne toplane u Zagrebu te Pogon Osijek i Pogon Sisak.

Poslovanje tvrtke HEP-Toplinarstvo d.o.o. regulirano je Zakonom o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05), kojim je stvoren pravni okvir za sustavno i organizirano poslovanje i funkcioniranje sektora toplinarstva u Hrvatskoj. Osobito je važno što se ovim zakonom potiče mjerjenje i racionalno korištenje energije te se korisnicima omogućava da sami kontroliraju svoju potrošnju toplinske energije. U sve nove objekte koji se trebaju priključiti na CTS ugrađuju se individualne toplinske podstanice koje omogućuju individualnu regulaciju, tj. određivanje razine komfora te evidentiranje utrošene energije za pojedinu stambenu jedinicu, odnosno stan. Stupanjem Zakona na snagu, djelatnost opskrbe toplinskom energijom izuzeta je iz nadležnosti Zakona o komunalnom gospodarstvu.

Tvrtka HEP-Toplinarstvo d.o.o. daleko je najveća tvrtka ovakve vrste u Hrvatskoj, a prema apsolutnom broju potrošača priključenih na sustav toplinarstva Grad Zagreb je prvi u Hrvatskoj s oko 100 000 potrošača, od čega je preko 80% kućanstava. Tvrtka HEP Toplinarstvo d.o.o. pokriva potrošače u Zagrebu, Osijeku, Zaprešiću, Samoboru i Velikoj Gorici (tablica 2.2)

Tablica 2.2. Broj potrošača i karakteristike sustava HEP Toplinarstva na području Grada Zagreba (PTM - Pogon toplinske mreže, PPT - Pogon posebne toplane)

Broj potrošača – kućanstva	101 376 (PTM + PPT)
Broj potrošača – poslovni prostori	4 531 (PTM + PPT)
Vrelvodna mreža u km	216,0 (PTM)
Parovodna mreža u km	43,0 (PTM)
Maks. promjer vrelovoda u mm	850 (PTM + PPT)
Maks. promjer parovoda u mm	600 (PTM + PPT)
Broj toplinskih stanica	2520 (PTM)

Toplinarski sustav HEP CTS Zagreb se opskrbuje iz proizvodnih lokacija izvan samog sustava (kogeneracijska postrojenja HEP Proizvodnje d.o.o.). Sustav se sastoji od vrelvodne mreže koja spaja izvor (dvije zagrebačke toplane: TE-TO i EL-TO) i toplinske stanice krajnjih potrošača-stambenih i poslovnih zgrada. Za ilustraciju odnosa instaliranih toplinskih kapaciteta za grijanje, valja istaknuti ukupnu instaliranu toplinsku snagu u kogeneracijskim postrojenjima u Zagrebu u iznosu 618 MWt (TE-TO) i 341 MWt (EL-TO). Tijekom 2008. godine ukupna isporučena toplinska energija za potrošače na području Grada Zagreba iznosila je 1 710 434 MWh ogrjevne topline (vrela voda) te 656 392 tona tehnološke pare.

Cijene HEP Toplinarstva d.o.o. za vrelu/toplu vodu određene su po distribucijskim područjima za industriju i poslovne potrošače te kućanstva priključena na centralizirani toplinski sustav, kao i na područne toplane, odnosno zasebne kotlovnice. Jednako tako, određene su cijene za tehnološku

paru za industriju i poslovne potrošače priključene na centralizirani toplinski sustav (tablica 2.3. i 2.4.).

Dijelovi toplinskih sustava u Zagrebu stari su više od 40 godina, dotrajali su i sve izloženiji puknućima, što dovodi do povećanja gubitaka u ciklusu i povećanih troškova održavanja. Radi povećanja pouzdanosti sustava pripremljen je projekt zamjene najugroženijih dijelova vrelovodne mreže. Ukupan trošak provedbe projekta u Zagrebu i Osijeku je oko 24 milijuna eura, koji će se osigurati kreditom Svjetske banke. Prema smjernicama Svjetske banke i u skladu s propisima Republike Hrvatske, izrađen je Plan zaštite okoliša, kao separat Predstudije izvodljivosti zamjene i revitalizacije magistralnih vrelovoda CTS-a grada Zagreba i Osijeka.

Tablica 2.3. Visina tarifnih stavki toplinske energije (vrela/topla voda) HEP-Toplinarstva d.o.o. za Grad Zagreb

Tarifne grupe (Tg)	Tarifni modeli (TM)	Tarifni elementi (Te)		
		Te1 Energija	Te2 Snaga	Te3 Naknada
		(kn/kWh)	(kn/kW/mj.)	(kn)
Tg1-Industrija i poslovni potrošači priključeni na centralizirani toplinski sustav	TM1-zasebno mjerilo	0,23	14,42	0,00
	TM3-zajedničko mjerilo	0,23	14,42	0,00
Tg3-Kućanstva priključena na centralizirani toplinski sustav	TM7-zasebno mjerilo	0,12	11,13	0,00
	TM8-zajedničko mjerilo	0,12	11,13	0,00

Tablica 2.4. Visina tarifnih stavki toplinske energije (tehnološka para) HEP-Toplinarstva d.o.o. za Grad Zagreb

Tarifne grupe (Tg)	Tarifni modeli (TM)	Tarifni elementi (Te)		
		Te1 Energija	Te2 Snaga	Te3 Naknada
		(kn/t)	(kn/kW/mj.)	(kn)
Tg1-Industrija i poslovni potrošači priključeni na centralizirani toplinski sustav	TM2-zasebno mjerilo	125,70	7.973,60	0,00
	TM4-zajedničko mjerilo	125,70	7.973,60	0,00

Napomena: Navedene cijene su bez PDV-a

2.4. Dosadašnja iskustva korištenja obnovljivih izvora energije

Stalni porast cijene energetika i činjenica da su konvencionalni izvori energije ograničeni i isčpljivi razvija svijest o uštedi energije i zaštiti okoliša. Na području Grada Zagreba sve je veći interes i potreba za obnovljivim izvorima energije. Kao rezultat toga unutar Grada Zagreba postoji više primjera korištenja obnovljivih izvora energije, ali još uvijek je riječ o ograničenim primjerima malog učinka i utjecaja.

Na području korištenja **solarne energije**, uz zasad nepoznat, ali nezanemariv broj instaliranih solarnih kolektora za pripremu tople vode na privatnim kućama, treba istaknuti dvije solarne elektrane, *Solarni krov Špansko i Kuća STILIN d.o.o.* te korištenje solarne energije za automate za naplatu parkiranja u sastavu gradske tvrtke Zagrebparking d.o.o.

U zapadnom dijelu Grada Zagreba, u naselju Špansko, na krovu obiteljske kuće ugrađen je solarni fotonaponski sustav za proizvodnju električne energije te solarni kolektori sa spremnikom za pohranu toplinske energije za grijanje vode za potrebe kućanstva. Kada nije dostatna energija Sunčeva zračenja, kao dopunski energet u sustavu grijanja i pripreme potrošne tople vode, koristi se plin.



Slika 2.11. Sunčana elektrana na krovu obiteljske kuće u Španskom

Solarni fotonaponski sustav je u paralelnom pogonu s distribucijskom niskonaponskom mrežom Elektre Zagreb i prvotno je bio zamišljen da se koristi za napajanje električnom energijom trošila u obiteljskoj kući, a da se višak proizvedene električne energije predaje u distribucijsku mrežu. Za

vrijeme dok solarni sustav ne proizvodi dovoljno energije (noću i za vrijeme oblačna vremena), napajanje trošila nadopunjuje se preuzimanjem energije iz distribucijske mreže.

Donošenjem zakonske regulative (2007. godine) koja definira uvjete za povlaštene proizvođače električne energije iz obnovljivih izvora energije, otvorila se mogućnost da se sva električna energija proizvedena iz sunčeve energije isporuči HEP-u i sklopi Ugovor o otkupu električne energije sa HROTE-om po vrlo povoljnoj tarifi.

Vlasnik sunčane elektrane u Španskom je 2008. godine stekao status povlaštenog proizvođača i sklopio Ugovor o otkupu električne energije, s tim da su električna instalacija u kući i priključno mjesto elektrane na mrežu HEP-a preuređeni kako bi se sva proizvedena električna energija iz elektrane mogla predati u mrežu HEP-a. U tom slučaju se kompletno napajanje trošila u kući obavlja isključivo preuzimanjem električne energije iz mreže HEP-a. Korisnik mreže kao proizvođač isporučuje energiju u mrežu HEP-a po višestruko puta većoj cijeni od cijene koju kao kupac plaća za preuzetu energiju iz mreže HEP-a. Na taj način je ostvareno da korisnik mreže ostvaruje značajnu dobit od prodaje električne energije i time se investicija u izgradnju sunčane elektrane puno brže isplaćuje nego da korisnik mreže isporučuje i prodaje u mrežu HEP-a samo višak proizvedene energije.

Sunčana elektrana u vlasništvu tvrtke Kuća STILIN d.o.o. na Žitnjaku još jedan je primjer primjene korištenja sunčeve energije za proizvodnju električne energije. Slično kao i u slučaju sunčane elektrane u obiteljskoj kući u Španskom, ideja investitora je bila koristiti električnu energiju proizvedenu u vlastitom postrojenju za svoje potrebe u proizvodnji tekstila i odjeće, a višak energije predavati u mrežu HEP-a i za to dobiti određenu naknadu.

Pojavom zakonske regulative koja omogućuje stjecanje statusa povlaštenog proizvođača iz obnovljivih izvora energije, korisnik mreže je poduzeo potrebne aktivnosti kako bi svu proizvedenu energiju u svojoj elektrani mogao prodati po povlaštenoj cijeni i u tijeku je ishođenje potrebne dokumentacije.



Slika 2.12. Pogled na solarni fotonaponski sustav na krovu tvrtke Kuća STILIN d.o.o.

Zanimljivu inicijativu predstavlja instalacija 351 automata za naplatu parkiranja koji koriste solarnu energiju, a koje je postavio Zagrebparking d.o.o. Automati su proizvedeni i postavljeni od strane Siemensa, a svaki je opremljen fotonaponskim panelom snage 20 W i akumulatorom kapaciteta 65 Ah. Velika prednost ovih aparata, osim smanjene potrošnje energije, je u neovisnosti od vanjskog napajanja.



Slika 2.13. Automat za naplatu parkiranja na solarnu energiju

Dosadašnja iskustva s aparatima u eksploataciji su pozitivna obzirom da ih cijele godine ne treba servisirati, a da je vijek trajanja akumulatora četiri godine.

Sa stanovišta instaliranog kapaciteta, najznačajniji projekti korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba su elektrana na **deponijski plin** na odlagalištu otpada Jakuševec, odnosno elektrana na **bioplín** u sastavu CUPOV Zagreb (centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda).

Termoelektrana (TE) Jakuševec izgrađena je u sklopu projekta sanacije smetlišta u zagrebačkom naselju Jakuševec i kao pogonsko gorivo koristi deponijski plin. Kompletna proizvedena električna energija isporučuje se u distribucijsku mrežu Elektre Zagreb putem priključka na srednjepakonsku mrežu pogonskog napona 10 kV.

Na lokaciji Jakuševec godinama poznatoj pod nazivom *zagrebačko smetlište*, 1998. godine Grad Zagreb je pokrenuo projekt sanacije kojim je u prvom redu bilo potrebno zaštитiti obližnje gradsko vodocrpilište, a zatim i cjelokupan okoliš te izgraditi deponij po svim europskim standardima. Za vođenje projekta sanacije, Grad Zagreb je iste godine osnovao tvrtku ZGOS d.o.o.

Projektom novog deponija izvedena je sanacija kompletног starog odlagališta i omogućeno deponiranje novog otpada do najmanje 2010. godine. Početni radovi obuhvaćali su izradu vodonepropusnog brtvenog sloja, koji sprječava bilo kakav kontakt otpada s okolnim zemljištem. U glavnom projektu sadržani su i manji projektni paketi koji obuhvaćaju izgradnju sljedećih sustava: sustav procjednih voda, sustav predobrade otpada, sustav za gospodarenje plinom te

sustav monitoringa koji obuhvaća opažanja stanja okoliša odlagališta. Do rujna 2003. godine ukupno 7 500 000 m³ otpada prevezeno je na 5 novih ploha, ukupne površine 36 ha, s uređenim brtvenim slojem i sustavom odvodnje procijednih voda, a do sredine 2004. izvršeno je prekrivanje deponija nepropusnom folijom, te slojevima šljunka i gline. Time su stvoreni svi potrebni preduvjeti za sprečavanje širenja u okoliš deponijskog plina koji se stvara razlaganjem otpada.

Izgradnjom plinskih zdenaca i postavljanjem plinske instalacije za skupljanje deponijskog plina i njegovog transporta do postrojenja za obradu, projekt je završen u cijelosti sredinom 2004. godine, čime su bili zadovoljeni i svi uvjeti za pokretanje paketa za energetsko iskorištenje deponijskog plina.

Plinski zdenci su izbušene rupe u deponiju s instaliranim perforiranim cijevima obloženim granulatom. Ukupno 48 plinskih zdenaca povezano je plinskim cijevima u jedinstvenu plinsku mrežu koja završava u stanici za prikupljanje plina. Prikupljanje plina se vrši pomoću kompresorskih pumpi, a iz stanice za prikupljanje plina plin se dalje usmjerava na baklje ili generatorsko postrojenje. U bakljama plin izgara u trenucima zastoja u radu generatora. U tom slučaju proizvedena toplinska energija se ne iskorištava i oslobađa se u okolnu atmosferu. Plinska mreža koja opskrbљuje generatorsko postrojenje plinom ukupne je dužine cca 8 km.

Deponijski plin sadrži od 40-60% metana (CH₄), 20-35% ugljičnog dioksida (CO₂), 0-3% kisika (O₂), i kao takav predstavlja kvalitetan energetski pogon plinskih motora. Analizama je utvrđeno da bi investicija u izgradnju postrojenja za proizvodnju električne energije koje bi kao gorivo koristilo deponijski plin bila isplativa, uz uvjet da se kompletne proizvedene energije može isporučiti i prodati HEP-u, kako je i ostvareno sklapanjem ugovora o prodaji.



Slika 2.14. Termoelektrana Jakuševac

Do listopada 2004. godine na deponiju količina proizvedenog plina dosegla je protok od $600 \text{ m}^3/\text{h}$ što je bilo dovoljno za puštanje u pogon elektrane s dva generatora snage po 1168 kW. Tehnički minimum za pogon generatora iznosi 400 kW za što je potreban protok plina od $200 \text{ m}^3/\text{h}$.

TE Jakuševac sastoji se od sljedećih glavnih komponenata:

- kompresorske plinske postaje koja usisava plin s deponija, obrađuje ga i usmjeruje na plinske motore za pogon generatora,
- generatorskog postrojenja s plinskim motorima i rashladnim i ispušnim sustavom smještenim u kontejnere (2 kom.),
- energetskih transformatora (2 kom.)
- daljinski upravljivog srednjenačinskog postrojenja,
- popratnih objekata.

Nakon izgradnje termoelektrane obavljena su potrebna ispitivanja i objekt je pušten u probni pogon u prosincu 2004. godine.

TE Jakuševac projektirana je na način da je predviđen samo paralelni rad elektrane s mrežom Elektre Zagreb. Otočni rad elektrane nije dozvoljen jer je predviđeno da se kompletno proizvedena električna energija isporučuje u distribucijsku mrežu HEP-a. Napajanje niskim naponom vlastite potrošnje elektrane (rasvjeta, klima i sl.) ostvareno je iz niskonaponske distribucijske mreže.

Isporukom cijelokupno proizvedene električne energije u elektroenergetsku mrežu HEP-a i njenom prodajom, tijekom sljedećih 20 do 30 godina (očekivano trajanje eksploatacije deponijskog plina), očekuje se da će investitor isplatiti cijelokupni iznos sredstava uloženih u izgradnju elektrane, te ostvariti značajnu dobit.

Termoelektrana (TE) CUPOV izgrađena je u sklopu Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba i kao pogonsko gorivo koristi biološki plin koji nastaje u fazi biološkog pročišćavanja otpadnih voda.

TE CUPOV je izgrađena i puštena u pogon u veljači 2007. godine te je priključena na srednjenačinsku distribucijsku mrežu Elektre Zagreb pogonskog napona 10 kV. Zamišljeno je da se proizvedena električna energija u elektrani koristi prvenstveno za vlastite potrebe na lokaciji Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a priključak na mrežu Elektre Zagreb koristi kao nadopuna potrebne energije ili rezerva u slučaju problema u radu elektrane. Trenutno je situacija takva da se električnom energijom proizvedenom u elektrani pokriva veći dio potreba za potrošnjom električne energije na lokaciji Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a razlika energije se uzima iz mreže Elektre Zagreb.

Također, omogućeno je da se eventualni višak proizvedene električne energije isporučuje u mrežu Elektre Zagreb, iako prodaja tog viška nije ugovorenja sa Hrvatskim operatorom tržišta energije (HROTE-om) jer, do sada, nije bilo isporuke električne energije u mrežu Elektre Zagreb. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda još ne radi punim kapacitetom, a kad uskoro bude tako, povećat će se i količina proizvedenog biološkog plina, a time će porasti i proizvodnja električne energije u elektrani i mogućnost stvaranja viška proizvedene električne energije i isporuke u mrežu Elektre Zagreb.

Dozvoljen je i otočni rad elektrane, tako da u slučaju nestanka napajanja iz mreže Elektre Zagreb, elektrana može raditi odvojeno od mreže Elektre Zagreb i napajati samo lokaciju Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Projekt izgradnje Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba jedan je od najvećih i najizazovnijih ekoloških zahvata u Europi. Kao posljedica poraslih zahtjeva za zaštitu okoliša, a na temelju zakonskih propisa koji obvezuju na provođenje mjera smanjenja stupnja zagađenosti voda, posebice rijeke Save, raspisan je od strane Grada Zagreba i Hrvatskih voda natječaj za izgradnju Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba. Konzorcij je izradio cjeloviti plan aktivnosti, koji u skladu sa specifičnim konstruktivnim i lokalnim uvjetima predviđa sljedeće mjere:

- Projektiranje i izgradnju Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba (CUPOVZ) (predviđena je veličina izgradnje za 1,2 milijuna stanovnika, u konačnoj fazi za 1,5 milijuna stanovnika),
- Projektiranje i izgradnju pripadajućih objekata uprave i objekata za stručnu obuku,
- Zatvaranje i dogradnju glavnog odvodnog kanala u duljini od cca. 5,5 km,
- Izgradnju glavnog dovodnog cjevovoda za otpadne vode iz Novog Zagreba u duljini od cca. 10 km,
- Izgradnju četverotračnog mosta preko rijeke Save (Domovinski most),
- Izgradnju pristupnih cesta do Domovinskog mosta i do uređaja za pročišćavanje otpadnih voda,
- Financiranje cjelokupnog projekta,
- Upravljanje uređajem za pročišćavanje otpadnih voda i crpnom stanicom na desnoj obali rijeke Save u trajanju od 28 godina nakon potpisivanja Ugovora o koncesiji.



