

PODRUČNO HLAĐENJE I GRIJANJE – INFRASTRUKTURA ODRŽIVOG RAZVOJA U JADRANSKIM ŽUPANIJAMA

B. Hrastnik ¹⁾, B. Franković ²⁾, R. Vujčić ³⁾

¹⁾ Savjetnik za obnovljive izvore energije i energetske učinkovitost
Strossmayerova 4, HR-Zdenci, Tel: +385 33 646 582, E-mail: bhrastni@eihp.hr

²⁾ Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Vukovarska 58, HR-51000 Rijeka
Tel: +385 51 651 506, Fax: +385 51 675 801, E-mail: bernardf@riteh.hr

³⁾ Županija Splitsko-dalmatinska, Domovinskog rata 2, HR-21000 Split
Tel: +385 21 300 410, Fax: +385 21 300 434, E-mail: ranko.vujcic@dalmacija.hr

Sažetak: Područna energetska infrastruktura, koju čine male kogeneracijske energane sa pripadnom vrelovodnom mrežom do obližnjih stambenih i turističkih naselja mogu osigurati umreženu toplinsku i rashladnu energiju po cijenama koje su niže od sadašnjih, koje se baziraju većim dijelom na toplinskoj potrošnji električne energije iz mreže. Toplinsku energiju osiguravaju mikroturbine, solarno polje ravnih kolektora i vršni kotlovi. Rashladnu energiju na lokalitetu potrošača (naselja ili turističkog kompleksa) osiguravaju apsorpcijske i kompresijske toplinske crpke. Procesnu električnu energiju za rad sustava osigurava električna energija iz kogeneracije. Potrebna ulaganja u komunalnu infrastrukturu kreću se na razini 900 kn/m², dok su energetske uštede prema današnjim cijenama energenata oko 50 kn/m² korisne površine. Pokazano je da decentralizirani energetski sustav smanjuje emisije CO₂ na trećinu u odnosu na postojeće stanje, a jednako tako analiziraju se brojne gospodarske koristi, od kojih su ulaganja u nove, energetske učinkovite i čiste tehnologije i otvaranja novih radnih mjesta u lokalnim sredinama ključne za razvitak jadranskog priobalja, zaobalja i otoka.

Ključne riječi: Područno hlađenje, područno grijanje, komunalne kogeneracijske energane

1. ODNOSI PRIMARNE I KORISNE ENERGIJE KOD GRIJANJA I HLAĐENJA

1.1. Energetska učinkovitost pretvorbe primarne energije

Energetska infrastruktura u priobalju i na otocima nepovoljna je za razvoj turizma i gospodarstva u primorskim županijama. Električna energija jedini je umreženi energent duž obale i na većim nastanjenim otocima.

Toplinsku potrošnju, u uvjetima postojeće energetske infrastrukture, kućanstva pokrivaju iz električne energije, a samo malim dijelom lož-uljem. U ruralnim područjima, kao što su zaobalje i unutrašnjost otoka, toplinske potrebe grijanja pokrivaju se najvećim dijelom drvima, kod čega se drvo koristi u pećima, jednostavne i jeftine izrade, s vrlo niskim stupnjem djelovanja.

Rashladna potrošnja na područjima priobalnih županija drastično raste iz godine u godinu, a pokriva se isključivo iz električne energije, koju troše bezbrojni mali klima-uređaji, često problematične kakvoće i porijekla, montirani na gotovo sve vanjske zidove stambenih i poslovnih zgrada. Takvi klima-uređaji ne samo da predstavljaju ruglo u gradovima i naseljima, posebice u starijim gradskim jezgrama, nego su nadasve neekonomični za njihove vlasnike. Nažalost, vrlo veliki broj kućanstava, posebice ako se ljeti bave i turizmom, gotovo sve trgovine, pa čak i državne institucije i organizacije, osiguravaju hlađenje upravo takvim split-klima uređajima.

Područna neumreženost rashladne i toplinske energije i prirodnog plina, prisiljava sve krajnje potrošače tih oblika energije na vlastita rješenja, koja diktiraju isključivo niske maloprodajne cijene opreme, a ne energetska učinkovitost grijanja i hlađenja, te pouzdanost i niski troškovi održavanja.

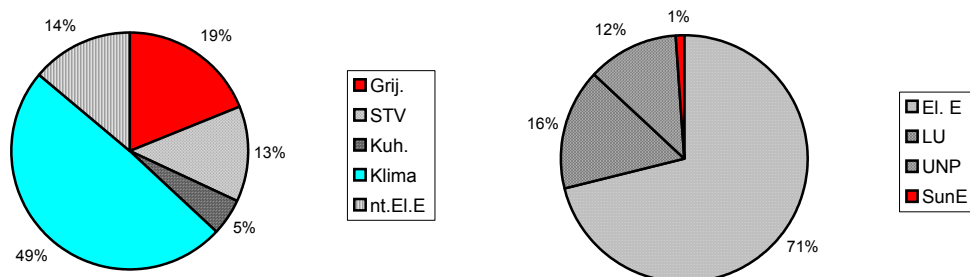
Razlog neučinkovitosti leži u činjenici da se ovdje radi o odvojenim (otvorenim) procesima energetske pretvorbe, gdje kod proizvodnje električne energije u termoelektranama oko 40% energije (uvoznog) fosilnog goriva ostaje neiskorišteno, od čega se dodatno izgubi oko 5-10% električne energije u prijenosu i distribuciji. Korištenjem električne energije za grijanje, potrošač dobiva samo 0,36 kW_th toplinske energije za 1 kW_gh primarne energije fosilnog goriva.

