

Dario HRASTOVIĆ¹

EKONOMSKA ANALIZA DIZALICA TOPLINE*

Sažetak: Cijene energenata na svjetskom tržištu podložne su stalnim promjenama zbog raznih utjecajnih faktora, što projektantima strojarских instalacija stvara velike probleme pri odabiru energenta za termotehnički sustav koji pokriva potrebe za grijanjem, hlađenjem i potrošnom toplom vodom u stambenim i poslovnim građevinama. Investitoru je nužno predložiti tehničko rješenje koje je u skladu s njegovim financijskim mogućnostima i koje će, uz najmanja ulaganja, imati najmanje pogonske troškove i male troškove održavanja, uz maksimalnu udobnost koju pruža projektirani sustav. Biti će prikazana usporedba nekoliko sustava i varijanti dizalica topline s klasičnim sustavima grijanja uz niz analiza isplativosti s obzirom na pogonske troškove i emisiju onečišćujućih tvari koje se ispuštaju u atmosferu (CO₂, SO₂, NO_x). Zadaća svakog projektanta strojarских termotehničkih sustava je osmisлити i projektirati sustav koji će imati što kraće vrijeme izjednačavanja troškova početne investicije kroz pogonske uštede projektiranog visokoučinkovitog toplinskog sustava.

***Ključne riječi:** cijena energenata, zemni plin, električna energija, dizalice topline*

1. UVOD

Cijene energenata na svjetskom tržištu podložne su stalnim promjenama zbog raznih utjecajnih faktora, što projektantima strojarских instalacija stvara velike probleme pri odabiru energenta za termo-tehnički sustav koji pokriva potrebe za grijanjem, hlađenjem i potrošnom toplom vodom, u stambenim i poslovnim građevinama. Investitoru je nužno predložiti tehničko rješenje koje je u skladu s njegovim financijskim mogućnostima i koje će uz najmanja ulaganja imati najmanje pogonske troškove, male troškove održavanja uz maksimalni komfor koji pruža projektirani sustav.

* Rad je lektorisan u skladu sa hrvatskim pravopisom.

¹ Dario Hrastović, dipl. inž. stroj., Hrastović inženjering d. o. o., Đakovo, K. P. Svačića 37a, 31400 Đakovo, 099-221-6503, *e-mail*: dario.hrastovic@gmail.com, *web*: www.hrastovic-inzenjering.hr

Cijene energenata u svim zemljama direktno ovise o poreznom sustavu te zemlje jer porezne stope na sve energente određuje dotična država. Pod pretpostavkom kada bi svi korisnici koji se koriste sustavima grijanja na plin prešli na sustave s kompresorskim dizalicama topline bilo bi realno za očekivati da bi cijena električne energije znatno porasla, no opet ostaje mogućnost ugradnje foto-naponskog sustava u svrhu održivosti cjelokupnog sustava.

Cijena izvedbe sustava s geotermalnim dizalicama topline je relativno visoka, ako se uspoređuje s klasičnim sustavima grijanja čija su trošila vezana na distribucijsku plinsku mrežu kao i toplinske mreže kogeneracijskih elektrana (daljinsko grijanje). Kod usporedbe nekoliko sustava i varijanti dizalica topline s klasičnim sustavima grijanja uz niz analiza isplativosti s obzirom na pogonske troškove i emisiju onečišćujućih tvari koje se ispuštaju u atmosferu (CO_2 , SO_2 , NO_x) može se pokazati velika prednost dizalica topline. Početna investicija u nisko temperaturne toplinske sustave s geotermalnom dizalicom topline kao generatorom rashladne i ogrjevne energije u niskoenergetskim građevinama (max. 40–45 kWh/m²a ili klasa A, B građevine) 2–3 puta je veća u odnosu na klasični sustav grijanja s plinskim uređajem kao generatorom toplinske energije.