Slika 2.15. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba

Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba, kao jedinstvenu funkcionalnu cjelinu, čine:

- Ulazna precrpna stanica s pužnim crpkama,
- Prvi, mehanički stupanj pročišćavanja otpadnih voda s uskim rešetkama, prozračenim pjeskolovom, mastolovom i prethodnim taložnicima,
- Drugi, biološki stupanj pročišćavanja otpadnih voda postupkom *aktivnog mulja* s naknadnim taložnicima,
- Statičko zgušnjavanje primarnog mulja i strojno zgušnjavanje sekundarnog mulja,
- Mezofilna anaerobna digestija mulja s proizvodnjom biološkog plina,
- Strojno odvodnjavanje mulja.

Nakon provedenog međunarodnog natječaja 2000. godine potpisana je Ugovor o koncesiji između Grada Zagreba i hrvatske tvrtke Zagrebačke otpadne vode d.o.o. (ZOV), sa sjedištem u Zagrebu. Obujam radova sadržava cjelokupno projektiranje i izgradnju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda te izgradnju pripadajućih infrastrukturnih objekata, financiranje cjelokupnog projekta te upravljanje uređajem u razdoblju od 28 godina nakon potpisivanja Ugovora o koncesiji. Zagrebačke otpadne vode d.o.o. čine:

- WTE Wassertechnik GmbH, Essen (nositelj projekta),
- RWE Aqua GmbH, Essen,
- Vodoprivreda Zagreb d.o.o., Zagreb.

ZOV d.o.o. je ugovorni partner Grada Zagreba te kao koncesionar preuzima sve obveze investitora tijekom provedbe projekta, kao i sve bitne finansijske i pravne zadaće za vrijeme upravljanja uređajem. Tehničko upravljanje uređajem i pripadajućom crnom stanicom obveza je zasebnog društva Zagrebačke otpadne vode - upravljanje i pogon d.o.o. sa sjedištem u Zagrebu.

Na području korištenja **geotermalne energije** posebno je značajno Geotermalno polje Zagreb koje se nalazi na jugozapadnom prilazu Zagrebu. Otkriveno je 1977. godine nakon hidrodinamičkih ispitivanja u negativnoj naftnoj bušotini Stupnik-1 koja je izrađena još 1964. godine. Polje obuhvaća prostor od cca 54 km². Rijeka Sava dijeli ga infrastrukturno na sjeverni dio s dominantnim rekreacijskim zonama Jarun i Mladost i južni dio u kojem dominira Sveučilišna bolnica Zagreb u izgradnji. Na užem i širem području Grada Zagreba nalazi se četrnaest bušotina - Stupnik-1 (Stu-1), Lučko-1 (Luč-1), Sava-1 (Sa-1), Šalata-1 (Šal-1), Jarun-1 (Jrn-1), Mladost-1 (Mla-1), Mladost-2 (Mla-2), Mladost-3 (Mla-3), Klinička bolnica Novi Zagreb-1A (KBNZ-1A), KBNZ-1B, KBNZ-2A, KBNZ-2, KBNZ-3B i KBNZ-3,-3α.

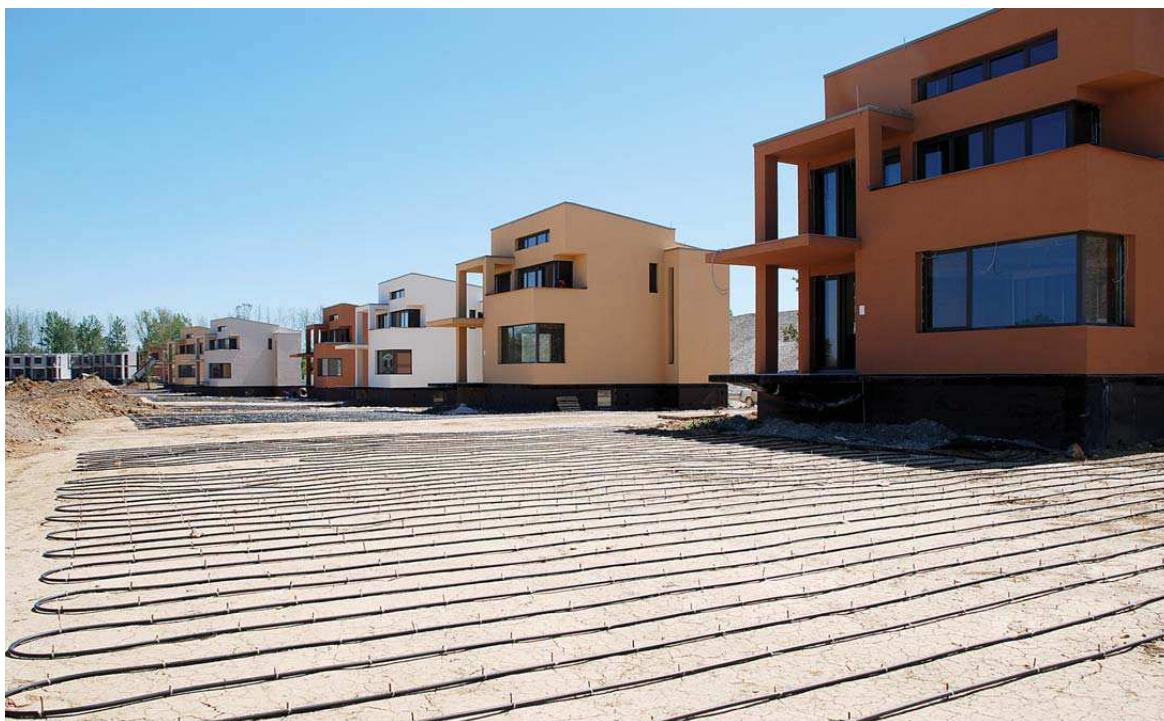
Tablica 2.5. Pregled bušotina na GTP Zagreb

Bušotina	Godina izrade	Dubina [m]	Status
Stu-1	1964.	826,7	mjerna
Mla-1	1980.	1057,5	utisna
Sava-1	1984.	1594,3	mjerna
KBNZ-1A	1984.	1133,8	proizvodno-utisna
KBNZ-2	1984.	1508,7	mjerna
Mla-2	1985.	912,0	utisna
Mla-3	1985.	1362,2	proizvodna
KBNZ-3	1985.	1076,5	likvidirana
KBNZ-3α	1985.	981,0	utisna
KBNZ-3B	1985.	1378,7	mjerna
KBNZ-1B	1986.	1374,0	proizvodna
Jrn-1	1986.	1365,0	mjerna

Bušotina	Godina izrade	Dubina [m]	Status
Luč-1	1986.	769,6	proizvodna
KBNZ-2A	1988.	1267,0	utisna

Od 1997. godine proizvode se minorne količine tople vode za potrebe bazena ŠRC Mladost i grijanja skladišta pri Sveučilišnoj bolnici Zagreb u izgradnji na lokaciji Blato. Od ukupne snage bušotina koja iznosi oko 29 MW_t stupanj iskorištenja toplinske energije iznosi svega svega oko 0,5 MW_t. U travnju 2008. godine osnovano je trgovačko društvo Terme Zagreb d.o.o. za odmor, rekreaciju i zdravstveni turizam, članovi kojega su Grad Zagreb i INA-Industrija nafte d.d. s jednakim postotkom udjela u projekt na lokaciji Blato.

U ovom dijelu valja istaknuti, iako se ne radi o izravnom korištenju geotermalne energije, i vrijedna iskustva na području korištenja **toplinskih crpki** u Gradu Zagrebu. Za sada je najznačajniji projekt naselje Golf & Country Club Zagreb d.o.o. koje se nalazi u zagrebačkom naselju Blato neposredno uz Sveučilišnu bolnicu Zagreb. Stambeni objekti unutar Golf centra Zagreb su trenutno u izgradnji. Neovisno o tome radi li se o samostojećim objektima ili objektima u nizu, objekti su građeni i opremljeni najkvalitetnijim materijalima i najsuvremenijom opremom koja stanovnicima osigurava ugodan život i boravak u prostoru. Izgrađeno je 37 objekata u tri tipske dimenzije TIP A od 120 m² TIP B od 210 m² i TIP C od 260 m². Grijanje i hlađenje se izvodi sistemom stropnog razvoda instalacija AQUATHERM koji osigurava osjećaj ugode u prostoru uz znatne uštede energije, a istovremeno omogućuje korištenje svih vrsta energenata. Grijanje pomoću toplinskih crpki tvrtke Danfoss od 8 kW, 12 kW i 16 kW iskorištavanjem energije tla, reguliranih i upravljanih wireless automatikom. Zemljani kolektor je postavljen ispred kuća na dubini od 1,5 m. Budući je teren u padu i niži je od temelja zgrada, kolektori su postavljeni na izravnati teren koji će se zaravnati smjesom zemlje i pjeska te slojem gline (slika 2.16.).



Slika 2.16. Naselje Golf & Country Club Zagreb

Na području Grada Zagreba sakupljena su i značajna pogonska iskustva u korištenju biodizela, odnosno **biogoriva** u autobusima javnog gradskog prijevoza (autobusi ZET-a). Prvi autobusi na biodizel u pogon su pušteni 1. lipnja 2007. Nakon početnih deset autobusa, ubrzo je u pogon pušteno još deset. Nažalost, iskustva s korištenjem biodizela u ZET-ovim autobusima su bila nezadovoljavajuća jer su analize korištenja biodizela u 11 autobusa pokazale da su autobusi trošili 25 posto više goriva. Servisni interval vozila na biodizel bio je kraći, s većim zahtjevima na motorno ulje jer su plinovi izgaranja biodizela agresivniji od normalnog dizela, tako da je vijek trajanja motornog ulja kraći. Osim problema s većom potrošnjom, problem je što uređaji za grijanje u autobusima ne mogu raditi na biodizelu. U trenutku pripreme ove studije, niti jedan ZET-ov autobus više ne vozi na čisti biodizel, već se on koristi u obliku 5% mješavine s normalnim dizel gorivom.

Od novih projekata, ističe se najava da će britanska developerska kompanija Pluto Capital uložiti više od 20 milijuna eura u gradnju novog poslovnog tornja visine 16 katova uz zagrebačku Ulicu grada Vukovara, za koji je idejno rješenje, u suradnji s uglednim londonskim arhitektonskim studijem Fletcher Priest, izradio zagrebački studio Agro inženjering. Niskoenergetski stakleni toranj, koji će na krovu imati mini vjetroelektranu i solarne panele, smjestit će se na dijelu Vukovarske između Držićeve i Radničke, na zemljištu površine 2530 metara četvornih. Gradnja bi trebala započeti u drugoj polovici 2009. godine, a radovi bi trebali trajati oko 18 mjeseci.

3. PREGLED STRATEŠKIH DOKUMENATA REPUBLIKE HRVATSKE, GRADA ZAGREBA I RELEVANTNIH DOKUMENATA EUROPSKE KOMISIJE

3.1. Strateški dokumenti Republike Hrvatske

3.1.1. Strategija energetskog razvijanja Republike Hrvatske

Korištenje obnovljivih izvora energije (OIE) i kogeneracije ima široku deklarativnu potporu u strateškim dokumentima razvijanja energetskog sektora i zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj (Strategija energetskog razvijanja Republike Hrvatske (NN 38/02) i Nacionalna strategija zaštite okoliša, (NN 46/02)). Postojeća strategija energetskog razvijanja Republike Hrvatske (NN 38/2002) donesena je na sjednici Hrvatskog sabora 19. ožujka 2002. godine na temelju članka 80. Ustava Republike Hrvatske i članka 5. stavka 3. Zakona o energiji (NN 68/2001). Strategija pokriva razdoblje do 2030. godine, a kao načelni su dani sljedeći ciljevi:

- povećanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu, industriji i prometu,
- sigurna dobava i opskrba energijom,
- diverzifikacija energetskog razvijanja,
- *korištenje obnovljivih izvora energije,*
- realne cijene energije i razvitak energetskog tržišta i poduzetništva,
- zaštita okoliša.

Zbog bitnih promjena na međunarodnom i unutarnjem planu koje su utjecale i na energetsku situaciju, u Hrvatskoj se 2007. godine pristupilo izradi nove strategije energetskog razvijanja koja će se u konačnici sastojati od dva dijela (Zelena i Bijela knjiga). Osnovni cilj *Zelene knjige: Prilagodba i nadogradnja strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske* (u dalnjem tekstu Zelena knjiga) je dati glavne odrednice razvijanja hrvatskog energetskog sektora do 2020. godine. Zelena knjiga će zamijeniti trenutno važeću Strategiju energetskog razvijanja Republike Hrvatske (NN 38/2002) ukoliko je na prijedlog Vlade potvrđen Hrvatski sabor.

Zelena knjiga postavlja sljedeće hrvatske strateške ciljeve za korištenje obnovljivih izvora energije do 2020. godine:

- udio obnovljivih izvora u neposrednoj potrošnji energije – 20%,
- udio biogoriva u potrošnji benzina i dizelskog goriva u prometu – 10%,
- udio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, uključujući velike hidroelektrane, u ukupnoj proizvodnji električne energije - 35%.

Strategija energetske učinkovitosti u Republici Hrvatskoj određena je prema Zelenoj knjizi u *Programu energetske učinkovitosti za Hrvatsku*, koji obuhvaća razdoblje od 2008. do 2016. godine. Prema *Programu energetske učinkovitosti za Hrvatsku* koji nije legislativni, pravno obvezujući dokument, strateški cilj RH je provedbom mjera energetske učinkovitosti u industriji, prometu, kućanstvima i uslugama, do kraja 2016. godine postići energetske uštede u apsolutnom iznosu od 19,77 PJ.

Dovršena je izrada Bijele knjige (prijedlog Energetske strategije) koju će Vlada Republike Hrvatske uputiti u proceduru na usvajanje Hrvatskom saboru.

3.1.2. Zakonodavni okvir energetskog sektora Republike Hrvatske

Hrvatski je sabor u razdoblju od 2001. do 2008. godine donio sljedeće zakone koji određuju zakonodavni okvir energetskog sektora:

- Zakon o energiji (NN 68/01, 177/04 i 76/07),
- Zakon o tržištu električne energije (NN 177/04 i 76/07),
- Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti (NN 177/04 i 76/07),
- Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata (NN 57/06),
- Zakon o tržištu plina (NN 40/07),
- Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05),
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08).

Zakon o energiji kao temeljni energetski zakon regulira razvitak energetskog sektora Hrvatske te definira *Strategiju energetskog razvijanja* kao osnovni akt kojim se utvrđuje energetska politika i planira energetski razvitak Republike Hrvatske. Zakon o energiji eksplicitno izražava pozitivan stav Republike Hrvatske prema obnovljivim izvorima energije i kogeneraciji. U članku 14. stavku 1. Zakona izrijekom se kaže da je korištenje obnovljivih izvora i kogeneracije u interesu Republike Hrvatske.

Energetski razvitak Hrvatske u smjeru korištenja obnovljivih izvora energije i povećanja energetske učinkovitosti potporu nalazi i u *Zakonu o Fondu za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost* (NN 107/03) te u *Uredbi o državnim potporama* (NN 121/03).

Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom sustavno i cijelovito uređuje uvjete i načine provođenja energetskih djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, prava i obveze subjekata koji obavljaju predmetne djelatnosti, prava i obveze kupaca toplinske energije, osiguravanje sredstava za obavljanje tih djelatnosti te financiranje izgradnje objekata i uređaja za proizvodnju, distribuciju i opskrbu toplinskom energijom. Zakon je usaglašen s relevantnim direktivama EU, a ima za osnovni cilj poticanje razvijanja novih centraliziranih toplinskih sustava i poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih sustava. Važno je naglasiti da Zakon izričito potiče korištenja obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplinske energije.

Novi *Zakon o tržištu plina* (NN 40/07) u općim odredbama navodi da se pravila utvrđena ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju njega primjenjuju i na biopljin, plin iz biomase i druge vrste plina ako se te vrste plina mogu tehnički i sigurno transportirati kroz plinski sustav.

Zakoni koji reguliraju područje energetske učinkovitosti i štednje energije u zgradarstvu su sljedeći:

- Zakon o gradnji (NN 175/03 i NN 100/04),
- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07),
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08).

Zakon o gradnji propisuje uštode energije i toplinsku zaštitu jednim od šest bitnih zahtjeva za građevinu, a *Zakon o prostornom uređenju i gradnji* obaveznu energetsku certifikaciju zgrada. Na temelju članka 15. *Zakona o prostornom uređenju i gradnji* ministrica zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva donijela je *Pravilnik o energetskom certificiranju zgrada* (NN 113/08) i *Pravilnik o uvjetima i mjerilima za osobe koje provode energetsko certificiranje zgrada* (NN 113/08).

Stupanjem na snagu *Zakona o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08)* donesenog na sjednici Sabora održanoj 15. prosinca 2008. znatno će se ubrzati i intenzivirati ubrzati proces sustavnog uvođenja mjera energetske učinkovitosti u sektore zgradarstva, prometa i industrije u Hrvatskoj. Zakon obvezuje na izradu Nacionalnog programa energetske učinkovitosti u neposrednoj potrošnji energije kao planskog dokumenta za vrijeme od deset godina kojim se, u skladu sa Strategijom energetskog razvoja RH, utvrđuje politika za poboljšanje energetske učinkovitosti Prema glavnim odrednicama Nacionalnog programa te se priprema Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti u neposrednoj potrošnji energije kao provedbeni planski dokument za vrijeme od tri godine. Nacionalni akcijski plan sadrži ciljeve, uključujući nacionalni okvirni cilj ušteda energije, mjere i pokazatelje za poboljšanje energetske učinkovitosti, nositelje aktivnosti, rokove te druge potrebne podatke.

Prema članku 9. ovog Zakona, županije trebaju donijeti Program energetske učinkovitosti u neposrednoj potrošnji energije kao planski dokument za vrijeme od 3 godine, kojim se, u skladu s Nacionalnim programom i Nacionalnim akcijskim planom, utvrđuje politika za poboljšanje energetske učinkovitosti krajnje potrošnje energije na području županije.