Slučaj kada potrošač prostor hladi nešto je složeniji, jer pretvorba električne energije u rashladnu nije direktna. Ljeti, za svaki 1 kW_eh utrošene električne energije u split-klima uređaju, dobivamo oko 2,5 kW_th rashladne energije, što znači da za svaki 1 kW_gh utrošenog goriva, potrošač dobiva oko 1 kW_th rashladne energije. Satne rashladne potrebe iznose oko 100 W_th/m², što znači da za satno hlađenje 1 m² korisne površine, treba oko 100 W_gh primarnog goriva.

1.2. Potencijalne uštede primarne energije u priobalju

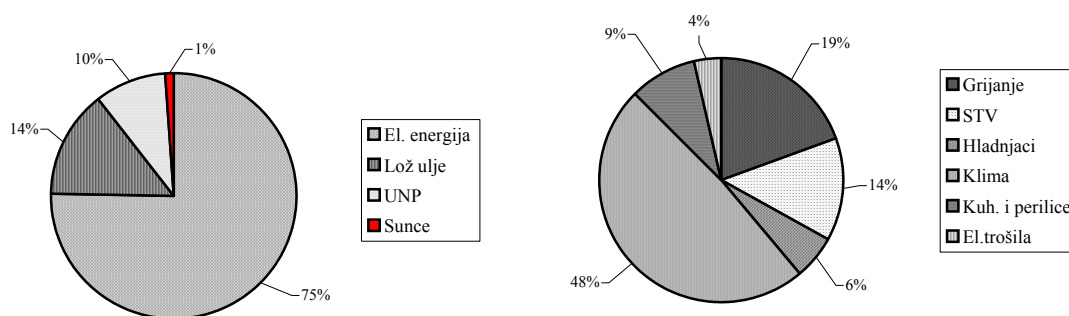
U sedam primorskih županija, prema popisu iz 2001. godine, živi 1,4 milijuna stanovnika u 59 gradova i 2447 naselja. Najveći dio potrošnje rashladne, toplinske i električne energije bilježimo u 478 tisuća kućanstava i turizmu, dok je potrošnja energije u industriji i poljoprivredi znatno manja. Energetska infrastruktura, koju čine izvori, u svih 7 priobalnih županija je neadekvatna potrebama pojedinih oblika energije, jer postoji samo umrežena električna energija. Nedostaje plinska mreža, a na područjima gradova i naselja nisu umrežene niti toplinska, niti rashladna energija. Kao posljedicu imamo sadašnju praksu, gdje električnu energiju velikim dijelom trošimo u toplinske i rashladne svrhe. Činjenica je da hladnjaci, zamrzivači, perilice za rublje i posuđe, kao ni klimatizacija, nisu uzrok električne potrošnje veće od 25-30%. Trostruko većoj potrošnji električne energije doprinose prije svega smještajni kapaciteti, koji STV priređuju u električnim bojlerima, koriste električnu energiju za kuhanje, a jednim dijelom i na grijanje. Ostali dio električne potrošnje otpada na individualne klima-uređaje, za hlađenje, a jednim dijelom zimi za grijanje. Dok kompaktni zrak - zrak klimatizatori renomiranih proizvođača, kod vanjske temperature zraka oko 0°C i temperature zraka u prostoriji 20-22°C, imaju toplinski množitelj oko 2,8-3,2 za grijanje (u engleskoj literaturi COP), mnogo brojniji nekoliko godina stariji klimatizatori malo poznatih i nedovoljno provjerenih proizvođača, bez hrvatske kontrole kakvoće i atesta, pod istim okolnostima imaju toplinski množitelj oko 2,8-3,0, dok je ljeti rashladni množitelj za takve

uređaje oko 2, gdje za svaki uloženi kilovat električne energije, dobijamo dvostruko više rashladne energije, što je još uvijek oko 2,5 puta manje nego što se postiže područnim hlađenjem, gdje je rashladni množitelj za kompresijske toplinske crpke oko 5.



Slika 1.2-1 Struktura potrošnje energije u turizmu priobalnih županija
a) prema energentima b) prema svrsi

Gledajući kućanstva, situacija u priobalnim županijama još je nepovoljnija. Struktura potrošnje energije u priobalnim kućanstvima po energentima prikazana je na Slici 1.2-2a. Svi izvori energije, osim električne, koja sudjeluje s vrlo visokih 75%, marginalizirani su, a cijena koju plaćaju potrošači ide od skupe toplinske i rashladne energije, na bazi električne energije u skupoj dnevnoj tarifi, pa sve do neopravdano visokih emisija stakleničkih plinova.