Na cijenu izvedbe cjelokupnog sustava s geotermalnom dizalicom topline utječe niz utjecajnih čimbenika kao što su tip izvora topline: površinski kolektor, vertikalna sonda, sustav međusobno povezanih bunara (upojni i izljevni bunar). Njihov odabir određuje instalirani toplinski učinak sustava, vrsta i sastav tla, postojanje dostatnih količina voda na prihvatljivim dubinama (max. 25 m). Najskuplji su sustavi sa sondom kao izvorom topline, s obzirom na karakteristike kao što su izdašnost, pouzdanost i mogućnost pasivnog hlađenja u potpunosti su opravdali svoju primjenu. Površinski kolektori našli su primjenu samo u ruralnim sredinama gdje postoje veće površine tla koje se mogu koristiti kao površinski toplinski izvor. Geotermalni sustavi s vodom kao toplinskim izvorom za geotermalne dizalice topline usko su vezani za područja bogata plitkim podzemnim vodama izuzev zaštićenih vodocrpilišnih područja. Jako interesantno područje za primjenu ovog toplinsko / rashladnog izvora je priobalni dio Jadrana, a gledajući s ekonomske strane, ovdje se krije najveći potencijal za primjenu dizalica topline voda-voda (slana ili boćata voda).

Cijena ukupne investicije sustava s geotermalnom dizalicom topline značajno raste ako sustav pokriva i potrebe za rashladnom energijom, sustavom površinskog visokotemperaturnog sustava hlađenja (zidni i stropni sustav distribucije rashladne i ogrjevne energije). Tako da udio troškova za ovaj tip distribucije topline s nužnom regulacijom često prelazi i 50% od ukupne vrijednosti investicije. Visoki komfor koji pružaju niskotemperaturni sustavi grijanja i visokotemperaturni sustavi hlađenja uz male pogonske troškove geotermalne dizalice topline i njen praktično zanemariv utjecaj na okoliš zaštitni je znak ovog sustava.

Investicije koje se odnose na sustave s dizalicama topline zrak-voda niže su za cijenu izvedbe toplinskog izvora (sonda, kolektor, voda). Nedostatci kao što su veći troškovi održavanja, buka, manji stupanj korisnosti (COP), narušavanje izgleda građevine zbog elemenata čija je ugradnja nužno eksterna itd. ograničila je masovniju primjenu ovih sustava.

Zadaća svakog projektanta strojarских termo-tehničkih sustava je osmisлити i projektirati sustav koji će imati što kraće vrijeme izjednačavanja troškova početne investicije kroz pogonske uštede projektiranog visokoeffikasnog toplinskog sustava. Ovo vrijeme mora biti u okvirima vijeka trajanja opreme da bi se uopće moglo diskutirati o kvalitetnom i racionalnom tehničkom rješenju. U razdoblju od izjednačenja do kraja pogonskog vijeka uređaja dolazi do trajne uštede koja je rezultat kvalitetnog tehničkog rješenja. Na osnovu trajanja ovog vremena egzaktno se može kvalificirati izvedeni sustav i opravdanost njegove primjene.

Investicije u sustave dizalica topline kreću se na razini 500 kn/m² ovisno o složenosti instalacije i tipu regulacije sustava čak do 2000 kn/m². Investicija klasičnog radijatorskog grijanja s kondenzacijskim plinskim aparatom je na razini 250–350 kn/m². Ekološki i učinkovitiji energetske sustavi (standardna rješenja) imaju početnu investiciju 2–3 puta veću od klasičnog sustava grijanja, ali se zato u samom pogonu može ostvariti znatna ušteda sa sustavom dizalice topline. Kod najsloženijih toplinskih sustava, koji su izvedeni po standardima koji pružaju najviši komfor s elementima inteligentne regulacije cjelokupnog sustava u objektu (grijanje, rasvjeta, hlađenje, odvlaživanje, ventilacija, rekuperacija itd.) nije moguće govoriti o povratu investicije u vijeku trajanja pojedinih elemenata sustava jer je početna investicija ponekad realno gledajući neprihvatljiva, što znači da postoji ekonomska granica primjenjivosti ovih sustava. Geotermalne sonde, zemni kolektori i bunari imaju dugi životni vijek te je moguće isti izvor topline nekoliko puta koristiti pri čemu je potrebno zamijeniti toplinski agregat nekoliko puta u razdoblju od stotinjak godina. Ekonomska opravdanost uvođenja složenih instalacija postoji samo ako se uzmu u obzir moguće subvencije fondova, države za poticanje korištenja obnovljivih izvora energije. Gledano s ekološke strane, sustavi dizalica topline imaju manji utjecaj na okoliš zbog smanjenja emisije CO₂ u atmosferu.