3.1.3. Podzakonski akti za područje obnovljivih izvora energije i kogeneraciju

Podzakonski akti koji reguliraju područje obnovljivih izvora energije i kogeneracije u Hrvatskoj su sljedeći:

- Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 67/07),
- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 67/07),
- Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/07),
- Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/07),
- Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/07),
- Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06),
- Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/06),
- Pravila djelovanja tržišta električne energije (NN 135/06).

Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 67/07) definira obnovljive izvore energije i kogeneracijska postrojenja koja se koriste za proizvodnju energije, propisuje uvjete i mogućnosti te uređuje druga pitanja od značaja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

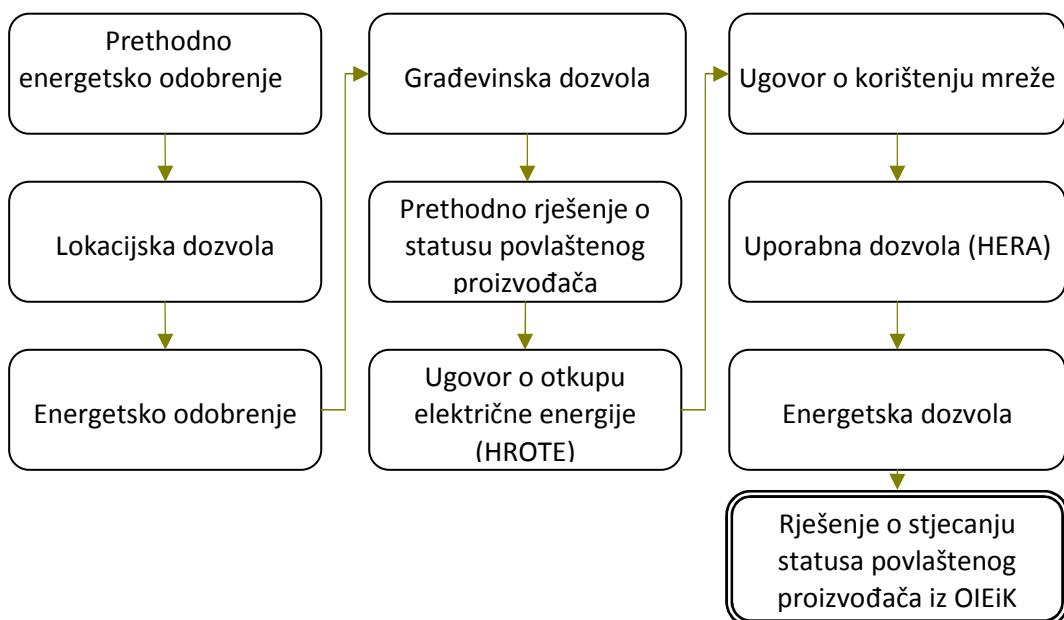
Nadalje, ovim se Pravilnikom propisuje oblik, sadržaj i način vođenja *Registra projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača* (u dalnjem tekstu: Registr OIEKPP).

Pravilnikom o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 67/07) propisuju se uvjeti za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača električne energije koji može steći nositelj projekta ili proizvođač koji u pojedinačnom proizvodnom objektu istodobno proizvodi električnu i toplinsku energiju, koristi otpad ili obnovljive izvore energije za proizvodnju električne energije na gospodarski primjeren način usklađen sa zaštitom okoliša.

Nositelj projekta ili proizvođač može steći status povlaštenog proizvođača električne energije ako je priključen na elektroenergetsku prijenosnu ili distribucijsku mrežu te ako uzimajući u obzir sva prirodna i prostorna ograničenja i uvjete te mjere zaštite prirode i okoliša, proizvodi električnu energiju u:

- postrojenjima koja koriste obnovljive izvore energije,
- malim i mikro-kogeneracijskim postrojenjima koja ostvaruju uštedu primarne energije ($UPE > 0$),
- kogeneracijskim postrojenjima koja ostvaruju uštedu primarne energije od najmanje 10% ($UPE \geq 0,10$).

Status povlaštenog proizvođača stječe se temeljem rješenja o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije koje donosi Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA), a postupak i dokumenti potrebni za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača prikazani su na slici 3.1.



Slika 3.1. Postupak za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača iz OIEiK

Rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije iz OIEiK izdaje se na maksimalno vremensko razdoblje od 12 godina. Po pravomoćnosti rješenja, ugovor o otkupu električne energije počinje proizvoditi pravne učinke, odnosno počinje se obračunavati proizvedena električna energija prema *Tarifnom sustavu za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/2007)* donesenom temeljem stavka 3. članka 28. Zakona o energiji. Tarifni sustav se temelji na opravdanim troškovima poslovanja, izgradnje, zamjene, rekonstrukcije te održavanja postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracijskih postrojenja te prihvatljivom periodu povrata investicije. Njegovu primjenu nadzire Hrvatska energetska regulatorna agencija.

Temeljem stavka 3. članka 28. Zakona o energiji donesena je *Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/2007)* kojom se određuje način korištenja, visina, obračun, prikupljanje, raspodjela i način plaćanja naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije. Sredstva naknade za poticanje koriste se za isplatu poticajne cijene povlaštenim proizvođačima za isporučenu električnu energiju sukladno odredbama *Tarifnog sustava za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/2007)*.

Nadalje, temeljem stavka 4. članka 26. Zakona o tržištu električne energije (NN 177/2004) donesena je *Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/2007)*, koja propisuje minimalni udio električne energije proizvedene iz OIE i kogeneracije.

Člankom 4. Uredbe propisani su sljedeći minimalni udjeli električne energije proizvedene iz OIE i kogeneracije u vremenskom razdoblju do 31. prosinca 2010. godine:

- 5,8 % električne energije proizvedene iz OIE u ukupnoj potrošnji električne energije,
- 2% električne energije iz kogeneracijskih postrojenja isporučene u prijenosnu, odnosno distribucijsku mrežu u ukupnoj potrošnji električne energije.

Uredba se ne primjenjuje na električnu energiju proizvedenu u hidroelektranama instalirane snage veće od 10 MW i u kogeneracijskim postrojenjima u kategoriji javnih toplana koja proizvode električnu i toplinsku energiju radi opskrbe kupaca, a ne za vlastite potrebe.

Svih 5, gore opisanih podzakonskih propisa koji reguliraju područje korištenja OIEiK stupili su na snagu 1. srpnja 2007. godine.

3.2. Strateški dokumenti Grada Zagreba

3.2.1. Prostorni plan Grada Zagreba

Prostorni plan Grada Zagreba donesen je 2001. godine, a njegove izmjene i dopune datiraju od 2008. godine.

Prema prostornom planu grada Zagreba glavni pravci energetskog razvijanja grada su sljedeći:

- u elektrodistribucijskom sustavu dovršenje započete rekonstrukcije mreže sa svrhom da se osigura opskrba električnom energijom na naponskoj razini 0,4kV za sve potrošače uz uvjet da pad napona ne prelazi propisane granice odstupanja,
- u plinskom distribucijskom sustavu nastavak intenzivne plinofikacije s naglaskom na korištenje ekoloških energenata, osobito u gradskom središtu,
- na području toplinarstva ograničenje širenja centraliziranih toplinskih sustava te razvitak gradskog toplinarstva temeljiti na racionalizaciji rada toplinskog sustava, revitalizaciji i zamjeni dotrajalih, kao i uključenjem što većeg broja kućnih toplina u gradski centralizirani toplinski sustav,
- kontinuirano istraživanje i što veća primjena obnovljivih izvora energije,
- primjena mjera energetske učinkovitosti i štednje energije u svim sektorima života i rada građana,
- istraživanje i priprema projekata korištenja rijeke Save, između ostalog i savskog hidropotencijala u energetske svrhe.

Glavni energetski ciljevi grada Zagreba su:

- optimizacija sustava za opskrbu električnom energijom, toplinom iz CTS-a i plinom,
- usklađenje opskrbe toplinskom energijom i načina grijanja građana obzirom na mogućnosti i raspoloživost gradskog centralnog toplinskog sustava, plinskog sustava elektrodistribucijskog i drugih sustava,
- racionalizacija potrošnje svih tipova energije provedbom raznih mjera i projekata energetske učinkovitosti u sektorima zgradarstva, industrije i prometa.

Nadalje, jedan od iznimno važnih ciljeva razvjeta grada je racionalno korištenje prirodnih resursa, osiguravanje zaštite okoliša i unapređivanje ekološke stabilnosti s posebnim naglaskom na šume, tlo, vode i mineralne sirovine. Svrha racionalnog korištenja prirodnih resursa je u njihovu očuvanju, korištenju i prilagodbi sadašnjim i budućim potrebama, uvažavajući principe održivog razvjeta. U Prostornom planu Grada Zagreba odnos razvjeta i upravljanja prirodnim izvorima u skladu je s europskim vrijednosnim sustavom.

3.3. Relevantni legislativni dokumenti Europske komisije

Glavni legislativni dokumenti koji reguliraju razvitak energetskog sektora na razini Europske unije su, kronološki poredani:

- Bijela knjiga o energetskoj politici (*White Paper on an Energy Policy for the European Union*), siječanj 1996.,
- Bijela knjiga o obnovljivim izvorima energije (*Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, White Paper for a Community Strategy and Action*), studeni 1997.,
- Zelena knjiga *Prema Europskoj strategiji za sigurnost energetske opskrbe (Green Paper Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply)*, studeni 2000.,
- Zelena knjiga o energetskoj učinkovitosti ili kako učiniti više s manje (*Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less*), lipanj 2005.,
- Zelena knjiga o europskoj strategiji za održivu, konkurentnu i sigurnu opskrbu energijom (*Green Paper on an European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy Supply*), ožujak 2006.,
- Akcijski plan o energetskoj učinkovitosti: Ostvariti potencijal - Uštedjeti 20% do 2020. godine (*Action plan for Energy Efficiency: Realising the potential - Saving 20% by 2020*), listopad 2006.,
- Prijedlog Europske energetske politike (*The proposal for European Energy Policy*), siječanj 2007.

Temeljni dokument koji određuje politiku Europske unije prema obnovljivim izvorima energije je *Bijela knjiga o obnovljivim izvorima* koja upozorava na činjenicu da su, unatoč značajnom potencijalu, obnovljivi izvori nedovoljno iskorišteni i da je nužno pronaći najdjelotvornije mјere kako bi njihov trenutačni udio u ukupnoj potrošnji energije od cca 6% porastao na 12% do 2010. godine.

Svaka zemlja članica u tom smislu donosi vlastitu strategiju, unutar koje predlaže svoj doprinos ukupnom cilju te navodi planirane poticajne mјere i akcijske planove.

Radi poticanja razvjeta i tržišnog prodora projekata obnovljivih izvora energije, kao i osiguranja koordinirane provedbe na razini EU, Europska komisija je predložila posebnu kampanju za promociju obnovljivih izvora koja definira zasebne ciljeve za primjenu pojedinih tehnologija:

- 1 000 000 fotonaponskih sustava,
- 10 000 MW vjetroelektrana,
- 10 000 MWt postrojenja na biomasu,

- integracija projekata obnovljivih izvora energije u lokalne zajednice,
- 5 000 000 tona tekućih biogoriva.

Korištenje obnovljivih izvora energije je prepoznato kao važna podloga za sigurnost opskrbe energije na osnovu čega je postavljen zahtjev da je do 2020. godine 20% goriva u cestovnom prometu potrebno zamijeniti alternativnim gorivima. Ispunjene tog ambicioznog cilja zahtijeva znatan napor i zajedničku koordinaciju svih zemalja članica, pa Europska komisija objavljuje tri dokumenta vezana uz korištenje alternativnih goriva u prometu:

- *Priopćenje o alternativnim gorivima za korištenje u cestovnom prometu i skupu mjera za poticanje korištenja biogoriva (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on Alternative fuels for Road Transportation and on a Set of Measures to Promote the Use of Biofuels, COM(2001) 547 Final)*, koje naglašava prednosti korištenja alternativnih goriva te navodi biogoriva, prirodni plin i vodik kao tri potencijalna alternativna goriva od kojih svaki može do 2020. godine dosegnuti udio od 5 ili više % u cestovnom prometu,
- *Direktivu o promociji upotrebe biogoriva u prometu, 2003/30/EC*, usvojenu 8. svibnja 2003. godine na osnovu Prijedloga direktive o promociji upotrebe biogoriva u prometu (Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Biofuels for Transport, 2001/0265 (COD)), koja jasno definira biogoriva te propisuje obvezu zemljama članicama da osiguraju plasiranje minimalnog udjela biogoriva na tržište,
- Prijedlog amandmana na Direktivu 92/81/EEC s obzirom na mogućnost primjene manjih poreznih stopa, odnosno trošarina na mješavinu mineralnih goriva s biogorivima i na čista biogoriva (Proposal for a Council Directive Amending Directive 92/81/EEC with Regard to the Possibility of Applying a Reduced Rate of Excise Duty on Certain Mineral Oils Containing Biofuels and on Biofuels, 2001/0266 (CNS)).

Osim na području tekućih goriva, Europska komisija značajnu podršku daje i korištenju obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije te za kombiniranu proizvodnju električne i toplinske energije, što je regulirano sljedećim direktivama:

- *Direktiva o promociji električne energije iz obnovljivih izvora (Directive 2001/77/EC on the promotion of the electricity produced from renewable energy source in the international electricity market, Official Journal L 283)*, usvojena 27. rujna 2001. godine, koja postavlja cilj da do 2010. godine 22,1% ukupno proizvedene električne energije bude iz obnovljivih izvora.
- *Direktiva o promociji kogeneracije (Directive 2004/8/EC on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market)*, objavljena 11. veljače 2004. godine, predlaže da se za nacionalne ciljeve postavi udio od 18% kogeneracije u proizvodnji električne energije do 2010. godine. Nacrt dodatno identificira i predlaže načine uklanjanja prepreka za kogeneraciju te omogućava olakšan pristup mreži za proizvođače koji u kogeneraciji koriste obnovljive izvore i sl.

U *Zelenoj knjizi o europskoj strategiji za održivu, konkurentnu i sigurnu opskrbu energijom* kao i u *Zelenoj knjizi Prema Europskoj strategiji za sigurnost energetske opskrbe* glavni je naglasak stavljen na sigurnost opskrbe energijom, zaštitu okoliša te konkurentnost industrije, pri čemu je posebno istaknuto da je u energetsku infrastrukturu na razini EU, tijekom sljedećih 20 godina, potrebno uložiti preko 1 000 milijardi eura. Nakon intenzivnih konzultacija i diskusija na europskoj razini o pitanjima otvorenim u *Zelenoj knjizi o europskoj strategiji za održivu, konkurentnu i*

sigurnu opskrbu energijom, u siječnju 2007. godine Europska komisija objavila je *Prijedlog Europske energetske politike* koji korištenju obnovljivih izvora energije i povećanju energetske učinkovitosti pridaje veliku važnost kroz 4 glavna zahtjeva:

- Smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20% do 2020. godine,
- Povećanje energetske učinkovitosti za 20% do 2020. godine,
- Povećanje udjela obnovljivih izvora energije na 20% do 2020. godine,
- Povećanje udjela biogoriva u prometu na 10% do 2020. godine.

Kako bi se osiguralo ostvarivanje navedenih ciljeva, Europska komisija je u siječnju 2008. godine donijela prijedlog nove direktive o obnovljivim izvorima energije, koja je trenutno u fazi usvajanja te je u prosincu 2008. godine prošla prvo čitanje Europskog parlamenta. Direktiva određuje nacionalne ciljeve za sve zemlje članice i mјere koje je potrebno poduzeti da se ciljevi ostvare, propisuje usvajanje nacionalnih akcijskih planova o obnovljivim izvorima energije, definira kriterije koje je potrebno zadovoljiti vezano uz održivost korištenja odnosno zaštitu okoliša te kriterije o garanciji porijekla proizvedene energije. Konačno usvajanje EU Direktive o obnovljivim izvorima energije očekuje se prije polovice 2009. godine.

4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE ZA KVALITETNIJI ŽIVOT GRAĐANA ZAGREBA

Utjecaj obnovljivih izvora energije na kvalitetu života građana Grada Zagreba može se promatrati u tri područja:

- Utjecaji na kvalitetu okoliša/zdravlje građana,
- Gospodarski utjecaji,
- Socijalni utjecaji.

Do sada najznačajnije istraživanje mišljenja građana o obnovljivim izvorima energije provedeno je 2003. godine u sklopu anketnog istraživanja OIEE2003 što su ga zajednički proveli Energetski institut *Hrvoje Požar* i Zavod za sociologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Istraživanjem je bilo obuhvaćeno 900 osoba s područja Grada Zagreba što je omogućilo zaključke s prihvatljivom marginom pogreške. Analizom rezultata ankete nametnula su se tri glavna zaključka:

1. Javnost nedvosmisleno podržava korištenje onih energetskih tehnologija i izvora energije koji smanjuju negativne utjecaje na okoliš, čak i u slučaju veće cijene proizvedene energije,
2. Građani su relativno slabo informirani kako o općenitim aspektima proizvodnje i potrošnje energije, tako i o specifičnim aspektima vezanim uz korištenje obnovljivih izvora energije,
3. Pri procjenama pojedinih izvora energije uočljivo je da ispitanici prepoznaju određene prednosti obnovljivih izvora u odnosu na neobnovljive, prije svega manji negativan utjecaj na okoliš.

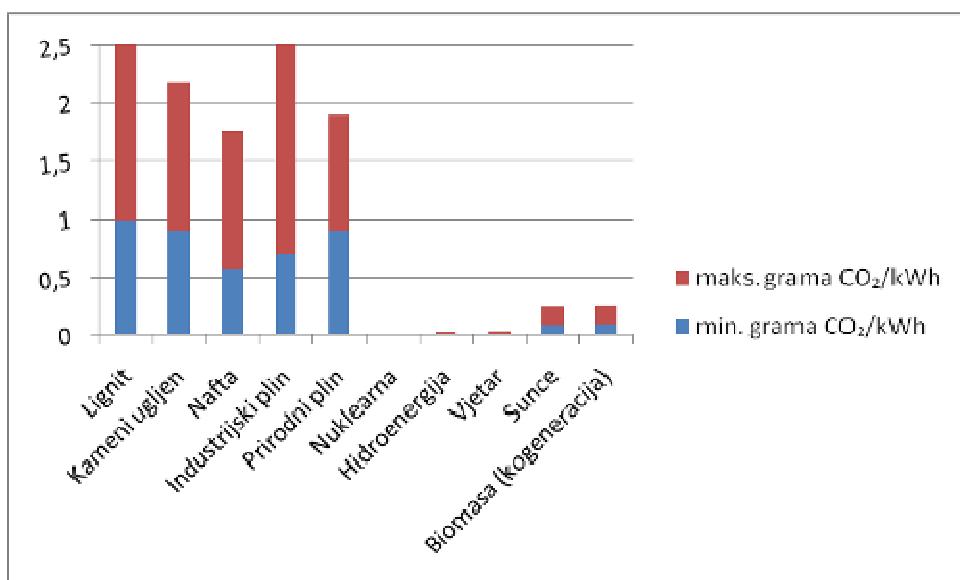
Svoju podršku većem korištenju obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije ispitanici, makar na posve načelnoj razini, iskazali su odgovorima na još jednom anketnom pitanju: velika većina smatra da bi te izvore u Hrvatskoj trebalo koristiti više no što je danas slučaj, dok je onih koji izražavaju otvorenu (3.1%) ili prikrivenu (11.4%) rezerviranost prema obnovljivim izvorima šest puta manje.