Slika 1.2-2 Struktura potrošnje energije u kućanstvima priobalnih županija
a) prema energentima b) prema svrsi

Potrošnja električne energije u kućanstvima, koja sudjeluje s više od 25% u pokrivanju potrošnje, u pravilu je neopravdana. To se može razabrati iz Slike 1.2-2b, koja pokazuje strukturu energetske potrošnje, prema svrsi potrošnje, u kućanstvima priobalnih gradova i općina (ruralna područja nisu uključena). Dok hladnjaci, perilice za rublje i suđe, rasvjeta, mali kućanski aparati i alati moraju koristiti električnu energiju, to u pravilu nikad neće biti slučaj za klimatizaciju, grijanje i pripremu STV, ako potrošač bude imao izbor, koji mu oblik energije odgovara, uz uvjet da cijene i pariteti cijena među energentima i izvorima energije budu tehnološke, a ne dnevne političke prirode. Naravno, većim udjelima obnovljivih izvora energije, trošarine i slična opterećenja na uvozne energente sve će manje utjecati na cijenu korisne energije.

Izbor u gusto naseljenim urbanim i turističkim područjima nikad ne treba biti manji od umrežene toplinske, rashladne i električne energije, te plina za kuhanje. Male potrošače, kao što su kućanstva, nikad ne treba dovoditi u situaciju da sami rješavaju energetiku u zgradi, što

je morao uraditi projektant, te da onda bez potrebnih znanja i iskustava, na bazi nestručnog, a često vrlo agresivnog, sugestibilnog i neodgovornog trgovačkog marketinga, nabavljaju energetske opreme kao što su bojleri, kotlovi, klimatizatori, toplinske crpke, solarni kolektori i drugo, najčešće nepoznatog porijekla i bez atesta, što ne zadovoljava minimalne kriterije kakvoće.

2. UČINCI PODRUČNE INFRASTRUKTURE U PRIOBALNIM ŽUPANIJAMA

2.1. Svrha i ciljevi izgradnje područne energetske infrastrukture

Više od dvije trećine potrošnje energije u priobalnom turizmu pokriva se iz električne energije, dok se potrošnja lož-ulja uglavnom odnosi na hotele koji taj energent troše za grijanje objekata i pripremu STV tijekom zime. Neki hoteli izvan glavne turističke sezone još uvijek troše lož ulje i za grijanje unutarnjih bazena. UNP koriste hoteli uglavnom za kuhanje, jer još uvijek na našoj obali Jadrana nemamo prirodni plin iz svog podmorja. Sunčevu energiju koriste još samo vrlo rijetki hoteli i to najviše za pripremu STV u razdobljima kad grijanje nije potrebno, uglavnom ljeti. Međutim, velika većina takvih instalacija vrlo je stara i tehnološki zastarjela, tako da su sveukupni učinci solarne energije na hrvatskoj strani Jadrana na razini ispod 1% toplinske potrošnje. Solarni udjel je iz godine u godinu sve manji, jer svi noviji i renovirani hoteli koriste za hlađenje velike kompresijske toplinske crpke (KTC), koje ljeti uvijek stvaraju velike viškove otpadne topline na temperaturama 45-55°C, pa se ona koristi za pripremu STV. Naravno, razlog za takvo stanje je neriješeno područno hlađenje i grijanje, koje kao primarnu energiju može koristiti jeftinu toplinsku energiju, primjerice sunčevu energiju, biomasu i energiju iz spalionica komunalnog otpada. Ekonomija takvih komunalnih sustava je idealna, jer se isti cjevovodi za polaznu vrelu (95°C) i povratnu toplu vodu (55°C) od male područne kogeneracijske elektrane-toplane (PKET) do potrošača koristi tijekom cijele godine, a ne samo zimi, kad je područno grijanje neekonomično, zbog prekratke i premalo intenzivne sezone grijanja u priobalju.

Dogradnjom energetske infrastrukture, prije svega lokalne i područne, tako da se kogeneracijskim jedinicama lokalno, u spojnom procesu, istovremeno proizvodi električna i toplinska energija, gdje stupanj djelotvornosti goriva od 40% u odvojenim procesima, postaje 75-85% u spojnom procesu, znatno bi se smanjila potrošnja primarne energije. To međutim nije sve, jer se pomoću apsorpcijskih agregata, na istoj lokaciji, mogu osigurati dovoljne količine rashladne energije za rashladnu infrastrukturu (klimatizaciju i hladnjače), a sve to praktički bez potrošnje električne energije. Što je najvažnije, niti to nisu sve mogućnosti. Još je bolje, ako se dio toplinske energije (oko 30%) za pogon rashladnih agregata osigura iz visoko učinkovitih sunčevih kolektora, što bi onda još jednom smanjilo potrošnju primarne energije iz fosilnih goriva za jednu trećinu. Preporuka je da za 1 m² površine koja se hladi, predvidimo 0,25 m² kolektorske površine. Izgradnja lokalne i područne infrastrukture pretpostavlja da će pogonsko gorivo za kogeneracije biti prirodni plin iz jadranskog podmorja, što će sasvim sigurno dodatno motivirati naše i strane ulagače da ubrzaju proces izgradnje plinske mreže u priobalju svih sedam primorskih županija. Kod toga sistematsku izgradnju decentralne energetske infrastrukture treba započeti odmah, bazirajući se zasad na ukapljenom naftnom plinu (UNP), kojeg imamo u dovoljnim količinama. To bi širom otvorilo tržište za taj energent, pa treba pretpostaviti da će mu se formirati cijena koja će biti znatno niža od današnje za boce od 10 kg UNP, koje koriste kućanstva. Isto tako, lokalna energetska postrojenja će ubrzati svrhovitost brze izgradnje distributivne plinske mreže, što će onda bitno

ubrzati izgradnju kompletne prijenosne i distributivne mreže za prirodni plin. Ovdje nikako ne treba zaboraviti da hrvatsko priobalje ima značajan potencijal za buduću proizvodnju vodika elektrolizom morske vode, s tim da se vodik može miješati s prirodnim plinom u svim omjerima do 1:1, što će omogućiti korištenje iste plinske mreže, a istovremeno u velikoj mjeri, povećati udjel obnovljivih izvora energije u potrošnji primarne energije.

Područne energane (1-10 MW), koje lokalne potrošače istodobno mogu opskrbiti umreženom toplinskom, rashladnom i električnom energijom, u znatnoj su prednosti u odnosu, ne samo na male energetske neučinkovite i neekonomične split-klima-uređaje, nego i velike centralne elektroenergetske sustave, koji lokalna stambena i turistička područja ne mogu opskrbiti s ostalim oblicima energije, kao što su to prije svega rashladna i toplinska energija.

Energetska učinkovitost pretpostavlja uvijek dvije stvari, učinkovitu proizvodnju energije, sa što manjim utroškom primarne energije goriva i energetske učinkovitost pri potrošnji energije, što znači što manju potrošnju energije za osiguranje potrebne korisne toplinske, rashladne i električne energije.

Prvi korak prema energetske učinkovitosti predstavlja dogradnja već postojeće centralne elektroenergetske infrastrukture postepenom izgradnjom decentraliziranih područnih energana manjih snaga, dobro prilagođenih toplinskim, rashladnim i električnim karakteristikama potrošnje na određenim lokalitetima, i to tamo gdje je postojeća razina potrošnje svih oblika energije, a ne samo električne, tijekom godine takva da osigurava profitabilnost istovremene proizvodnje toplinske, rashladne i električne energije. Toplinska energija zimi će se koristiti za grijanje i pripremu sanitarne tople vode (STV) područno umreženih korisnika, dok će se ljeti koristiti kao izvor energije za apsorpcijske rashladne agregate smještene na lokalitetima korisnika, npr. u blizini gušće naseljenih stambeno-poslovnih urbanih i turističkih naselja, ili tamo gdje postoje potrebe npr. lokalnih proizvođača u poduzetničkim zonama ili zonama industrije. Kao gorivo za kogeneraciju treba koristiti prirodni plin iz jadranskog podmorja, a kasnije iza 2020. godine, prirodnom plinu pridodavat će se sa sve većim udjelom obnovljiv i neiscrpan energent vodik, koji će se dobivati elektrolizom morske vode. Električnu energiju za takva postrojenja osiguravat će se ubuduće iz obnovljive energije vjetra, koja je također na raspolaganju iz sada već dobro poznatih vjetroptencijala u jadranskom priobalju i na otocima.

Hrvatsko priobalje i otoci, zahvaljujući geografskom položaju, imaju 2.400-3.000 sunčanih sati godišnje, pa imaju jedinstvenu priliku dokazati (dosad uvijek spornu) ekonomsku isplativost visoko učinkovitih ravnih solarnih kolektora, čije će ukupne površine biti između 2.000 i 20.000 m². Solarni kolektori će ljeti, za vrijeme lijepog vremena, proizvoditi vrelu vodu na razini 70-85°C, koja će se dogrijavati vrućim ispušnim plinovima iz kogeneracije na razinu 95-110°C, što omogućuje da apsorpcijske toplinske crpke postignu stupanj djelovanja COP između 0,6 i 0,7. Tako će 1 kW_th primarne toplinske energije na temperaturi 95-110°C, koji sadrži, osim kogenerativne topline i značajan udjel sunčeve energije (oko 30%), proizvesti oko 0,65 kW_th rashladne energije.

Ono što je sada posebno dobro, površina sunčevih kolektora, koja zadovoljava 30% rashladnih potreba ljeti, zimi će za vrijeme sunčanih dana osiguravati pripremu STV i veći dio grijanja. Solarni sustavi, zbog ekonomskih razloga, ne bi trebali koristiti toplinske spremnike, koji bi po kapacitetu bili veći od jednodnevnih. Viškovi sunčeve energije u travnju i listopadu predavali bi se hotelima visoke kategorije za grijanje vanjskih bazena i wellness centara s

morskom vodom, čime bi se učinkovito produžila turistička sezona, dok bi se preostali dio otpadne toplinske energije mogao koristiti za grijanje staklenika.

Međusobno umrežene energane, koje bi koristile prirodni plin i sunčevu energiju bile bi smještene u neposrednom zaobalju (oko 1 - 5 km od obale). Vrela voda bi se magistralnim cjevovodima transportirala do najbližih obalnih naselja, gradova i ostalih većih potrošača. Na lokalitetima većih potrošača, ili grupe umreženih potrošača, apsorpcijske toplinske crpke (ATC) pokrivale bi oko 50-70% rashladnih potreba (tzv. bazno hlađenje), dok bi kompresijske toplinske crpke (KTC) pokrivale vršne potrebe. Električnu energiju za električna trošila kao što su kompresijske toplinske crpke, vodene crpke, ventilacijski sistemi, liftovi, elektromotori, kompresori, i rasvjeta, osiguravala bi jedna ili više kogeneracijskih jedinica, upravljanih električnom potrošnjom. U vrijeme kad je električna potrošnja mala, pa kogeneracija radi na niskoj snazi, toplinska proizvodnja može biti preniska, pa se nedostajuća toplina mora pokrivati vršnim plinskim kotlom.