Na pitanje o spremnosti plaćanja nešto više cijene za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora, oko tri četvrtine ispitanika s područja Grada Zagreba odgovorila je potvrđno, što dopušta mogućnost pretpostavke da njihova podrška nije tek načelna te da bi za veće korištenje obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije vjerovatno bili spremni i na osobnu finansijsku žrtvu. Iznosi za koje ispitanici navode da bi predstavljeni prihvatljivo povećanje cijene električne energije nisu osobito veliki, ali ni u kom slučaju nisu zanemarivi: gotovo polovina ispitanika navodi kao gornju granicu prihvatljivog povećanja iznos od 30 kn mjesечно, oko 35% ispitanika spremno je dodatno plaćati do 50 kn mjesечно, a nešto više od 15 % ispitanika spremno bi bilo plaćati i do 100 kn mjesечно. Treba napomenuti da su rezultati ovog istraživanja bili jedna od glavnih podloga Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva u kreiranju i donošenju podzakonskih akata za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije.

Energetski sektor ima bitan utjecaj na okoliš, bilo da se radi o lokalnom, regionalnom ili globalnom utjecaju. Emisije onečišćujućih tvari i stakleničkih plinova u atmosferu imaju dominantan utjecaj u usporedbi s ostalim pritiscima na okoliš (utjecaji na vode i tlo, buka, pritisak na prostor, krajobraz, biološku raznolikost). Povećanjem učinkovitosti u proizvodnji i potrošnji energije, primjenom obnovljivih izvora energije, primjenom suvremenih tehnologija za uklanjanje onečišćujućih tvari (SO_2 , NO_x i čestice), sve kvalitetnijim gorivom, napretkom u korištenju nusproizvoda i otpada, pritisci na okoliš po jedinici utrošene energije postaju sve manji.

U tom pogledu, Okvirnom konvencijom UN o klimatskim promjenama (Kyoto) te Konferencijom o okolišu i razvitku UN-a (Rio de Janeiro) iz 1992. godine, Hrvatska se kao zemlja potpisnica obvezala budući razvitak energetskog sektora zasnivati na proizvodnji i potrošnji energije u skladu sa zahtjevima za zaštitom ljudskog zdravlja, očuvanjem biološke i krajobrazne raznolikosti te kvalitete lokalnog, regionalnog i globalnog okoliša.

S stanovišta zaštite okoliša pa tako i zaštite zdravlja, obnovljivi izvori energije su manje štetni za okoliš nego konvencionalni izvori u smislu ispuštanja stakleničkih plinova, krutih čestica, teških metala, plinova uzročnika kiselih kiša i plinova uzročnika prizemnog ozona (slika 4.1.).



Slika 4.1. Emisija CO₂ tijekom cijelog životnog ciklusa elektrane¹

Čiste tehnologije kao što su obnovljivi izvori energije imaju veliki utjecaj na populaciju u gradovima, tj. na njihovu kvalitetu života. Zagađenje u gradovima direktna je posljedica upotrebe fosilnih goriva, tj. ispuštanja štetnih plinova u atmosferu. Javljuju se smog i ljetne sparine koje onemogućuju normalno funkciranje gradskog stanovništva. Udisanjem gradskog zraka ili dužom izloženošću suncu moguće je direktno osjetiti posljedice života u urbanoj i fosilnim gorivima opterećenoj sredini.

Jedna od najvažnijih prednosti obnovljivih izvora u odnosu na fosilna goriva izostanak emisija ugljičnog dioksida (stakleničkog plina koji doprinosi globalnom zagrijavanju Zemljine atmosfere), sumpornog dioksida (atmosfera ga izlučuje kao kiselu kišu), dušičnih oksida (uzrokuje nastanak kiselih kiša, stvaranje prizemnog ozona, razgradnju stratosferskog ozona) te ostalih čestica prisutnih u dimnim plinovima natalih kao posljedica procesa izgaranja fosilnih goriva. Takve onečišćujuće tvari i njihovi derivati, poput površinskog ozona i zakiseljujućih spojeva vode uništavanju ekosustava, štete usjevima i šumama, a kod ljudi uzrokuju probleme dišnih organa i razne bolesti. Površinski ozon može upaliti dišne putove i smanjiti radni kapacitet pluća, izazvati

¹ Izvor: Dones, R. et al.: Greenhouse gas emissions from energy systems - comparison and overview, PSI Annual Report 2003 Annex IV, Paul Scherer Institut, Villigen, Switzerland

draženje očiju i nosa te općenito smanjiti sposobnost stanovništva prilikom obavljanja poslova. Upotrebom obnovljivih izvora energije moguće je znatno dopridonijeti smanjenju tih emisija. Jedini negativan utjecaj na okoliš kod obnovljivih izvora energije je izgradnja infrastrukturnih objekata.

Obnovljivi izvori energije su također važan čimbenik u održavanju atraktivnih turističkih lokacija. Gradovi s većim udjelom obnovljivih izvora energije su čišći i samim time privlačniji. Upotreba ovakvih izvora dovodi i do afirmacije pojedinih lokalnih zajednica, povećanja društvene kohezije i stabilnosti, razvoja demokratskog potencijala kroz neposredno odlučivanje o energetskim i srodnim pitanjima te, kao što je već istaknuto, sprječavanja nepoželjnih migracija uslijed nezadovoljavajućih životnih i zdravstvenih uvjeta.

Postotak uporabe ekološki prihvatljivih obnovljivih izvora energije još je uvijek zanemariv na području Grada Zagreba tako da ekološki problemi kao posljedica pretjerane uporabe fosilnih goriva zaslužuju posebnu pažnju ne samo s energetskog gledišta, već i sa ekološkog. Različiti izvori energije imaju različite utjecaje na okoliš u kome se ti izvori energije proizvode, transportiraju ili koriste.

Postoje brojni direktni i indirektni ekonomski utjecaji izvođenja projekata obnovljivih izvora energije na samoj lokaciji realizacije projekta. Korištenjem obnovljivih izvora energije, smanjuje se ovisnost o uvozu energenata i povećava se sigurnost opskrbe energijom sektora opće potrošnje i sektora zgradarstva Grada Zagreba, evidentirane su značajne uštедe o utrošku električne energije, kao i smanjenje potencijalnih opasnosti vezanih uz prijevoz fosilnih goriva.

Poboljašnjem energetske učinkovitosti korištenjem obnovljivih izvora energije, utječe se i na cijene lokalnog tržišta. Relativno smanjenje troškova sustava grijanja na području Grada Zagreba, predstavlja bi relativnu energetsku neovisnost, finansijsku uštedu, dobitak viška potrošnje, što bi moglo izravno pridonijeti porastu kupovne moći građana i životnog standarda.

Ukoliko zbog pozitivnog efekta dođe do porasta potražnje za novim sustavima korištenja obnovljivih izvora energije, to će utjecati na povećanje dohotka za dobavljače obnovljivih izvora energije, stvaranja novih postrojenja za proizvodnju energije, kreiranja novih radnih mjeseta, porasta nacionalnog dohotka kao i porasta sveopćeg blagostanja društva.

Smisao projekata korištenja obnovljivih izvora energije uvijek je nešto širi od same ekonomske dobiti jer se njima ostvaruju brojni pozitivni učinci kao što su racionalno zbrinjavanje otpada, zadržavanje postojećih i otvaranje novih radnih mjeseta te povećanje konkurentnosti domaće industrije. Upravo utjecaj na zapošljavanje te ostali socijalno-ekonomski aspekti (regionalna i lokalna ekonomska aktivnost, kruženje i zadržavanje novca u državi, odnosno lokalnoj zajednici, investicije, zarade i porezi) predstavljaju najveću prednost i bitne razloge korištenja obnovljivih izvora energije. Razvijene države Europske unije i svijeta svjesne su ovih pozitivnih aspekata i u znatnoj mjeri pomažu projekte korištenja obnovljivih izvora energije.

5. POTENCIJAL I MOGUĆI PROJEKTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA GRAD ZAGREB

5.1. Biomasa

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku iz Popisa stanovništva 2001. godine, broj nastanjenih kućanstava na cijelokupnom području grada Zagreba u kojima se drvo koristi kao jedini ili primarni energet za grijanje iznosi 36 791, dok broj stanovnika koji koristi drvo kao jedini ili primarni energet za grijanje iznosi oko 105 700 (13,5% od ukupnog broja stanovnika). Ukupna površina nastanjenih kućanstava koja koriste drvo kao jedini ili primarni energet za grijanje iznosi oko 2,34 milijuna m², što odgovara procijenjenoj godišnjoj potrošnji od oko 161 300 m³ ogrjevnog drva (energetska vrijednost oko 1,08 PJ). Prosječna godišnja potrošnja ogrjevnog drva po stanovniku za Grad Zagreb iznosi 0,21 m³, dok taj prosjek na razini cijele Hrvatske iznosi 0,77 m³. Potrebno je ipak napomenuti da se sve navedene vrijednosti odnose na 2001. godinu te bi za prikupljanje novijih podataka bilo potrebno provesti opsežno anketiranje kućanstava na području Grada Zagreba.

Podaci o ukupnim površinama šuma i šumskog zemljišta, udjelu državnih i privatnih šuma te godišnjem prirastu i etatu za grad Zagreb prikazani su u tablici 5.1. Tijekom redovitog gospodarenja šuma dobivaju se drveni sortimenti koji se dijele na trupce, prostorno drvo (ogrjev i drvo za kemijsku preradu) te dio koji se tretira kao otpad, a koji je pogodan za energetsko iskorištavanje.

Tablica 5.1. Površina šuma i šumskog zemljišta, godišnji tečajni prirast i etat za grad Zagreb²

	Jedinica	Vrijednost
Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta	ha	20 560
Ukupna površina gospodarskih šuma	ha	17 138
Udio privatnih šuma	%	55,3
Udio državnih šuma kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.	%	44,7
Površina privatnih gospodarskih šuma	ha	9 480
Površina državnih gospodarskih šuma kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.	ha	7 658
Ukupna drvena zaliha gospodarskih šuma, za stabla iznad 10 cm promjera na visini od 1,30 m	m ³	3 956 401
Godišnji tečajni prirast drvene zalihe gospodarskih šuma, za stabla iznad 10 cm promjera na visini od 1,30 m	m ³	108 093
Prosječni godišnji etat (planirana drvena zaliha za sjeću predviđena Šumskogospodarskom osnovom područja) za sve drvene sortimente	m ³	56 028

U prosjeku se od ukupne mase stabla dobiva oko 65% trupaca, 20% oblica i cjepanica te 15% otpada (sitna granjevina, lišće i dr.). Uz uvažavanje prosječne gorive vrijednosti šumskih sortimenata (tablica 5.2.), moguće je izvršiti proračun tehničkog energetskog potencijala šumske biomase za šume na području Grada Zagreba (tablica 5.3.). Pri proračunu se u obzir uzima faktor

² Hrvatske šume, 2008, Izravno priopćenje;
Šumarska savjetodavna služba, Izravno priopćenje

iskorištenja koji iskazuje odnos između ukupne šumske proizvodnje i mogućeg iskoristivog energetskog potencijala. Faktorom iskorisnja opisani su svi gubici koji nastaju pri sjeći, izvlačenju i transportu drvene mase iz šume do drveno-prerađivačkih pogona, kao i drvena masa koja se koristi za neenergetske svrhe (proizvodnja drvenih sortimenata) te otpad pri obradi drva.

Tablica 5.2. Prosječne gorive vrijednosti šumskih sortimenata u ovisnosti o udjelu vlage³

Šumski sortiment	Nasipna težina (t/m ³)	Goriva vrijednost u MJ/m ³ pri 40% vlage	Goriva vrijednost u MJ/m ³ pri 10% vlage
Trupci	0,64	6 592	8 037
Ogrjevno drvo	0,64	7 380	9 000
Otpad (granjevina)	0,35	4 375	5 075

Tablica 5.3. Tehnički energetski potencijal iskoristive biomase iz gospodarenja šumama u za šume na području grada Zagreba⁴

Šumski sortiment	Faktor iskorisnja	Raspoloživo biomase (m ³ /god)	Energetski potencijal pri 40% vlage (PJ)	Energetski potencijal pri 10% vlage (PJ)
Trupci	0,50	18 209	0,120	0,146
Ogrjevno drvo	0,60	8 404	0,062	0,076
Otpad (granjevina)	0,45	3 782	0,017	0,019
Ukupno		30 395	0,199	0,241

Bez obzira na relativno visok energetski potencijal te još uvijek znatno korištenje biomase za grijanje na području Grada Zagreba, od biomase se u budućnosti ne očekuje značajnija uloga među obnovljivim izvorima energije. Korištenje biomase danas se odvija u malim, u pravilu energetski neučinkovitim pećima za koje se očekuje da će daljim razvitkom gradske infrastrukture postepeno izlaziti iz uporabe. Očekivani razvitak tržišta peleta na području cijele Republike Hrvatske može omogućiti instaliranje manjeg broja novih peći i ložišta, ali ne očekuje se da to bude u značajnijoj mjeri.

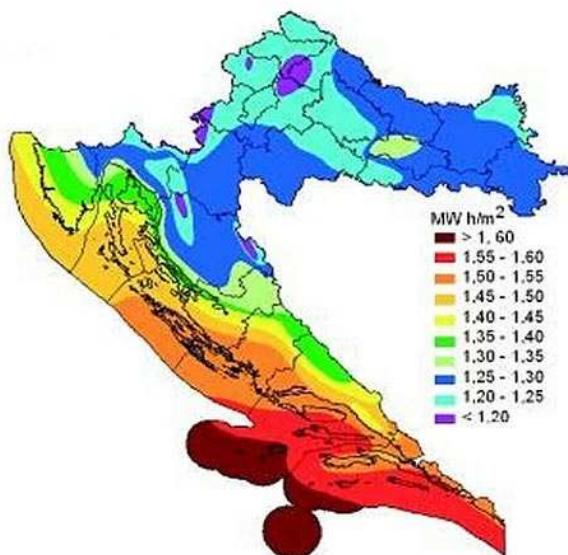
Izuzetak od navedenoga može predstavljati korištenje biomase u toplanama ili čak kogeneracijskim postrojenjima posebnih objekata gdje bi to uz energetsku imalo i edukacijsku, demonstracijsku ili posebno povoljnu komercijalnu dimenziju. Primjer za takav posebni objekt je nedavna inicijativa za izgradnju kogeneracijskog postrojenja na biomasu (uključujući područno grijanje) u sklopu kompleksa Šumarskog i Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uz Svetosimunsku ulicu.

³ Domac, J. et al, 1998. BIOEN – Program korištenja energije biomase i otpada, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb.

⁴ REGEA, 2008, Vlastiti podaci

5.2. Solarna energija

Dozračena sunčeva energija na području Grada Zagreba, na optimalno nagnutu plohu u godišnjem prosjeku, iznosi 1,20-1,25 MWh/m². Iznos srednje godišnje ozračenosti dokaz je značajnog potencijala kojeg je moguće iskoristiti, osim pasivnim solarnim sustavima, primjenom sunčevih kolektora i fotonaponskih sustava.



Slika 5.1. Prosječna godišnja dozračena Sunčeva energija na području Republike Hrvatske⁵

Značajno povoljniji insolacijski i klimatski uvjeti Grada Zagreba od srednje i sjeverne Europe, naročito u zimskom razdoblju, garantiraju veliki tehnički potencijal. Primjenom pasivnih solarnih sustava, povoljnom orientacijom građevine te dobrom toplinskom izolacijom vanjske ovojnica građevine postižu se značajne uštede u energetima kako zimi tako i ljeti. Grijanje prostora sunčevom energijom postaje realno u onom trenutku kada se godišnji toplinski gubici prostora svedu na manje od 80 kWh/m². U takvom slučaju može se postići da solarni udio iznosi 40-60% ukupnih toplinskih potreba.

Proizvodnja električne energije iz Sunčeve energije u gradu Zagrebu je za sada zastupljena u malim jedinicama na stambenim kućama. Samo sa tri posto hrvatskog teritorija prekriveno fotonaponskim modulima generiralo bi se oko osam puta više električne energije od današnje ukupne potrošnje u Hrvatskoj. Na 1 m² horizontalnoga tla Zagrebačke regije pada oko 3,5 kWh sunčeve energije dnevno što je oko 20% više nego u Sjevernoj ili Srednjoj Europi (Tablica 5.4). Prva europska zemlja po iskorištenosti Sunčeve energije u Europi je Austrija koja je svojim Sunčevim potencijalima daleko slabija od potencijala na kojima leži Grad Zagreb. Austrija je 2005. godine imala ukupan broj instalirane površine fotonaponskih modula oko 239 540 m² uz ekvivalent energije od 167,7 MWth i učinak smanjenja godišnje emisije CO₂ za 97 226 tona. Grad Zagreb uz istu instaliranu površinu proizvodio bi oko 20% više električne energije, odnosno čak oko 201,2 MWth.

⁵ Izvor: www.eihp.hr

Tablica 5.4. Usporedba dozračene sunčeve energije na optimalno nagnutu plohu u raznim dijelovima Europe⁶

Lokacija	Godišnji prosjek dnevne insolacije kWh/m ² d
Dubrovnik, otoci	5,0-5,2
Split	5,0
Istra	4,2
Slavonija	4,2
Zagrebačka regija	3,4-3,5
Srednja Europa (najveći dio Njemačke, Francuske itd.)	3,2-3,0
Sjeverna Europa (Nizozemska, Danska, Velika Britanija)	2,8-3,0
Južna Europa (Grčka, Španjolska)	4,4-5,6

Iznos srednje godišnje ozračenosti dokaz je značajnog potencijala kojeg je moguće iskoristiti, osim pasivnim solarnim sustavima, primjenom ravnih kolektora za pripremu potrošne vode i fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije (Tablica 5.5.). Priprema tople vode i primjena niskotemperaturnog grijanja u domaćinstvima osigurava značajnu uštedu energetskih resursa uz veliko smanjenje emisije stakleničkih plinova kao što je CO₂.