2.2. Usporedbe centralne i područne energetske infrastrukture

Područne (komunalne) rashladne i toplinske energane (odsada dalje **PRATE**) optimalno su tehničko i ekonomsko rješenje za opskrbu rashladnom, toplinskom i električnom energijom, primjerice stambeno-poslovnih i turističkih naselja, gradskih kvartova, općinskih središta, većih hotela visoke kategorije s pripadnim uslužnim, kulturnim, sportskim i zabavnim sadržajima, te tvornica (hrane, lijekova, metalne i drvene galanterije, umjetnih gnojiva, itd.), bolnica, obrazovnih kampusa, te velikih sportskih i rekreacijskih centara.

Učinkovitost PRATE ilustrirati ćemo na primjeru hipotetskog naselja ukupne stambene površine od 10.000 m², u kome prema pretpostavci živi 400 stanovnika u oko 125 kućanstava, koja se ljeti dopunski (oko 30-45 dana) bave turizmom. Usporedit ćemo učinkovitost energetske opskrbe prema dvama scenarijima. Kriteriji usporedbe bit će energetska učinkovitost ne samo potrošnje, nego i proizvodnje finalne energije (ukupno utrošena primarna energija), te emisije CO₂ kao mjere za očuvanje okoliša. Energetske potrebe u oba scenarija, koji koriste različite tehnologije na strani proizvodnje i potrošnje energije, po pretpostavci su iste zbog mogućnosti međusobne usporedbe. Energetske potrebe definirane su referentnom potrošnjom u komfortnim stanovima prema današnjim prohtjevima rasvjete, čuvanja (hladnjak, zamrzivač) i pripremanja hrane, grijanja, STV i hlađenja prostora, kućanskih aparata kao što su perilice za rublje i posuđe, glačala, TV i audio-video uređaji, osobna računala, usisivači prašine i fen, te malih električnih alata i aparata.

Prvi, scenarij centralne (državne) infrastrukture (CI), koji dobro ilustrira postojeće stanje, predviđa mrežnu opskrbu električnom energijom, koja pokriva sve termičke (toplinske i rashladne) i električne potrebe, osim kuhanja, koje pokriva UNP u bocama. Ovaj scenarij predviđa električne bojlere za pripremu STV u kuhinji i kupaonici, 20% pokrivenost električnim grijalicama i 80% pokrivenosti grijanja i hlađenja split-klima uređajima.

Drugi, scenarij područne (komunalne) infrastrukture (PI) predviđa da kućanstvima i svi ostalim gospodarskim subjektima, u svakom trenutku, stoje na raspolaganju, umreženi energenti (električna energija i prirodni plin) i umrežene energije (toplinska i rashladna). Svaki potrošač može tada, po vlastitom izboru, izabrati električnu energiju ako se radi o tipično električnim trošilima, kao što su rasvjeta, mali kućanski aparati i alati, TV, audio-

video, i drugi (dakle u netoplinke i nerashladne svrhe), a može odabrati toplinsku energiju ako mu je potrebno grijanje ili STV, ili rashladnu energiju ako su mu je potrebno hlađenje i klimatizacija. Jednaka razina potrošnje energije u praksi ne predstavlja ograničenje, jer energetske učinkovite trošila (rasvjeta, hladnjaci, energetske učinkovite zgrade itd.) imaju, gledajući relativno, jednak učinak na oba scenarija. Gledajući apsolutno, takva pretpostavka je, ekonomski gledano, nepovoljnija za područni scenarij, koji na velikoj ekonomskoj skali uključuje inovativnu i skuplju tehnološku opremu, koja omogućuje ne samo znatno manju potrošnju fosilnih goriva nego istovremeno i supstituciju barem dijela fosilnih energenata s obnovljivim izvorima, kao što su primjerice sunčeva energija, biomasa, otpadna toplota, energija okoliša i druge opcije.

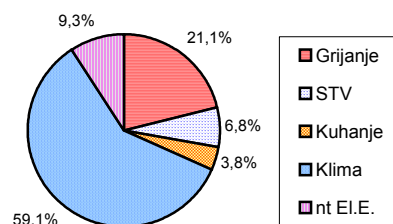
Područna energetska infrastruktura sastoji se od komunalne (kogeneracijske) energane, smještene na udaljenostima 1-5 km od obale, s pripadnom distributivnom mrežom za prijenos toplinske energije do svih toplinsko-rashladnih stanica (TRS), smještenih na lokalitetima potrošača. Toplinske stanice osiguravale bi zimi daljinsko grijanje i cijelu godinu STV. Rashladne stanice bile bi opremljene apsorpcijskim i kompresijskim agregatima za bazno i vršno hlađenje, koji bi osiguravali ljeti svu potrebnu rashladnu energiju za kućanstva, poslovne prostore i/turističke objekte. Komunalna energana, upravljana električnim teretom, proizvodila bi električnu energiju koja bi se podzemnim kablom dovela do svake lokalne TRS-e, gdje bi se najvećim dijelom koristila za pogon kompresijske toplinske crpke, te crpki za toplinske i rashladne medije, uključivo sve ostale procesne potrebe. Priključak na električnu mrežu bio bi obavezna rezerva, a koristio bi se za vrijeme remonta i održavanja u energani, ili u slučaju kratkotrajnih većih vršnih opterećenja od projektnih. Na lokalitetu energane na površini oko 1 ha smjestilo bi se 200 ravnih solarnih kolektora od $12,5 \text{ m}^2$ ukupne površine 2.500 m^2 , kojima bi se godišnje osiguravalo oko 6 TJ toplinske energije, od čega 62% ljeti za hlađenje. Toplinski spremnik pokrivao bi oko 6-12 sati kolektorske toplinske proizvodnje da se izbjegnu nepotrebno velika investicijska ulaganja. Isto tako na lokaciji energane bio bi smješten i vršni kotao, koji bi zajedno sa sunčevom energijom pokrivao toplinske potrebe u dijelu dana kada su električne potrebe manje.

Referentna potrošnja energije u priobalju Splitsko-dalmatinske županije na korisnoj površini 10.000 m^2 (125 stanova/400 stanara) na bazi modelnog proračuna energetske proizvodnje i potrošnje MEPP/SpDŽ, prikazana je u Tablici 2.2-1. Modeliranjem potrošnje kao agregata dobro poznatih potrošača, te umreženih i autonomnih izvora energije, tako da agregatni dijagram proizvodnje uvijek može zadovoljiti potrebe potrošača, omogućeno je optimalno bilanciranje ponude i potražnje energije, bez obzira na način kako potrošač varira svoje potrebe ili navike.

Struktura potrošnje energije prema CI scenariju prikazana je u Tablici 2.2-2, a struktura potrošnje energije prema PI scenariju prikazana je u Tablici 2.2-3. Usporedba CI i PI scenarija u Tablici 2.2-4, na osnovi utrošene primarne energije (P.E.) i emisije stakleničkog plina CO_2 , u slučaju područne (komunalne) energetske infrastrukture, pokazuje oko 2,5 puta manje utrošene primarne električne energije i prirodnog plina i oko 3 puta manju emisiju stakleničkog plina CO_2 . Područni scenarij uz značajne uštede konvencionalnih energenata pokazuje i ekološku prednost u odnosu na CI scenarij, koji je u suštini postojeća praksa.

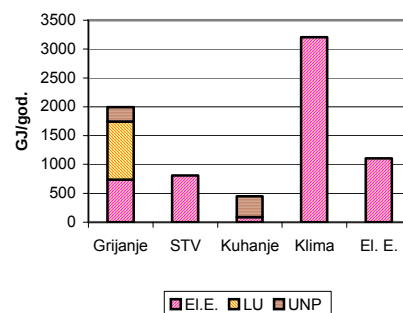
Tablica 2.2-1 Referentna potrošnja priobalnog naselja ukupne površine 10.000 m²

Potrošnja energije	Oblik	GJ/god.	Udjel
Grijanje	toplinska	2.514	21,1%
STV	toplinska	810	6,8%
Kuhanje	toplinska	450	3,8%
Klima	rashladna	7.056	59,1%
El.energija	netoplinska	1.106	9,3%
Ukupno:		11.936	100%



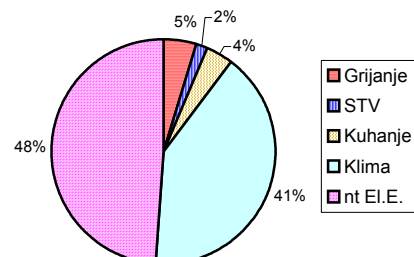
Tablica 2.2-2 Scenarij CI - struktura potrošnje energije po energentima

Opis potrošnje GJ/god.	El.E.	LU ¹⁾	UNP ²⁾
Grijanje	739	1.006	251
STV	810		
Kuhanje	90		360
Klima	3.207		
nt.El.energija	1.106		
Ukupno:	5.952	1.006	611

¹⁾ LU = lož-ulje ²⁾ UNP = ukapljeni naftni plin

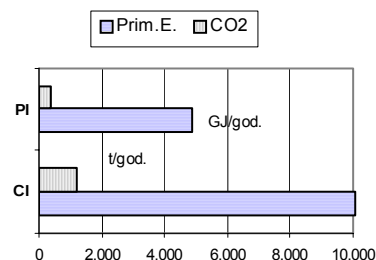
Tablica 2.2-3 Scenarij PI - struktura potrošnje po izvorima energije

Opis potrošnje GJ/god.	El.E.	T.E. ³⁾	R.E. ⁴⁾
Grijanje	105	2.440	
STV	41	810	
Kuhanje	90	360	
Klima	936		7.084
nt.El.energija	1.106		
Ukupno:	2.277	3.610	7.084