Tablica 5.5. Srednja dnevna ozračenost prema jugu nagnute plohe (kWh/m²) za razdoblje od 1961. do 1990. godine, Meteorološka postaja Zagreb-Grič

mjesec	mjesečni optimalni kut					sezonski optimalni kut					godišnji optimalni kut				
	kut (°)	ukupno	raspršeno	izravno	odbijeno	kut (°)	ukupno	raspršeno	izravno	odbijeno	kut (°)	ukupno	raspršeno	izravno	odbijeno
siječanj	57,73	1,43	0,53	0,86	0,05	49,00	1,42	0,57	0,81	0,03	24,16	1,27	0,66	0,60	0,01
veljača	50,07	2,15	0,87	1,22	0,06	49,00	2,15	0,88	1,21	0,06	24,16	2,01	1,02	0,97	0,01
ožujak	38,68	3,46	1,48	1,92	0,06	49,00	3,42	1,38	1,95	0,10	24,16	3,39	1,59	1,77	0,03
travanj	22,44	4,45	2,11	2,31	0,03	13,94	4,41	2,16	2,24	0,01	24,16	4,45	2,09	2,32	0,04
svibanj	8,32	5,35	2,63	2,72	0,01	13,94	5,35	2,60	2,73	0,02	24,16	5,27	2,52	2,70	0,05
lipanj	1,58	5,82	2,80	3,03	0,00	13,94	5,77	2,75	2,99	0,02	24,16	5,61	2,67	2,89	0,05
srpanj	4,90	6,03	2,63	3,40	0,00	13,94	6,01	2,59	3,39	0,02	24,16	5,88	2,52	3,31	0,05
kolovoz	17,25	5,20	2,30	2,88	0,02	13,94	5,19	2,32	2,86	0,01	24,16	5,19	2,25	2,90	0,04
rujan	35,72	4,51	1,59	2,84	0,07	13,94	4,28	1,73	2,53	0,01	24,16	4,44	1,68	2,73	0,03
listopad	49,23	3,09	1,06	1,95	0,08	49,00	3,09	1,06	1,95	0,08	24,16	2,88	1,22	1,64	0,02
studeni	55,92	1,67	0,62	0,99	0,05	49,00	1,66	0,66	0,96	0,04	24,16	1,49	0,76	0,72	0,01
prosinac	57,28	1,05	0,43	0,59	0,03	49,00	1,04	0,46	0,56	0,03	24,16	0,94	0,53	0,40	0,01

⁶ Izvor: Sunčev zračenje na području Republike Hrvatske, EIHP

prosječno	-	3,70	1,59	2,06	0,04	-	3,66	1,60	2,02	0,04	-	3,58	1,63	1,92	0,03
$\Sigma(\text{MWh/m}^2)$	-	1,35	0,58	0,75	0,01	-	1,34	0,58	0,74	0,01	-	1,31	0,60	0,70	0,01

Prema istraživanju Sunčevog potencijala provedenom na projektu Solarni krov Špansko-Zagreb, na kojemu je ugrađeno 40 fotonaponskih modula snage 7,14 kW, dokazano je da proizvedenom električnom energijom mogu zadovoljiti 50% godišnjih potreba kućanstva. Kada bi svaki objekt posjedovao isti ili sličan fotonaponski sustav, potrebe stanovnika grada Zagreba za električnom energijom preplovile bi se. Na istom projektu, uz fotonaponske module ugrađeni su i sunčevi kolektori za pripremu potrošne tople vode. Ukupno 10m² kolektora bilo je dovoljno sa pokrivanje 75% godišnjih potreba šesteročlane obitelji za toplom potrošnom vodo. Na taj način smanjena je godišnja emisija CO₂ za nešto više od 2 000 kg.

Radi boljeg razumijevanja energetskog potencijala dozračene sunčeve energije na području Grada Zagreba, navesti će se neki od primjera korištenja sunčeve energije u Sjevernoj i Srednjoj Europi. Njemačka savezna vlada ulaže značajna sredstva u istraživanje fotonaponskih modula te od ukupnih investicija u obnovljive izvore energije oko 30% ulaže se u fotonaponske tehnologije. Program *1000 krovova i fasada* rezultirao je ugradnjom 2.250 fotonaponskih jedinica snage od 1 do 5 kW na krovove i fasade novih i renoviranih građevinskih objekata pri čemu su usporedno potaknula proizvodnja fotonaponskih jedinica u četiri lokalne tvornice.

Najznačajniji Nizozemski projekt fotonaponskog sustava realiziran je u naselju New Sloten instalirane snage 250kW koji je polučio dovoljno električne energije za podmirivanje potreba 100 kućanstava uz izbjegnutu emisiju CO₂ od 180 tona godišnje. Sustav je priključen na niskonaponsku mrežu, a realiziran je novcem iz međunarodnih programa, finansijskom pomoći vlade i dijelom sponzorstvom od isporučitelja opreme.

Veliki broj projekta zaštite od buke na prometnicama realizirani su uz pomoć fotonaponskih modula diljem Europe. Kao primjer može se izdvojiti prvi veći projekt smanjenja buke na brzoj prilaznoj cesti A9 u gradu Amsterdamu, Nizozemska, kojim se u dužini od 1650m i visini od 5m generira električna energija od 220kW i štiti 700 domova od buke uz godišnju proizvodnju energije od 158.000 kWh. Danas, vjerojatno najveći realizirani projekt zaštite od buke fotovoltaicima, nalazi se u gradu Freising, Njemačka, u kojemu je izgrađeno približno 1000 metara zaštitnog zida kapaciteta 500kW koji je realiziran u rekordnih tri mjeseca (Slika 5.2.). Ovim projektom izbjegnuta je emisija CO₂ za oko 350 tona godišnje uz pokrivanje potreba za električnom energijom u 200 kućanstava.



Slika 5.2. Zaštita od buke, Freising, Njemačka

Projekti zaštite parkiranih vozila od atmosferilija i sunca ugradnjom foronaponskih modula vrlo su česta pojava na javnim parkiralištima diljem Europe. Kao primjer može se navesti projekt regije Emilia, Italija, u sklopu kojeg je ugrađeno 1 917 fotonaponskih modula ukupne snage 94 kW. Generiranom električnom energijom pogone se tri električna automobila u vlasništvu grada (Slika 5.3.).



Slika 5.3. Fotonaponski krov za pogon električnih automobila grada Emilia, Italija

5.3. Male hidroelektrane

U Pročišćenom tekstu odluke o donošenju prostornog plana uređenja Grada Zagreba (24. 03. 2009., točka 5.3.2.) obnovljivi izvori energije (sunce, vjetar, biopljin, geotermalne vode) se taksativno spominju, ali bez malih hidroelektrana. Na području Grada Zagreba ne postoje niti velike hidroelektrane, iako se već dugi niz godina, pa tako i u navedenom PP, govori o hidroelektranama na Savi.

Hidropotencijal Grada Zagreba može se razvrstati na:

- hidropotencijal rijeke Save na prigradskom području,
- hidropotencijal manjih vodotokova s južnih obronaka Medvednice.

Hidropotencijal rijeke Save je dio ukupnog hidropotencijala te rijeke, a odnosi se na davno planirane hidroelektrane HE Podsused, HE Prečko, HE Zagreb, HE Drenje.

S južne strane Medvednice ima nekoliko desetaka vodotokova, no za hidroeneretsko iskorištavanje dolaze u obzir samo oni veći.

U prigradskom području rijeka Sava ima još značajan potencijal budući da na 31,1 km ima geodetski pad od 32 m, tj. prosječni relativni geodetski pad na prigradskom području iznosi 1,29 %. Uz niz do sada usvojenih studija i analiza, zadnje studije predviđaju izgradnju sljedećih hidroelektrana: HE Podsused (43 MW, 202,4 GWh), HE Prečko (25 MW, 136 GWh), HE Zagreb (19

MW, 97 GWh) i HE Drenje (37 MW, 189,1 GWh). Ukupna snaga ovih hidroelektrana je 124 MW, a moguća prosječna proizvodnja električne energije iznosi 624,5 GWh.

Ovim pregledom se obuhvaćaju vodotoci koji imaju izvorište na području jugozapadnih, južnih i jugoistočnih obronaka Medvednice, a utječu u rijeku Savu. Slivno područje vodotoka omeđeno je na sjeveru vododjelnicom koja prolazi uzdužnim najvišim grebenom Medvednice, na jugu granicom Grada Zagreba (uglavnom sjeverni obronci Vukomeričkih gorica), na zapadu potokom Markovcem, a na istoku potokom Blagušom.

Slivno područje pada u smjeru sjever-jug, no budući da pad terena nije jednolik, već ima dva izrazita loma i to između slojница 250 i 350 m. n. m. te između slojница 120 i 140.m. n. m., cijelo se slivno područje može podijeliti na tri pojasa:

1. brdska dijelova vodotoka,
2. područje *zagrebačke terase*,
3. nizinsko područje.

Cijelo brdsko područje je pošumljeno, nenaseljeno i odlikuje se velikom razvedenošću, što ima za posljedicu veliku razvedenost hidrografske mreže. Iako je to područje velikih padova terena, zbog relativno malog protoka ovi dijelovi nisu interesantni za hidroenergetsko iskorištavanje, posebice ako se uzme u obzir velika količina nanosa koje te površinske vode nose sa sobom.

Srednji pojas, *zagrebačka terasa* predstavlja obronke Medvednice koji se spuštaju u smjeru sjever-jug, a međusobno su odijeljeni dolinama u kojima se nalaze korita vodotokova. Ovaj dio sliva je slabo pošumljen, osim površina pod park-šumama, a na dijelovima koji nisu naseljeni prevladavaju obradive površine. Usljed slabog vegetacijskog pokrivača i relativno velikih padova terena, razvijeni su erozijski procesi izraženi u površinskom ispiranju, odronima i klizištima. Izgradnja malih hidroelektrana na ovim dijelovima vodotokova smanjila bi erozijska djelovanja istih i doprinijela smirivanju protoka.

Nizinski dio slivne površine potoka predstavlja gusto naseljeno i izgrađeno gradsko područje. Zato se u ovom dijelu ne može iskorištavati hidropotencijal vodotokova. U ovom pregledu nisu energetski obrađeni oni dijelovi vodotokova koji nisu zanimljivi za energetsko korištenje, postavljajući kao donju granicu snage od 10 kW. Temeljem rečenog, u narednim energetskim razmatranjima, obuhvaćeni su slijedeći potoci zapadnih i južnih obronaka Medvednice: Jalševac, Trnava, Štefanovec, Bliznec, Medveščak, Kuniščak, Črnomerec, Kustošak, Mikulić, Vrapčak i Rijeka sa Čućerjem.

Za ostale potoke (Markovac, Dubravica, Stenjevački potok i dr.), već prvim uvidom u raspoložive podloge, utvrđeno je da su ispod donje granice predviđenog potencijala, što je rezultat vrlo malog pada i protoka. Zato nisu uvršteni u ovaj pregled.

Iz sesvetskog područja (istočni obronci Medvednice) analizirani su i potoci: Blaguša, Kašina, Goranec, Melinec te Vugrov potok s Kostanjcem. U tablici 5.6 prikazane su energetske karakteristike nabrojenih vodotokova.

Tablica 5.6. Energetske karakteristike vodotokova s južnih obronaka Medvjednice

Vodotok	Slivna površina	Dužina	Geodetski pad	Relativni pad	Prosječni protok	Bruto potencijal
	km ²	km	m	%	m ³ /s	GWh
Jalševac	4,9	3,9	42	10,8	0,05	0,12
Trnava	30	7,46	120	16,1	0,38	1,89
Štefanovec	13,9	7,74	395	51,0	0,15	1,28
Bliznec	12,1	7,5	380	50,7	0,13	1,33
Medveščak	7,1	5,7	440	77,2	0,09	1,45
Kuniščak	4,5	4	240	60	0,04	0,26
Črnomerec	7,4	7,2	640	88,9	0,08	1,31
Kustošak	6,2	2,2	90	40,9	0,04	0,2
Mikulić	5,1	5,45	535	98,2	0,07	0,95
Vrapčak	15	7,69	500	65	0,17	1,6
Rijeka s Čučerjem	28,2	13,3	235	17,7	0,39	0,37
Blaguša	8,6	7,52	95	12,6	0,09	0,43
Kašina	56,7	12,03	85	7,06	0,49	0,57
Goranec	7,5	5,4	110	20,4	0,08	0,4
Melinec	5,5	4	46	11,5	0,06	0,16
Vugrov potok s Kostanjcem	38,4	12,08	85	7,04	0,4	0,13
Sveukupno:						12,42

Na kraju se može rekapitulirati da slobodni bruto hidropotencijali vodotokova u Gradu Zagrebu iznose 636,92 GWh, od čega na male vodotokove otpada 1,95%.

Usporedbe radi, Elektra Zagreb pokriva područje od 2 550 km² (područje Grada Zagreba je 641,4 km²) i ima potrebu za srednjom snagom od 711 MW, odnosno za električnom energijom od 3 626,6 GWh. Hidroenergetske neiskorištene rezerve Grada Zagreba pokrivaju dakle 17,4% potreba za snagom, odnosno 17,6 % potreba za električnom energijom cijelog područja koje pokriva Elektra Zagreb. Za sam Grad Zagreb slični podaci nisu poznati, no iz prethodnog se vidi da Grad Zagreb može svoje potrebe za električnom energijom pokriti u opsegu 30 – 35 % iz svojih neiskorištenih hidropotencijala.

U Republici Hrvatskoj, pa tako ni u Gradu Zagrebu, ne postoji katastar pozicija za male hidroelektrane temeljem kojega bi se mogle izabirati pozicije i obrađivati podaci za određenu hidroelektranu. Takav je katastar nužno uspostaviti ukoliko se želi postići sistematska i isplativa izgradnja malih hidroelektrana. Budući da se strategija o ovakvim objektima donosi na razini županija, županije bi trebale potaknuti izradu katastra.

Po izradi katastra pozicija za male hidroelektrane, Grad Zagreb bi trebao odmah pokrenuti postupak za izmjenu i dopunu postojećeg prostornog plana i u njega unijeti potencijalne pozicije za male hidroelektrane definirane navedenim katastrom. Ukoliko se prije izrade istog pojave zainteresirani investitori za gradnju malih hidroelektrana kao jedno/više-namjenskih objekata (turizam, šport, poljodjelstvo i sl.), Grad Zagreb treba brzo odgovoriti na postavljene zahtjeve glede promjene prostornog plana u tom segmentu kao i prostornog plana lokalne jedinice te pripremiti službe radi izdavanja odgovarajućih dozvola.

5.4. Geotermalna energija i toplinske crpke

Najveće geotermalno nalazište na području Grada je, kao što je već navedeno, geotermalno polje Zagreb. Budući da je Geotermalno polje Zagreb u proizvodnji od Univerzijade 1987. godine, ono ima svu potrebnu rudarsko-tehnološku dokumentaciju. Izrađena su tri *Elaborata o rezervama geotermalne vode eksploracijskog polja–Geotermalno polje Zagreb*, od čega je prvi izrađen u svibnju 1993. godine, drugi u listopadu 2002. godine, a treći u ožujku 2008. godine. *Glavni rudarski projekt Geotermalnog polja Zagreb* izrađen je u ožujku 1995. godine.

Tijekom dosadašnje faze ispitivanja i proizvodnje uzet je niz uzoraka geotermalne vode te je izvršena balneološka, kavitativna i kvantitativna kemijska analiza. Analizu vode u lipnju 1981. godine izvršio je Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Prema balneološkoj klasifikaciji voda je mineralna, fluorna, natrijbikarbonatna, kloridna, sulfatna hiperterma. Voda je pogodna za liječenje mnogih bolesti poput degenerativnih bolesti kralježnice i zglobova, reumatskih bolesti te nekih oblika kroničnih ginekoloških bolesti.

Geotermalno polje Zagreb vodi se kao dva odvojena tehnološka sustava:

1. Tehnološki sustav *Mladost* s bušotinama: proizvodna bušotina Mla-3, proizvodno-utisna bušotina Mla-2 i utisna bušotina Mla-1,
2. Tehnološki sustav *Sveučilišna bolnica Zagreb* s bušotinama: proizvodne KBNZ-1B i KBNZ-1A te utisne bušotine KBNZ-3α i KBNZ-2A.

U topografskoj karti (Prilog 8.1.) ucrtane su sve bušotine. Iz karte je vidljivo da su na sjevernom dijelu geotermalnog polja smještene bušotine tehnološkog sustava *Mladost*, dok su na južnom dijelu polja bušotine tehnološkog sustava *Sveučilišna bolnica Zagreb*.

Iz dosadašnjih analiza proizvodnih mogućnosti polja proizlazi da je moguće intenzivirati proizvodnju geotermalne energije, prije svega radi povećanja prihoda. U cilju bolje efikasnosti uporabe geotermalne vode s ovoga lokaliteta, predlaže se stupnjevito korištenje te bi potrošači, uz sadašnji *Športski park Mladost*, mogli biti okolni stambeni blokovi, *Sveučilišna bolnica Zagreb*, centar za hortikulturu, rekreacioni sklopovi i drugo.

Na temelju stručnih podloga - Elaborata o zalihamama geotermalne vode, Glavnog rudarskog projekta, iskazane zainteresiranosti Grada Zagreba za dodatne sadržaje te interesa INA-e da

prodaje toplinsku energiju, potpisano je *Pismo namjere* o poduzimanju potrebnih aktivnosti svake strane, a sve u cilju realizacije projekta. Pismo namjere od strane INA-e i Poglavarstva Grada Zagreba potpisano je u ožujku 2005. godine te je oformljeno stručno povjerenstvo od deset članova. Izrađena je investicijska studija na temelju koje će se osigurati investicijska sredstva za dodatne radove na buštinama. Pokrenuta je također i izrada studije o zaštiti okoliša koju je izradio Rudarsko-geološko-naftni fakultet. U travnju 2008. godine osnovano je trgovačko društvo Terme Zagreb d.o.o. za odmor, rekreaciju i zdravstveni turizam, članovi kojega su Grad Zagreb i INA-Industrija nafte d.d. s jednakim postotkom udjela u projekt na lokaciji *Blato*.

Budući da je temperatura vode na ušću bušotine 80 °C, u cilju optimalnog iskorištavanja geotermalne energije, struka predlaže da se voda koristi stupnjevito, a ne samo za športsko-rekreacijski centar što je svjetska praksa i ekonomski isplativije.

Osim toga, prije početka iskorištavanja geotermalne vode na ovom polju potrebno je izvršiti spajanje cjevovodima bušotine KBNZ-1B s buštinama KBNZ-2A i KBNZ-3α, kao i međusobno spajanje bušotine KBNZ-2A i KBNZ-3α, zbog konačnih potvrda o proizvodno-utisnim mogućnostima. Na taj bi se način dugotrajnim testiranjem u potpunosti ispitala proizvodna mogućnost bušotine KBNZ-1B i mogućnost utiskivanja geotermalne vode u utisne bušotine KBNZ-2A i KBNZ-3α.

Nakon ispitivanja na buštinama KBNZ-2A i KBNZ-3α valjalo bi razmotriti moguću zamijenu bušotinske glave na pojedinoj bušotini, kao i postaviti zaštitnu ogradu oko bušotina, što u ovome trenutku nedostaje. Budući da je proizvodno-utisni sustav u velikoj mjeri izgrađen, pri konačnom izboru radne opreme valja uvažiti postojeće stanje, budući da se tako smanjuju ukupna investicijska ulaganja. U pogledu geoloških rješenja i eksplotacijske razrade Geotermalno polje Zagreb na lokaciji *Blato* u potpunosti je spremno za eksplotaciju.

Toplinske crpke su uređaji koji rade na termodinamičkom načelu dizalice topline, to jest dovode energiju s niže temperaturne razine na višu uz dodatnu energiju (rad) i pomoću ljevkretneg kružnog procesa prikladnog medija.

Toplinske se crpke u pravilu koriste za dobivanje toplinske energije za sustave grijanja stanova, obiteljskih kuća, stambenih ili poslovnih zgrada pa i manjih naselja (npr. u Švedskoj), kao osnovni ili dodatni izvor topline. Pri tome se toplinski učini kreću od nekoliko kW pa do više MW. Osnovna zamisao njihove primjene temelji se na iskorištavanju dijela topline iz neposredne okolice čime se zamjenjuje jedan dio potrošnje dodatne, pogonske energije (npr. toplinska crpka s električnim kompresorom ima mnogo manju potrošnju električne energije od električnog kotla istog učina).

Najčešće mogućnosti primjene toplinskih crpki navedene su u nastavku:

toplinski učin, kW	primjena	mediji koji se najčešće koriste kao toplinski izvori
1	priprema PTV i dodatni sustavi grijanja obiteljskih kuća	onečišćeni zrak iz prostorija, okolni zrak
10	osnovni sustavi grijanja i pripreme PTV obiteljskih kuća	okolni zrak, onečišćeni zrak iz prostorija, podzemne vode, tlo, površinske vode (vodotoci i jezera)

100	sustavi grijanja stambenih zgrada, industrija	onečišćeni zrak iz prostorija, podzemne vode, tlo, površinske vode (vodotoci i jezera), morska voda
1000	toplinarski sustavi manjih naselja, industrija	okolni zrak, površinske vode (jezera), morska voda, otpadne vode
10 000	toplinarski sustavi većih naselja	morska voda, onečišćeni zrak iz industrije, otpadne vode

S obzirom na izvor dodatne energije, toplinske se crpke mogu podijeliti na:

- kompresijske, kod kojih se strujanje radne tvari ostvaruje djelovanjem mehaničke energije pomoću kompresora ili crpke pogonjenih električnim, dizelskim ili plinskim motorom
- difuzijsko-apsorpcijske, kod kojih se strujanje radne tvari ostvaruje djelovanjem toplinske energije nastale izgaranjem prikladnog goriva ili električnim grijaćem

Toplinski izvori, odnosno spremnici niže temperaturne razine mogu podijeliti u tri osnovne skupine:

1. prirodni izvori s uglavnom promjenjivim temperaturama:
 - okolni (vanjski) zrak
2. prirodni izvori s razmjerno konstantnim temperaturama:
 - površinske vode (veći vodotoci i jezera), mora i oceani
 - podzemne vode
 - tlo
3. umjetni izvori:
 - onečišćeni zrak iz prostorija ili industrijskih procesa
 - otpadne vode

Na raspoloživost prirodnih toplinskih izvora uglavnom se ne može utjecati, to jest njihove su količine neograničene, ali je kod nekih od njih temperatura tijekom godine značajno promjenjiva, a kod nekih se pak mijenja u vrlo malom rasponu. Za razliku od njih, na raspoloživost (količinsku, vremensku) i temperaturu umjetnih izvora u pravilu se može utjecati.

Toplinske crpke kao toplinski izvor mogu koristiti površinske slojeve tla čija je temperatura razmjerno konstantna tijekom godine. Njihova toplina najvećim dijelom potječe od dozračene Sunčeve energije, a tek manjim dijelom od toplinskog toka iz dubina Zemlje. Kao radni se medij pri tome najčešće koristi rasolina (npr. smjesa etilenglikola ili propilenglikola i vode) čija temperatura u uvjetima punog opterećenja (neprekidan rad tijekom više hladnih zimskih dana) ne bi smjela pasti ispod -5 °C. Za iskorištavanje topline tla postavlja se odgovarajući izmjenjivač topline kojim se radni medij dovodi do isparivača toplinske crpke, a s obzirom na način polaganja cijevi, takve se toplinske crpke mogu podijeliti u dvije osnovne skupine:

- s vodoravnim izmjenjivačem, kao kolektorsko polje cijevi
- s okomitim izmjenjivačem, kao toplinske sonde

Vodoravni izmjenjivači ili kolektorska polja koriste se kada su na raspolaganju veće količine raspoloživog zemljišta u koji se mogu polagati cijevi. Procjenjuje se kako je za prosječnu obiteljsku kuću potrebno oko 400 m² zemljišta, a vrijedi pravilo kako potrebna površina zemljišta (kolektorskog polja) mora biti veća ili jednaka dvostrukoj površini prostorija koje treba grijati.

Cijevi izmjenjivača se izrađuju od cijevi od polimernih materijala (PE, PP i sl) i polažu na dubinu od 1,2 do 1,5 m (ispod granice smrzavanja), usporedno, na udaljenosti od 0,3 do 0,7 m, pri čemu orijentacijski vrijedi kako za svaki m^2 prostorija koje treba grijati treba postaviti između 1,5 i 2 m cijevi. Količina topline koja se tako može dobiti ovisi o mnogim čimbenicima, a među najvažnijima su osunčanost zemljišta i specifični toplinski kapacitet tla, pri čemu se kao najbolje pokazuje glineno tlo. Prosječni godišnji toplinski učin takvog sustava iznosi od 20 do 40 W/ m^2 kolektorskog polja. Kako se pravilu ne mogu postići temperature radnog medija sustava grijanja (vode) na izlasku iz kondenzatora više od 50 °C, takve se toplinske crpke koriste samo za niskotemperaturne sustave grijanja (npr. podno grijanje).

Okomiti izmjenjivači ili toplinske sonde su osobito prikladni, pa i nužni, u gusto naseljenim područjima gdje jednostavno nema raspoloživog zemljišta. Sonde se polažu na dubine od 30 do 60, a najviše do 100 m, pri čemu je najčešći materijal izrade polietilen koji jamči dobru izmjenu topline i jednostavno rukovanje, a otporan je prema uvjetima u podzemlju (vlaga, tlak, glodavci, mikroorganizmi). U zemlju se najčešće polažu dvije osnovne izvedbe:

- kao dvostruka U cijev, pri čemu kroz jedan krak ulazi ohlađeni radni medij, a kroz drugi se u toplinsku crpku vraća ugrijan
- kao koaksijalne cijevi, pri čemu je unutarnja od PE i kroz nju struji hladni radni medij, dok je vanjska metalna i kroz nju prema toplinskoj crpki struji ugrijani medij

Ovisno o uvjetima u tlu, može se ostvariti prosječni učin od 50 do 100 W/m duljine sonde, odnosno dubini tla, a kada u tlu ima (toplih) podzemnih voda, moguće su i veće vrijednosti.

Osim topline tla, kao toplinski izvor za toplinske crpke se može koristiti i toplina podzemnih voda, pri čemu je sustav po svojoj izvedbi vrlo sličan geotermalnim toplanama. Osnovni je preduvjet takvog rješenja raspoloživost podzemnih voda u većim količinama. Pri tome su također potrebne dvije bušotine (bunari) na udaljenosti najmanje 15 m. Iz jedne od njih se crpi podzemna voda prosječne temperature 10 °C i uvodi u isparivač toplinske crpke u kojem se hlađi predavajući toplinu radnoj tvari te se potom, kroz drugu buštinu, ohlađena vraća natrag u podzemlje. Pri tome se velika pozornost treba obratiti na kvalitetu i sastav podzemne vode i tla jer razne nečistoće mogu uzrokovati smetnje i začepljenje cjevovoda. Isparivač toplinske crpke također se treba izvesti od koroziji postojanih materijala (npr. nehrđajućih čelika) zbog mogućih udjela korozivnih tvari.

Toplinske crpke kao toplinski izvor mogu koristiti površinske vode (veće rijeke, prirodna ili umjetna jezera) ili morsku vodu, a također i toplu otpadnu vodu iz raznih proizvodnih ili industrijskih procesa.

Načelo rada i izvedba sustava koji koriste površinske ili morsku vodu pri tome su slični kao kod toplinskih crpki za iskorištavanje topline tla s vodoravnim izmjenjivačem. Kolektorsko se polje polaze na dno vodotoka, jezera ili mora, gdje temperature nikada ne padaju ispod +4 °C. Sustav se najčešće izvodi kao otvoreni, pri čemu se na određenoj dubini, koja ovisi o prosječnoj temperaturi vode, odnosno o godišnjem dobu, uzima voda koja potom struji kroz cijevi izmjenjivača te ulazi u izmjenjivač topline - isparivač toplinske crpke u kojem se hlađi i ispušta natrag u more, jezero, rijeku ili u kanalizacijski sustav.

Kao primjer može poslužiti postrojenje toplinskih crpki spojeno na toplinarski sustav grada Stockholma. Sustav čini šest jedinica, svaka toplinskog učina 30 MW, a koristi vode zaljeva Värtan, dijela Baltičkog mora. Ovisno o godišnjem dobu, voda se uzima na dvije dubine: ljeti na površini, a

zimi s dna (17 m dubine), gdje temperatura nikada ne pada ispod +3 °C, što je vrijednost na koju je dimenzioniran isparivač.

Kod primjene topline otpadne vode, valja postaviti odgovarajući izmjenjivač topline kroz koji struji prikladni radni medij u zatvorenom krugu. Dakako, pri tome treba voditi računa o vremenskoj i količinskoj raspoloživosti otpadnih voda.

Toplinske crpke koje kao izvor topline koriste okolni (vanjski) zrak po svojoj su izvedbi gotovo jednake malim klima-uređajima, pri čemu se također izvode kao kompaktne jedinice ili u odvojenoj (split) izvedbi. Uz to se može koristiti i onečišćeni zrak odveden iz prostorija sustavom ventilacije i/ili klimatizacije velikih poslovnih zgrada ili iz raznih industrijskih procesa. Izvor topline također može biti i otpadna toplina iz velikih rashladnih sustava i sl.

Sustavi koji koriste zrak ne zahtijevaju dodatni radni medij, a kako bi se pospješila izmjena topline konvekcijom između zraka i isparivačkih površina, isparivač redovito ima ugrađen ventilator. Kako toplinski učin ovisi o vanjskoj temperaturi koja se značajno mijenja čak i tijekom kraćih razdoblja (dana), nužna je odgovarajuća regulacija učina. Takve su toplinske crpke danas u primjeni najčešće, jer redovito čine sastavni dio suvremenih malih split klima-uređaja koji tada, osim za hlađenje prostorija ljeti, služe i za grijanje prostorija zimi. Ipak, *prave* toplinske crpke mogu raditi i pri temperaturama nižim od +5 °C, što kod split sustava u pravilu predstavlja granicu primjene.

Učinkovitosti rada toplinskih crpki definirana je na temelju COP koeficijenta (*coefficient of performance* - COP) koji opisuje omjer dobivene toplinske energije topline prema uloženom radu. Toplinska pumpa koja ima COP = 3,5, daje 3,5 kW toplinske energije za svaki 1 kW uložene električne energije.

Radi boljeg razumijevanja energetskog potencijala geotermalnih dizalica topline na području grada Zagreba, navesti će se neki od primjera korištenja geotermalne energije u susjednim i Europskim zemljama. Geotermalna dizalica topline, ugrađena 1997. godine u poslovni centar Lyon u Francuskoj veličine 16.600 m², koristi se za grijanje i hlađenje uz pomoć klasičnih uređaja za vršna opterećenja kao što su plinski kotao te freonski rashladnik vode. Godišnji iznos električne energije za pogonjenje dizalice topline iznosi 490 259 kWh dok je dobivena toplinska energija 2 108 114 kWh (COP=4,3). Na godišnjoj razini ušteda energije kreće se oko 28% u usporedbi sa klasičnim načinom grijanja i hlađenja (slika 5.4.).



Slika 5.4. Poslovna građevina, Lyon, Francuska

Geotermalna dizalica topline, ugrađena 2000. godine u poslovni objekt veličine 10 000 m², koristi se za grijanje i hlađenje uz pomoć 32 toplinske sonde bušene na dubinu od 70m. Na godišnjoj razini ušteda energije kreće se oko 32% u usporedbi sa klasičnim načinom grijanja i hlađenja (Slika 5.5.)



Slika 5.5. Poslovna građevina, Derbyshire-Chasterfield, Ujedinjeno Kraljevstvo

Geotermalna dizalica topline, ugrađena 2002. godine u poslovnu građevinu Energon u Njemačkoj, veličine 8.000 m², koristi se za grijanje i hlađenje. Godišnje potrebe za toplinskom energijom kreću se samo oko 34,6 kWh/m² što se u potpunosti pokriva geotermalnom dizalicom topline. Ona koristi 40 toplinskih sondi bušenih do dubina od oko 100m. Na godišnjoj razini ušteda energije kreće se oko 85% u usporedbi sa klasičnim načinom grijanja i hlađenja u objektima klasičnog načina gradnje (Slika 5.6.).



Slika 5.6. Poslovna pasivna građevina Energon, Ulm, Njemačka

Dizalice topline koriste se za dobivanje toplinske energije u sustavima grijanja i potrošne tople vode u manjim i većim stambenim ili poslovnim objektima i manjim naseljima, kao osnovni ili

dodatni izvori topline. Pri tome se toplinski učin kreće od nekoliko kWt pa sve do više MWt. Osnovna zamisao njihove primjene temelji se na iskorištavanju dijela topline iz neposredne okolice čime se zamjenjuje jedan dio potrošnje dodatne, pogonske energije (npr. dizalica topline s električnim kompresorom ima daleko manju potrošnju električne energije od električnog kotla istog toplinskog učina).

5.5. Energija vjetra

Vjetroagregati su iskoristivi na lokacijama gdje je prosječna brzina vjetra veća od 4,5 m/s. Idealna lokacija bi trebala imati konstantno strujanje vjetra bez turbulencija i s minimalnom vjerovatnošću naglih olujnih udara. Na kopnenim lokacijama, kao što je Grad Zagreb, instalacije vjetroagregata najčešće se nalaze u brdovitim područjima, tj. na vrhovima brda ili planina, jer na taj način iskorištavaju takozvanu topografsku akceleraciju koju vjetar dobije prelazeći preko uzvisine. Ta dodatna brzina vjetra radi značajnu razliku po pitanju proizvodnje električne energije. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti točnom postavljanju turbinu, jer ponekad mala visinska razlika može imati značajan utjecaj na proizvodnju električne energije.

Jedina takva lokacija na području Grada je park prirode Medvednica. No Medvednica ima veliku prirodnu ljepotu i ekološki je vrlo značajan kako za stanovnike Grada Zagreba tako i za cijelu Hrvatsku. Nacionalni parkovi i parkovi prirode najveća su prirodna vrijednost Republike Hrvatske, koje je Hrvatski Sabor zaštitio donošenjem odgovarajućih zakona u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode.

Smanjenje šuma i zelenih površina u parku prirode dovelo bi do lošije kvalitete zraka u Gradu, promjene mikroklima, izravnog negativnog utjecaja na građane Zagreba i okolice te trajnog uništavanja krajolika. Kao što je praksa u gradovima Europske Unije, zaštićena područja potrebno je bolje štititi i povećavati njihovu površinu.

Slijedom navedenog, u Gradu Zagrebu ne postoje značajniji potencijali za iskorištavanje energije vjetra.

6. CILJEVI KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Ciljni udio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji za Republiku Hrvatsku do 2020. godine iznosi 35% uključujući i velike hidroelektrane prema Nacrtu Zelene knjige: Prilagodba i nadogradnja strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske (u dalnjem tekstu Zelena knjiga). Najveći udio navedene proizvodnje ostvarit će se svakako iz velikih hidroelektrana.

Cilj za Republiku Hrvatsku određen je prema Prijedlogu Europske energetske politike koju je donijela Europska komisija u siječnju 2007. godine. Nakon ulaska Hrvatske u Europsku uniju i donošenja odgovarajućih direktiva od strane Europske komisije, isti će postati obvezujući. Također, određivanje mjera i mehanizama za ostvarenje tog cilja u nadležnosti je Vlade Republike Hrvatske.

Cilj za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora postavljen je za cijelo područje Republike Hrvatske, dok pojedinačni ciljevi po gradovima i županijama nisu definirani. Iako će Grad Zagreb u okviru svojih mogućnosti pridonijeti ostvarivanju gore navedenog cilja, proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora energije iznositi će bitno manje od navedenih 35% ukupne proizvodnje. Uzveši u obzir sve navedeno, u ovoj se Studiji ne definira eksplicitni cilj proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije za Grad Zagreb.

Doprinos proizvodnji kako električne, tako i toplinske energije iz obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba očekuje se prvenstveno korištenjem energije Sunca, hidroenergije i geotermalne energije/toplinskih crpki.

S obzirom na navedeno, ciljevi korištenja obnovljivih izvora energije u Gradu Zagrebu postavljeni su za:

- Solarnu energiju,
- Geotermalnu energiju/toplinske crpke,
- Hidroenergiju/Male hidroelektrane.

Za ostale obnovljive izvore energije ciljevi nisu razmatrani, budući da ne postoji značajniji realni potencijal za njihovo iskorištavanje na području Grada Zagreba.

Iskorištavanje solarne i toplinskih crpki na području Grada Zagreba trenutno je vrlo skromno, unatoč činjenici da postoje znatni potencijali za njihovu upotrebu. Povećanje korištenja solarne i geotermalne energije u cilju povećanja proizvodnje toplinske energije iz obnovljivih izvora energije na području Grada Zagreba podrazumijeva postavljanje kolektora ili toplinskih crpki na zgrade za pripremu potrošne tople vode i grijanje.