³⁾ T.E. = toplinska energija ⁴⁾ R.E. = rashladna energija

Tablica 2.2-4 Usporedba CI i PI scenarija

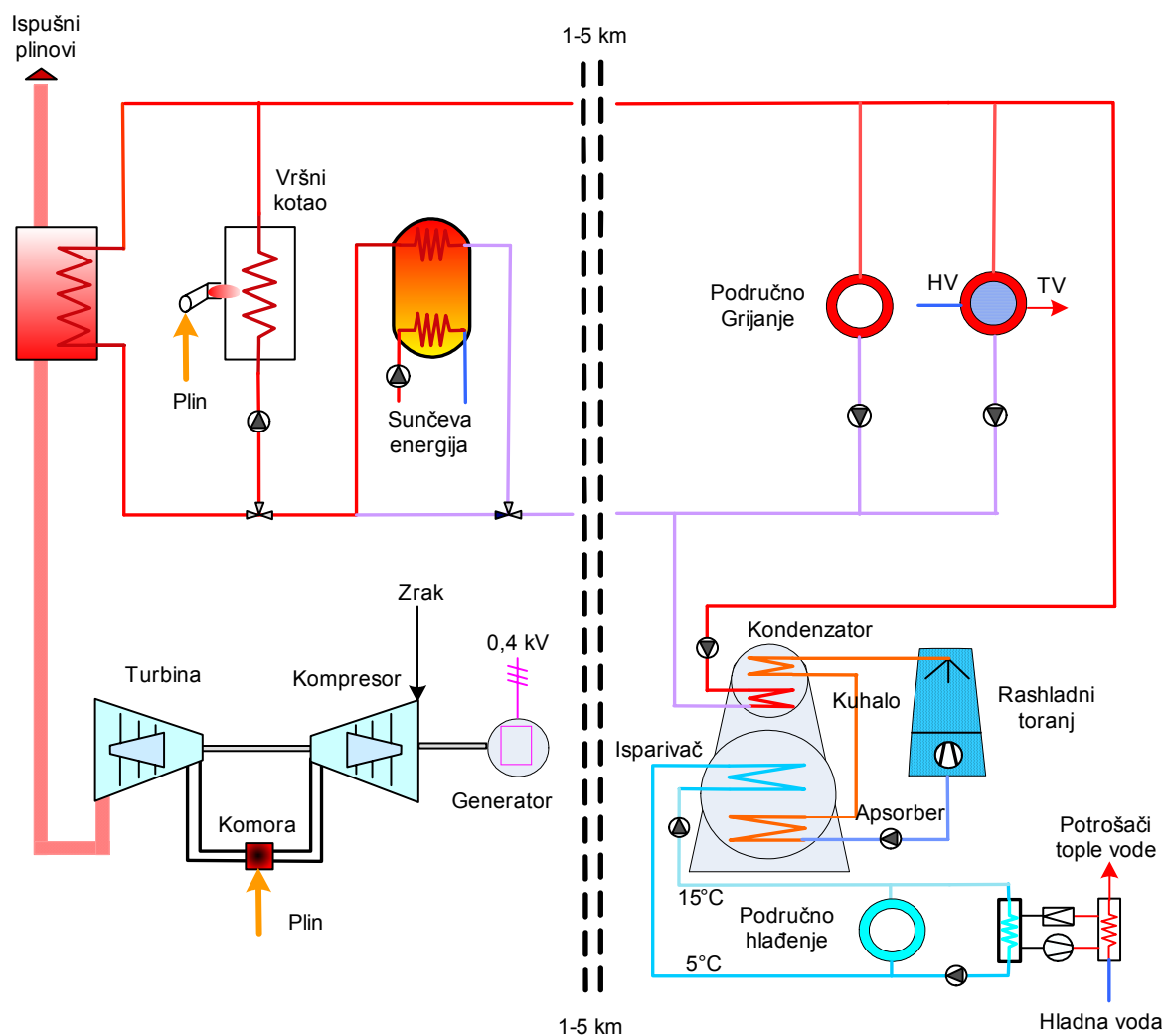
SCENARIJ	P.E. GJ/god.	CO ₂ t/god.
Centralna infrastruktura	10.077	1.182
Područna infrastruktura	4.862	381



U našem slučaju, naselje sa 10.000 m² korisne stambeno-poslovne površine smješteno je na relativno malom prostoru pa je pretpostavljena sljedeća konfiguracija područne energetske infrastrukture:

- o Lokalizacija energane:
 - Plinske mikroturbine 2 × 100 kW_e, generatori, nisko naponska mreža
 - Vršni kotao 250 kW_t
 - Solarno polje, 200 kolektora površine 12,5 m² (2.500 m²) + Solarni spremnik 150 m³
- o Lokalizacija potrošača (stambeno-poslovni blok, hotel sa dependansama i slično)
 - Apsorpcijski rashladni agregat rashladne snage 550 kW_r

- Kompresijska toplinska crpka 115 kW_e za područje rada 5/35°C
- Ventilatorski konvektori za hlađenje i grijanje unutarnjih prostora u objektima
- o Toplovod (polazna i povratna predizolirana cijev od energane do naselja) standardne izvedbe
- o Podzemni niskonaponski kabel od energane do TRS-e.