U skladu s tim postavlja se cilj ugradnje solarnih kolektora i fotonaponskih sustava te toplinskih crpki u svim potencijalnim poslovnim i stambenim zgradama u vlasništvu Grada Zagreba koje su u trenutno u izgradnji kao i onima koje Grad Zagreb planira izgraditi ili rekonstruirati.

Kao poseban cilj postavlja se instalacija i korištenje solarnih fotonaponskih sustava na potencijalnim i posebno atraktivnim lokacijama kao što su parkirališta, nadstrešnice, bukobrani i sl.

Korištenje geotermalne energije na području velikog geotermalnog nalazišta Geotermalnog polja Zagreb kojeg čine tri lokaliteta - Mladost, Lučko i Sveučilišna bolnica, za sada je izuzetno skromno te je potrebno intenzivirati korištenje iste.

Zbog znatnog geotermalnog potencijala Geotermalnog polja Zagreb također se postavlja za cilj povećanje njegove eksploatacije u novoizgrađenim okolnim stambeno-poslovnim blokovima i drugim objektima, i to na njegovom sjevernom dijelu uz rekreacijske zone Jarun i Mladost te južnom dijelu uz Sveučilišnu bolnicu Zagreb u izgradnji.

Slijedeća zanimljiva lokacija na području Grada pogodna za iskorištavanje postojećih potencijala geotermalne i sunčeve energije ugradnjom solarnih kolektora i toplinskih pumpi je Zračna luka Zagreb d.o.o. S obzirom na zemljopisni položaj te orientaciju Republike Hrvatske ka europskim i drugim gradovima, Zračna luka Zagreb d.o.o. postaje regionalnim Centrom zračnog prometa u ovom dijelu Europe te u skladu s navedenim mora pratiti integracijski proces izgradnjom najmodernejše infrastrukture i ugradnjom modernih tehnologija. Osim za svrhe grijanja i pripreme potrošne tople vode, na ovoj se lokaciji preporučuje i ugradnja fotonaponskih modula za proizvodnju električne energije. Ugradnja ovakvih modula od strateške je važnosti budući da Zračna luka Zagreb mora osigurati kontinuiranu opskrbu električnom energijom, tj. ne smije doći do prekida u isporuci. U tom se smislu diverzifikacija izvora električne energije postavlja se kao jedno od najboljih rješenja.

U skladu s tim postavljen je cilj ugradnje solarnih kolektora, toplinskih pumpi i solarnih fotonaponskih modula u Zračnoj luci Zagreb d.o.o.

Na području Grada Zagreba trenutačno ne postoji niti jedna hidroelektrana no postoji značajan bruto hidropotencijal od 636,92 GWh te je moguće prepostaviti izgradnju takvih postrojenja.

Budući da Grad Zagreb, kao što je već istaknuto, može svoje potrebe za električnom energijom pokriti u opsegu 30 – 35 % iz svojih neiskorištenih hidropotencijala, postavlja se za cilj iskorištavanje značajnog hidropotencijala rijeke Save na prigradskom području.

Budući da je Grad Zagreb pristupio Sporazumu gradonačelnika te se obvezao na ostvarenje zadanih ciljeva Europske unije u smanjenju emisije CO₂ od najmanje 20 % do 2020. godine, potrebno je detaljno analizirati mogućnosti ostvarenja istog. U tom se smislu predlaže provođenje pilot projekta ugradnje solarnih fotonaponskih sustava na zgrade na području Grada Zagreba. Prema prijedlogu projekta fotonaponski sustavi ugradili bi se na 20% većih kapitalnih objekata na području Grada Zagreba te bi se analiziralo smanjenje smanjenje emisije CO₂ zbog povećanja korištenja obnovljivih izvora energije.

Dakle, postavlja se za cilj provođenje pilot projekta ugradnjom solarnih fotonaponskih sustava na cca 20 % većih kapitalnih objekata na području Grada Zagreba.

Da bi se postigli značajniji rezultati u štedi CO₂ na području Grada potrebno je provesti sustavnu politiku povećanja korištenja obnovljivih izvora energije. Kao dobar primjer može poslužiti Grad Barcelona koja je regulacijom kroz lokalno zakonodavstvo znatno povećao korištenje obnovljivih izvora energije (Prilog 8.2.).

Kao najvažniji korak prema postizanju značajnijih promjena te dostizanju definiranih ciljeva iz Sporazuma gradonačelnika, postavlja se za cilj donošenje odgovarajućeg Pravilnika o uporabi solarne energije na području Grada Zagreba koji bi donio obavezu ugradnje solarnih kolektora za pripremu potrošne tople vode u svim renoviranim zgradama, novim zgradama ili zgradama u prenamjeni kako u privatnom tako i u javnom sektoru na području Grada Zagreba.

Kako bi gore navedeni ciljevi bili ostvarivi nužno ih je poduprijeti odgovarajućim organizacijskim i finansijskim mjerama na razini Grada, ali i aktivno koristiti različite europske i domaće fondove koji su na raspolaganju Republici Hrvatskoj i Gradu Zagrebu.

7. ORGANIZACIJSKE MJERE I AKTIVNOSTI

Obnovljivi izvori energije na području Grada Zagreba koriste se vrlo skromnom opsegu, samo na pojedinim lokacijama i većinom na privatnu inicijativu. Iskustva europskih gradova su bitno drugačija. Ona pokazuju da je upravo korištenje obnovljivih izvora energije jedan od prioriteta te da ih je potrebno koristiti u što većoj mjeri. U tom je smislu potrebno definirati niz provedbenih mjera i aktivnosti koje dovode do značajnog povećanja korištenja obnovljivih izvora energije na području Grada.

Predložene mjere i aktivnosti podijeljene su u četiri osnovne skupine:

- strateški i provedbeni dokumenti, planiranje;
- jačanje ljudskih kapaciteta;
- demonstracijske aktivnosti, provedba i promocija;
- mehanizmi financiranja i potpore.

Prva grupa aktivnosti podrazumijeva izradu strateških i provedbenih dokumenata te planskih dokumenata. Najvažniji strateški dokument kojeg bi Grad Zagreb trebao izraditi u cilju budućeg energetskog razvijanja ovog područja je *Strategija energetski održivog razvoja Grada Zagreba*. Nakon izrade *Strategije* potrebno je izraditi i *Program provedbe strategije* – provedbeni dokument u kojem bi se definirale aktivnosti i njihova dinamika u skladu s ciljevima postavljenim u *Strategiji*.

Nadalje, u smislu planiranja buduće energetske potrošnje, potrebno je nastaviti sustavno pratiti energetsku bilancu Grada Zagreba te izraditi odgovarajući *Program gospodarenja energijom*.

Osim gradske uprave Grada Zagreba i drugi dionici na gradskom području trebaju biti obavezni brinuti o energetskoj potrošnji. Tako bi industrijski subjekti i poduzetnici trebali pratiti vlastitu potrošnju energije sukladno obvezama iz zakonske regulative. Znanstvene i obrazovne institucije, Sveučilište u Zagrebu i pojedini fakulteti trebali bi se također aktivno uklučiti u cijeli proces pružanjem stručne potpore, a nevladine udruge građana/potrošača sudjelovati u različitim javnim raspravama i pokrenuti rasprave na temu obnovljivih izvora energije.

Druga grupa aktivnosti podrazumijeva djelovanje na području ljudskih kapaciteta u smislu njihove organizacije i obrazovanja. Grad Zagreb bi trebao osnovati Ured za gospodarenje energijom te imenovati odgovorne osobe za praćenje korištenja i upravljanje obnovljivim izvorima energije u objektima u vlasništvu grada. Od izrazitog su značaja za podizanje svijesti o važnosti korištenja obnovljivih izvora energije kod krajinjih potrošača kao i njihovog informiranja po tom pitanju su obrazovne aktivnosti. U tom bi smislu Grad trebao izraditi obrazovni program o obnovljivim izvorima energije za zaposlenike grada te obrazovni program o obnovljivim izvorima energije za širu javnost te provoditi kontinuirane obrazovne akcije za ciljane skupine (učenici i sl.). Također je nužno otvaranje info-centara za građane i info-službe za poduzetnike o mogućnostima upotrebe obnovljivih izvora energije u vlastitim domovima i tvrkama kao i informiranje javnosti o izvorima i načinima financiranja takvih projekata. Kako bi se dobio što kvalitetniji uvid o razini informiranosti šire javnosti o obnovljivim izvorima kao i razinu njihove osvještenosti potrebno je na razini Grada provoditi ispitivanje javnog mišljenja putem anketa i upitnika.

I ostali se dionici trebaju uključivati u obrazovne aktivnosti. Kao neke od važnih zadaća Hrvatske gospodarske komore – komore Zagreb trebale bi biti uključivanje djelatnika iz industrije i

poduzetništva u europske programe obuke i usavršavanja po pitanju obnovljivih izvora, podrška Gradu u otvaranju i održavanju info-službe za poduzetnike te izrada obrazovnog programa o obnovljivim izvorima energije i energetskoj učinkovitosti za industriju i obrtnike (instalatere). Sveučilišta i fakulteti trebali bi se uključiti školovanjem i zapošljavanjem stručnog kadra te pružanjem stručne potpore, a nevladine udruge građana/potrošača promocijom obrazovnih programa.

Demonstracijske i provedbene aktivnosti i promocija na razini Grada Zagreba podrazumijevaju uvođenje obnovljivih izvora energije u postojeće zgrade javne namjene, provođenje projekata kojima se potiče ugradnja obnovljivih izvora energije kod fizičkih osoba, tj. na obiteljske kuće, kao što su male peći na biomasu, solarni kolektori te toplinske crpke u kućanstvima, organizaciju promotivnih aktivnosti (letak, brošura, internet, TV, novine, stručni izleti, itd.) za pojedine projekte kao i za cjelokupni program korištenja obnovljivih izvora. Industrija i poduzetnici trebaju koristiti obnovljive izvore energije u proizvodnji te isticati njihovo korištenje u cilju bolje promocije svojih proizvoda.

Kako bi navedene aktivnosti bile ostvarive potrebno je definirati mehanizme financiranja i potpore na razini Grada Zagreba. Jedan od važnijih mehanizama je uspostava gradske ESCO tvrtke odnosno revolving fonda. ESCO (Energy Service Company) je koncept koji predstavlja novinu na tržištu usluga na području energetike. Naime, ESCO kompanije pored inovativnih projekata obnovljivih izvora energije klijentima nude i finansijska rješenja za njihovu realizaciju. Korisnici ESCO usluge su industrijska postrojenja, javna poduzeća, kućanstva, ustanove i dr. Osnovne karakteristike ESCO koncepta su:

- integrirana sve-na-jednom-mestu rješenja,
- povezivanje plaćanja s izvršenjem projekta.

Najatraktivniji aspekt ESCO modela sa stanovišta klijenta, je činjenica da u toku svih faza izvedbe projekta surađuje samo s jednom tvrtkom, a ne sa više različitih subjekata (projektni biroi, distributeri energije, proizvođači opreme, državne i finansijske institucije itd.). Grad Zagreb bi u cilju poticanja, tj. financiranja projekata obnovljivih izvora energije trebao preuzeti upravo ovakav model.

Osim ESCO modela, vrlo zanimljiv koncept financiranja projekata korištenja obnovljivih izvora energije predstavlja *revolving* fond koji se kao mehanizam primjenjuje u više EU zemalja. Osnovna ideja *revolving* fonda je da se javnim finansijskim sredstvima, a koja se nalaze u posebno osnovanom fondu, financira provedba određenog projekta (primjerice, izgradnja sustava područnog grijanja na biomasu), nakon čega se on djelomično ili potpuno privatizira. Tako dobivena sredstva vraćaju se u *revolving* fond te se njima financira sljedeći projekt.

Osim navedenih modela, postoje i druge mogućnosti financiranja projekata obnovljivih izvora energije. Veliku potporu ovakvim projektima na području Republike Hrvatske daje Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost te bi Grad trebao kontinuirano pratiti i sudjelovati na natječajima istog. Na razini EU, Grad bi trebao sudjelovati na natječajima predpristupnih i drugih fondova. Osim toga potrebno je osnovati info službu za praćenje i informiranje o mogućnostima financiranja projekata iz fondova RH i EU. Kao instrument provođenja projekata Grad Zagreb bi trebao razmotriti i koristiti i poznati model javno-privatnih partnerstva.

Ciljevi definirani u prethodnom poglavlju zajedno s organizacijskim mjerama i aktivnostima navedenim u ovom poglavlju predstavljaju zajedničku cjelinu (provedba navedenih mjera i aktivnosti rezultira ostvarenjem ciljeva).

Kao jedan od važnih dokumenata koje bi Grad Zagreb trebao donijeti, u cilju povećanja korištenja obnovljivih izvora energije, je *Akcijski plan za energetski održivi razvoj*. Ovaj dokument predstavlja obvezu Grada proizašlu iz potpisivanja *Sporazuma gradonačelnika*.

Akcijski plan je ključni dokument koji pokazuje kako će gradska vlast postići ostvarenje zadanih ciljeva Europske unije, tj. smanjenje emisije CO₂ od najmanje 20 % do 2020. godine.

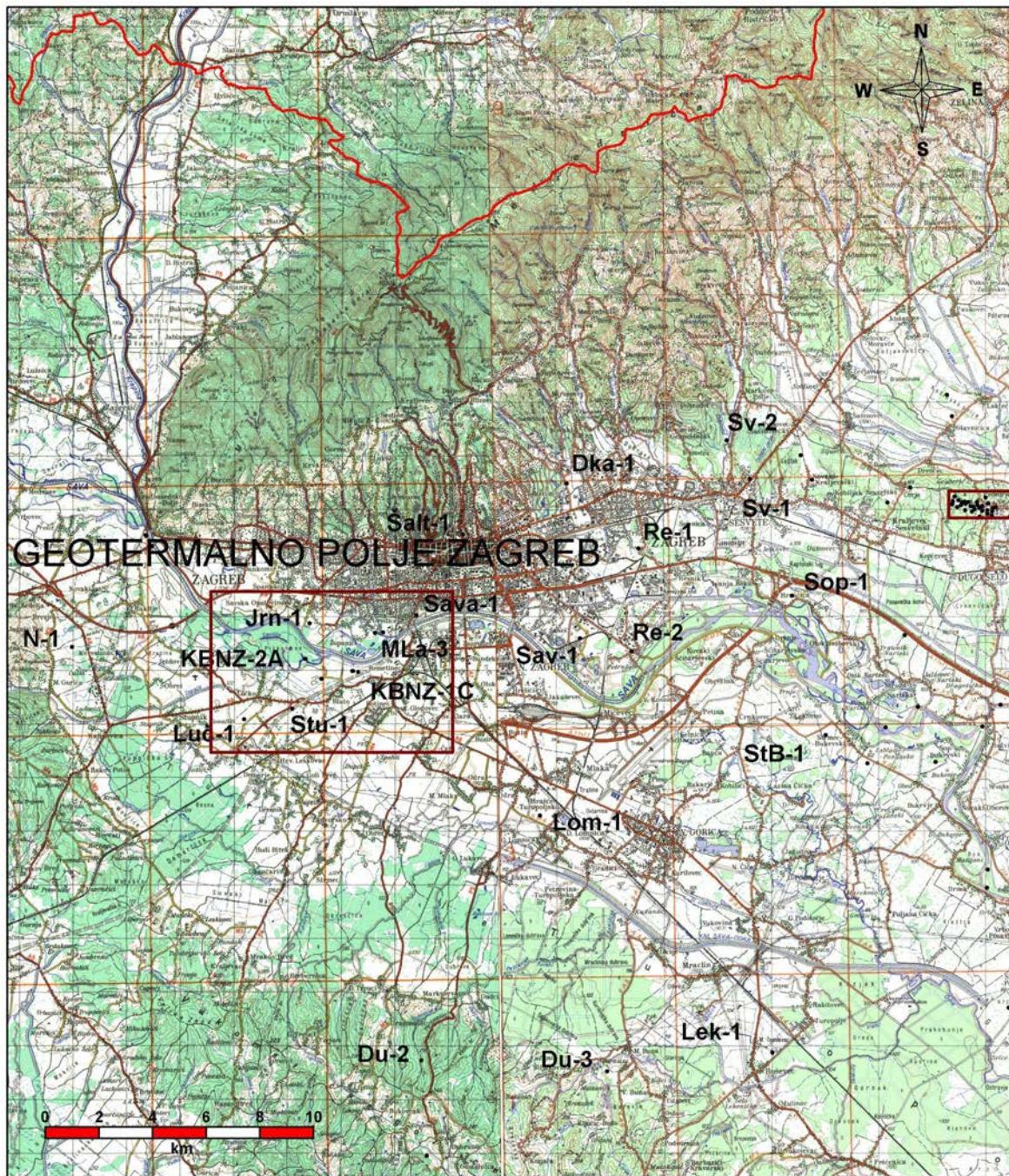
Akcijski plan mora biti izrađen za cijelo geografsko područje Grada Zagreba, odnosno mora obuhvatiti sve akcije uključujući i javni i privatni sektor:

- Izgradnju novih zgrada i veće rekonstrukcije postojećih,
- Gradsku infrastrukturu (područno grijanje, javnu rasvjetu, pametne mreže i sl.),
- Korištenje zemljišta i planiranje izgradnje naselja,
- Decentralizirane sustave obnovljivih izvora energije,
- Politiku javnog i privatnog gradskog prijevoza,
- Doprinos građana, tj. civilnog društva smanjenju emisija,
- Inteligentno postupanje građana, potrošača i poslovnih subjekata vezano uz potrošnju energije.

Akcijski plan usredotočit će se na dugoročne energetske transformacije unutar Grada Zagreba, postaviti mjerljive ciljeve o korištenju energije i udio proizvodnje energije iz obnovljivih izvora.