Slika 2.1-1 Konceptijsko rješenje za područno hlađenje i grijanje u priobalnim županijama

3. OPRAVDANOST I ISPLATIVOST ULAGANJA

Opravidanost ulaganja u područnu energetska infrastrukturu donosi višestruke koristi kao što su:

- o aktiviranje gospodarstva u zaobalju i na otocima, na bazi autonomne proizvodnje i nižih cijena energije, jeftinijeg zemljišta i ostalih komunalnih usluga i modernije i znatno učinkovitije infrastrukture,
- o autonomnost u raspolaganju vlastitim resursnim potencijalima, smanjenje zavisnosti od uvoza i eskalacije cijena energenata i tehnologija i smanjenje štetnih utjecaja na okoliš, posebice smanjenje emisije CO₂ i ostalih stakleničkih plinova,
- o zamah domaćoj proizvodnji i značajna inozemna i domaća ulaganja u komunalne energetske učinkovite i ekološki čiste tehnologije i aktiviranje svih lokalnih resursa,
- o generiranje poduzetničkih inicijativa i realizacija projekata na bazi privatno - javnog partnerstva na području komunalne energetike, što donosi otvaranje novih radnih mjesta, osigurava konkurentnost lokalnog poduzetništva, i stvara preduvjete za izvoz
- o dugoročne prihode priobalnih općina i gradova za potrebe razvoja od komunalnih energana za područno hlađenje i grijanje izgrađenih na modelu privatno - javnog partnerstva,
- o energetske učinkovite i troškovno konkurentnu proizvodnju i distribuciju umrežene rashladne, toplinske i električne energije po mjeri krajnjih korisnika, stambenih i turističkih naselja, proizvodnih poduzetničkih zona i ekološki čiste proizvođačke i prerađivačke industrije, uz manje troškove energije i veći komfor, primjerice u turizmu i bolnicama.

Ako se radi o poslovno-stambenom bloku ili hotelsko-apartmanskom naselju (ukupne korisne površine od 10.000 m²) ulaganja u energanu za područno grijanje i hlađenje kreću se na razini od 900 kn/m² korisnog prostora, što je ispod 10% današnje tržišne cijene izgrađenog 1 m² prostora. Energetske uštede prema sadašnjim cijenama energenata su na razini oko 48 kn/m²god. Uzevši u obzir sadašnje trendove eskalacije cijena za fosilne energente i električnu energiju, investicija bi se vratila za desetak godina, ne računajući pritom nikakve gospodarske i ekološke koristi, koje su mnogostruko veće.

LITERATURA

- [1] Hrastnik B., Vujčić R., *Solar District Heating Challenge in Dalmatian*, Proceedings of the Congress Energy and the Environment 2000, Opatija, 25 – 27 October, 2000., Vol. II., 117.
- [2] Hrastnik B. – *Studija: Gospodarski potencijal i isplativost sunčeve energije u gradovima i općinama zadarske županije*, Zagreb, Energetski Institut “Hrvoje Požar”, lipanj 2002.
- [3] Hrastnik B., *Program korištenja energije sunca nove spoznaje i provedba – SUNEN*, 126 stranica, Energetski Institut “Hrvoje Požar”, Zagreb, srpanj 2001.
- [4] Grupa autora (B.Hrastnik: Sunčeva energija) *Obnovljivi izvori energije priručnik*, 836 stranica, EGE, izdanje 2002.
- [5] Fabris O., Hrastnik B., Vidović R., Vujčić R., *Primjena obnovljivih izvora i ukapljenog naftnog plina u turističkom naselju*, EGE 3 (2003).

- [6] Hrastnik B., Fabris O.– *Studija: Energetski učinkovito i ekološki prihvatljivo idejno rješenje energetske opskrbe stambenih i turističkih naselja i gradova u Splitsko-dalmatinskoj županiji*, Fakultet Elektrotehnike, Strojarsstva i Brodogradnje, Split, lipanj 2003.
- [7] Hrastnik B., Fabris O.– *Model komunalne izgradnje u zonama Ribnjak i Garma (Omiš); koncepcija ogledne "Turističke tvornice" u zoni Garma, Studijsko idejno rješenje*, Fakultet Elektrotehnike, Strojarsstva i Brodogradnje Sveučilišta u Splitu, ožujak 2004.

DISTRICT COOLING AND DISTRICT HEATING – INFRASTRUCTURE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE ADRIATIC COUNTRIES

Abstract: *District heating and cooling (DHDC) of the coastal residential and tourist settlements based on the small cogeneration plant supported by solar energy, can supply both heating and cooling energy at prices, which are lower, when compared to those based on extra light heating oil and electric energy from the grid. The heat energy supply facilitates the microturbine and peak boiler, both based on LPG and supported by thermal solar collectors. The absorption and compression heat pumps supply the chilled water for base and peak cooling respectively. The electric energy from the microturbine will be used to feed own electrically driven systems and components of DHDC. Investments in DHDC are assessed about 900 HRK/m², whereas energy savings based on present energy prices are about 50 HRK/m² of net area building. The paper shows that communal energy systems can lower CO₂ emissions to one third only, when compared to the present emissions in the "practice as usual". Many direct and indirect benefits to the local economy and communities, such as investments in technologies and new jobs, have been carefully analyzed.*

Key words: District cooling, district heating, communal CHP energy plant