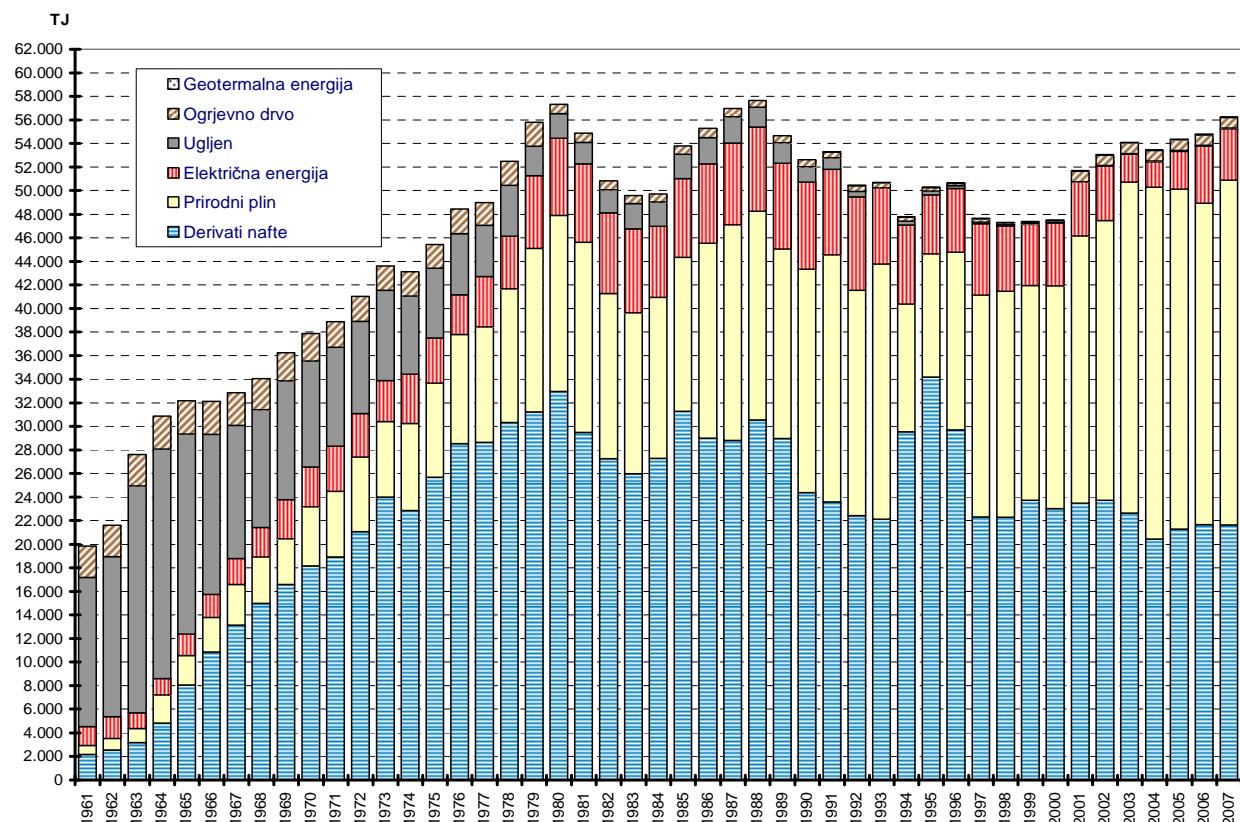
8. PRILOZI

8.1. Topografska karta svih geotermalnih bušotina



8.2. Energetska bilanca Grada Zagreba

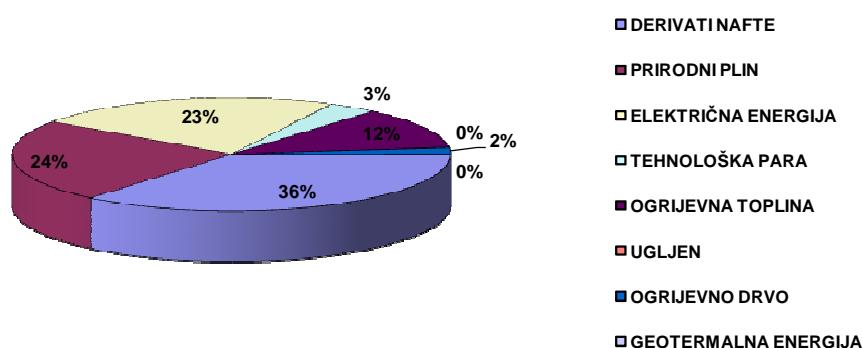
U Gradu Zagrebu na površini od 641,29 km² živi 784 900 stanovnika, tj. 18% ukupnog stanovništva Republike Hrvatske pa je u skladu s tim područje Grada vrlo energetski intenzivno. Na slici 8.1. prikazan je trend potrošnje energije u Gradu u razdoblju od 1961. do 2007. godine. Ukupna godišnja potrošnja energije na razini Grada za 2007. godinu iznosi 13 853 GWh (tablica 8.1.).



Slika 8.1. Energija u Gradu Zagrebu u razdoblju od 1961. do 2007. godine.

Potrošnja električne energije na području Grada iznosi 3 151 GWh (Tablica 8.1.). Veliki potrošač električne energije je javna rasvjeta. Instalirana snaga javne rasvjete iznosi 20 MW. Na području Grada nalazi se 82 000 rasvjjetnih mjesta i 123 000 svjetiljki.

Vezano uz strukturu potrošnje, potrebno je istaknuti da se na području Grada najviše energije konzumira iz fosilnih goriva - nafte i prirodnog plina - koji čine 60% ukupne potrošnje svih energenata, dok u novije vrijeme postoji znatan porast potrošnje ogrjevnog drva.

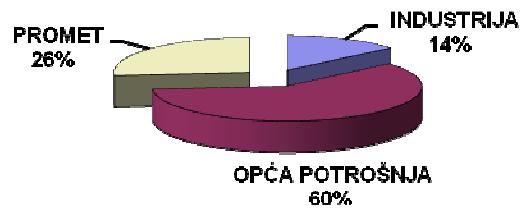


Slika 8.2. Distribucija energije na području Grada u 2007. godini

Tablica 8.1. Potrošnja energije u Gradu Zagrebu u 2007. godini.

ENERGET	2007. godina			
	Jed.Mj.	UDIO (%)	KOLIČINA	ENERGIJA (TJ)
DERIVATI NAFTE	T	36,10	416 967	17 968
lož ulje	T	2,30	28 637	1 151
lož ulje (extra lako)	T	5,10	60 000	2 563
dizel gorivo	T	12,80	150 000	6 405
benzin (motorni)	T	13,60	155 000	6 778
Petrolej	T	0,10	1 330	57
naftni plin (ukapljeni)	T	2,10	22 000	1 032
PRIRODNI PLIN	000 m ³	23,80	355 322	11 845
ELEKTRIČNA ENERGIJA	MWh	22,70	3 151 281	11 345
TEHNOLOŠKA PARA	T	3,60	639 488	1 791
OGRIJEVNA TOPLINA	MWh	11,80	1 638 475	5 899
UGLJEN	T	0,10	4 000	67
OGRIJEVNO DRVO	M3	1,80	100 000	900
GEOTERMALNA ENERGIJA	MWh	0,10	10 800	39
UKUPNO	TJ GWh	100,00		49 872 13 853

Najviše se energije konzumira u sektoru opće potrošnje, oko 60%, dok promet i industrija sudjeluju u ukupnoj potrošnji s udjelom od 40%.



Slika 8.3. Razdioba potrošnje energije u Gradu Zagrebu prema sektorima

8.3. Europske metropole kao nositelji razvitka korištenja obnovljivih izvora energije

8.3.1. Grad Beč, Austrija

Beč već godinama provodi različite projekte koji ne samo da dovode do smanjenja potrošnje fosilnih goriva, već održavaju kvalitetu života građana na visokom nivou. Grad pridaje veliku važnost iskorištavanju obnovljivih izvora energije i provodi projekte koji pokrivaju cijeli niz različitih izvora i tehnologija.

Grad Beč pokrenuo je 2006. godine projekt *Sunce za Beč* kako bi potaknuo korištenje solarne energije. Cilj je bio informirati stanovnike austrijskog glavnog grada o prednostima korištenja sunčeve energije te ih potaknuti na njihovu upotrebu putem ciljanih bespovratnih sredstava. Potpore za ugradnju solarnih sustava za proizvodnju električne energije i grijanje u 2006. godini iznosile su ukupno oko dva milijuna eura. U gradu je postavljeno 93 fotonaponska sustava za proizvodnju električne energije, priključenih na mrežu koji daju 426 MWh električne energije godišnje. Osim bespovratnih sredstava putem natječaja za građane, Beč je započeo i izgradnju solarnih postrojenja za grijanje i proizvodnju električne energije koja bi napajala zgrade javne namjene u vlasništvu grada.

				
Solarni sustavi u Beču		Vjetroelektrane na južnom ulazu u Beč		Kogeneracijsko postrojenje na biomasu u Simmeringu

Budući da se na sjevernom i južnom dijelu Beča nalaz odgovarajući krajolik za izgradnju vjetroelektrana, grad je pokrenuo njihovu izgradnju. Trenutačno se u okolini Beča nalaze tri 70 metara visoka stupa u Breitenlee-u u općini Donaustadt te tri stupa u Unterlaa-u u općini Favoriten. Iz tih se postrojenja trenutačno opskrbljuje električnom energijom oko 5 500 bečkih kućanstava.

Na području grada Beča izgrađena je i najveća europska elektrana na biomasu. Postrojenje se nalazi u općini Simmering, a s radom je započelo u listopadu 2006. godine. Postrojenje godišnje koristi oko 200 000 tona drvne sječke, opskrbljuje električnom energijom 48 000 kućanstava te toplinskom energijom još 12 000 kućanstava. Izgradnjom ovakvog postrojenja grad Beč je ostvario

godišnju uštedu od oko 47 000 tona loživog ulja ili 72 000 tona ugljena te smanjio emisiju ugljičnog dioksida za 144 000 tona godišnje.

Izgradnjom postrojenja na biomasu u općini Simmering, postigle su se značajne ekonomski prednosti korištenja postojeće infrastrukture(instalacije, dostupan javni prijevoz) te postojeći resursi za održavanje postrojenja.

Sporazum sklopljen između socio demokrata i stranke *Zelenih* u Beču bila je presudna pokretačka snaga u razvijanju projekta obnovljivih izvora energije. Suradnja ovih dviju stranaka je uvrstila 23 zelena projekta kao dio političkog programa, od kojih je jedan kogeneracijsko postrojenje na biomasu u općini Simmering. Jedan od ključnih preduvjeta za korištenje projekta biomase je postojanje poticajnog zakonodavnog okruženja. Postavljeni ambiciozni ciljevi o dostizanju značajnog udjela obnovljivih izvora energije u austrijskom Zakonu o proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora energije iz 2002. godine, bili su glavni poticaj i pokretač u ostvarivanju zadanih ciljeva bečkom dobavljaču električne energije. Jedan od ciljeva Zakona bilo je i ostvarivanje značajnog udjela električne energije u iznosu 78,1% proizvedene iz OIE do 2010. Austrijska energetska agencija aktivno je sudjelovala na promociji korištenja obnovljivih izvora energije u području energetike i zaštite okoliša.

Austrija je zemlja s velikom šumskom površinom i raspolaže sa velikim potencijalom biomase za proizvodnju energije. Od oko 8,9 mil.ha površine gotovo 4 mil.ha su šumske površine, odnosno šume zauzimaju 47% teritorija Austrije. U posljednih nekoliko godina austrijsko Savezno šumarsko društvo je uložilo značajne napore u izgradnju postrojenja na biomasu, vodeći se ciljevima održivog razvijanja.

Vezano uz ovaj projekt, doneseni su slijedeći zaključci:

- 1.) Postojanje kritične mase dionika pokazalo se ključnim za uspješnu realizaciju najveće europske elektrane na biomasu.
- 2.) Iskazivanje političke volje za realizaciju ovakvog projekta ima veliku ulogu u ostvarivanju svih ciljeva projekta.
- 3.) Postojanje problema sigurne opskrbe energijom uz osviještenost građana o tom problemu potpomogli su realizaciju ovako velikog projekta.
- 4.) Osvojavanje svih dionika o važnosti povećanja udjela obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti kroz razne edukacijske programe u osnovnim i srednjim školama i formiranje radnih edukativnih grupa predstavlja važan su faktor u realizaciji ovakvih projekata.
- 5.) Vanjski suradnici i nezavisni stručnjaci imaju veliku ulogu pri osmišljavanju, projektiranju i izvedbi ovakvih složenih projekata.
- 6.) Stručna ekskurzija na već realizirana postrojenja predstavlja važan oblik transfera znanja i iskustva, ali i veliku motivaciju za sve dionike projekta.

8.3.2. Grad Barcelona, Španjolska

Strategija i politika povećanja korištenja obnovljivih izvora energije kao i smanjenje upotrebe fosilnih goriva u gradu Barceloni već neko vrijeme dostižu značajne rezultate. Za to je zaslužno Gradsko vijeće Barcelone koje je donijelo poseban propis - *Pravilnik ugradnje solarnih kolektora za stambene zgrade* (Solar Thermal Ordinance (STO)). Cilj Pravilnika je da se regulacijom kroz lokalno zakonodavstvo poveća korištenje obnovljivih izvora energije.

Barcelona je prvi europski grad koji je donio ovakav Pravilnik. Pravilnik donosi obavezu ugradnje solarnih kolektora u svim renoviranim zgradama, novim zgradama ili zgradama u prenamjeni kako u privatnom tako i u javnom sektoru. Prvi europski Pravilnik o solarnoj energiji zahtijeva od stambenih i poslovnih zgrada pokrivanje minimalno 60% potreba za topлом vodom iz solarnih kolektora.

Grad Barcelona je izradio prvi draft ovog Pravilnika 1998. godine. Pravilnik je odobren od strane Gradskog vijeća 1999. godine, a nakon jednogodišnje stanke kada su izvršene izmjene i prilagodbe, stupio je na snagu u kolovozu 2000. godine. U ovoj prvoj fazi Pravilnik je propisivao da nove zgrade i one koje se renoviraju, a koriste više od 0,8 MW energije dnevno za pripremu potrošne tople vode, zadovolje minimalno 60% svojih potreba za topлом vodom iz solarnih kolektora. Zatim svi komercijalni objekti te stambene zgrade s više od 16 apartmana, morale su provoditi Pravilnik. Pravilnikom je također propisano da će se sve zgrade koje su manje i ne pripadaju gornjoj skupini subvencionirati te da se kod grijanja vode za bazene 100% potreba za energijom mora zadovoljiti iz solarnih kolektora.

2006. godine Barcelona je nadogradila postojeći propis te eliminirala uvjet minimalne dnevne potrošnje od 0,8 MW. Pravilnik se sada primjenjuje na sve nove zgrade i one koje se renoviraju, neovisno o njihovoj veličini i namjeni. Pravilnik se odnosi na:

- nove zgrade ili konstrukcije
- obnovu zgrade ili konstrukcije
- prenamjenu zgrade ili konstrukcije
- stambeni sektor
- zdravstveni sektor
- sportske građevine
- komercijalni sektor
- industrijski sektor (ako je topla voda potrebna za industrijski proces ili ako postoje tuševi za osoblje)
- bilo koju drugu građevinu koja podrazumijeva upotrebu kuhinje, blagovaonice ili kolektivne praonice.

Izuzetke od Pravilnika čine samo građevine koje zadovoljavaju svoje zahtjeve za energijom iz kogeneracije te one koje su zasjenjene, tj. ne mogu dobiti dovoljno sunčeve energije.

Ključ za uspjeh ovog projekta je i adekvatna edukacija ljudi za uporabu i održavanje solarnih panela. Provedena je uspješna kampanju edukacije poznatu kao *od vrata do vrata* kampanja. Ista podrazumijeva suradnju s Udrugama susjedstva i upraviteljima zgrada kako bi se osiguralo da stanari mijere svoje uštede energije i provjeravaju da li solarne instalacije pravilno rade. Otvoren je i informativni centar koji radi 6 dana u tjednu, u kojem građani mogu dobiti informacije o korištenju solarnih kolektora i održavanju istih.

Kao pozitivna posljedica provedbe ovog projekta ostvarene su slijedeće uštede:

- preko 25 000 MWh energije godišnje
- proizvedena energija iz solarnih kolektora jednaka je zahtjevima za toplom vodom za populaciju od 45 000 stanovnika, odnosno za potrebe oko 20 zdravstvenih centara s 1 400 kreveta
- Barcelona je povećala za više od 20 puta površinu instaliranih solarnih kolektora u gradu od $1,1 \text{ m}^2$ na 1 000 stanovnika u 2000. godini do 19 m^2 na 1 000 stanovnika u ožujku 2005. godine
 - tražene licence za instaliranje solarnih panela povećane su s $1 650 \text{ m}^2$ u 2000. godini do $31 000 \text{ m}^2$ u 2005. godini
- 20% ukupnog solarnog toplinskog kapaciteta predviđenog za zgrade je instaliran i u funkciji
- Energetski plan za povećanje energetske učinkovitosti grada Barcelone premašit će svoje postavljene ciljeve – umjesto definiranih $96 300 \text{ m}^2$ solarnih kolektora instaliranih u gradu do 2010. godine biti će instalirano $100 000 \text{ m}^2$.

Kao prvi pravilnik ovog tipa koji je usvojen od velikog europskog grada, Pravilnik je bio predstavljen mnogim autonomnim tijelima, lokalnim upravama, mreži gradova i institucija. Na državnoj razini, Pravilnik iz Barcelone iz 2006. godine inspirirao je dio nacionalnog zakonodavstva koji sada zahtijeva minimalne količine sunčanih kolektora i fotonaponskih modula u novim i obnovljenim građevinama. Neki veći gradovi, uključujući Sevilla-u, Madrid, Burgos i Pamplona-u slijedili su Barcelonu i propisali pravilnike sa strožim zahtjevima od onih u nacionalnom zakonodavstvu.

Pravilnik je pripremljen i odobren zahvaljujući političkoj volji lokalne uprave za promicanje solarne toplinske energije u Barceloni. Od uvođenja tog pravilnika, godišnje uštede energije iznose više od 25 000 MWh uz smanjenje emisije ugljičnog dioksida preko 4 300 tone. Ovaj Pravilnik je jedinstven i prvi takav primjer u Europi i primjer je ostalim gradovima. Danas ga koristi više od 20 španjolskih gradova i općina, uzimajući Barcelonu kao model.

Izdavač

Grad Zagreb – Ured gradonačelnika

Zagreb, Trg Stjepana Radića 1

www.zagreb.hr

Odgovorna osoba

Marijan Maras, dipl.ing.

Urednici

Dr.sc. Julije Domac

Marijan Maras, dipl.ing.

Autori

Sanda Djukić, dipl. ing.

Miljenko Jagarčec, ing.

Mr. sc. Vesna Kolega

Ivana Lončar, dipl.oec.

Ivan Pržulj, dipl.ing.

Mr. sc. Velimir Šegon

www.regea.org

Prof. dr. sc. Krešimir Franjić – FSB

Alojz Gettlicher, dipl. ing. – INA d.d.

Petar Jović, dipl. ing. – Gradska plinara Zagreb

Marko Šporec, dipl. ing. – HEP ODS Elektra Zagreb

Dizajn i priprema za tisk

Katal media d.o.o

Zagreb, Majstorska 5

www.katal.hr

Lektura

Marijana Togonal, prof

Tisk

Grad Zagreb

Autorska prava

Grad Zagreb

Naklada

200 primjeraka