2. ENERGETSKA UČINKOVITOST DIZALICA TOPLINE

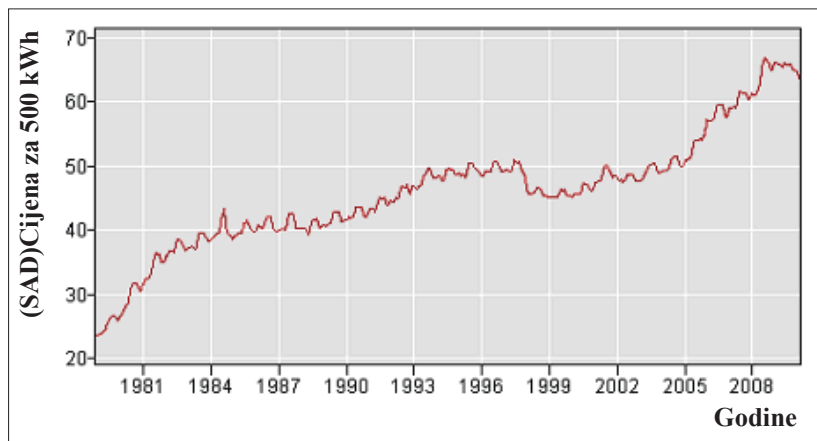
2.1. OSCILACIJE CIJENE ENERGENATA

Obzirom da je teško doći do relevantnih i kvalitetnih podataka vezanih uz promjene tržišne cijene energenata u Hrvatskoj, promatrana je globalna promjena cijene energenata. Izvor podataka je Ministarstvo rada SAD-a [1], logika promjene cijene se može promatrati na globalnoj razini te istom mjerom prenijeti i na stanje

u Hrvatskoj. Cijene u Hrvatskoj će se mijenjati sličnom logikom i pratiti će stanje na globalnom tržištu, no određeni utjecaj na formiranje cijena imati će porezi te dodatni elementi za stvaranje krajnje cijene. Kod analize odnosa cijena najvažnija je procjena porasta cijene pojedinog energenta da se ustanovi iznos uštede tijekom godina za odnos dva različita toplinska pogona.

Električna energija

Cijena električne energije stalno raste u skladu s inflacijom, cijena porasta je stabilna i prati određeni trend. Slika 1 je napravljena za razdoblje od 1978. do 2010. i predstavlja realnu bazu za pretpostavku, ocjenu koliko i kako će se mijenjati cijena električne energije u slijedećih 30 godina. Analizom je dobiven prosječni porast cijene električne energije od: 3,5% / god. odnosno 270% u 32 godine.

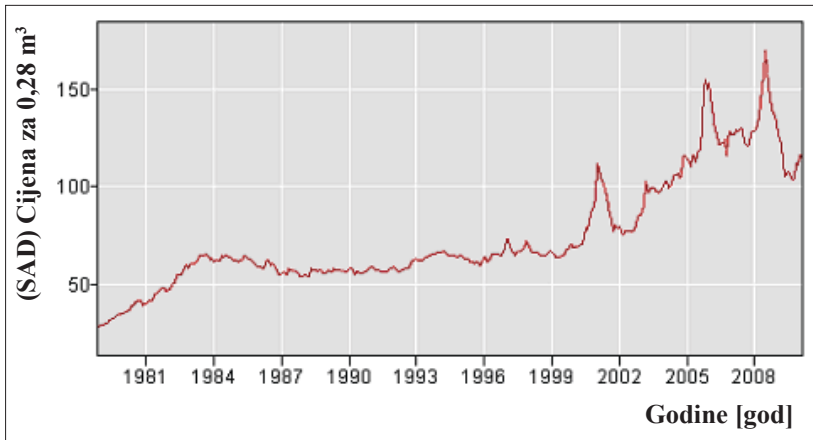


Slika 1. Promjena cijene električne energije [1]

Plinska energija

Cijena plinske energije ne raste u skladu s inflacijom i cijena je dugi niz godina održavana na niskoj razini da bi u proteklom desetljeću naglo porasla. Slika 2 je napravljena za razdoblje od 1978. do 2010. i predstavlja realnu bazu za pretpostavku i ocjenu koliko i kako će se mijenjati cijena plinske energije u slijedećih 30 godina. Analizom je dobiven prosječni porast cijene plinske energije od 5% / god. odnosno 410% u 32 godine.

Realno je za očekivati da će doći do porasta cijene električne energije na godišnjoj razini od 3–4% ovisno o zemlji, te se može očekivati porast cijene plinske energije na razini 4–5% godišnje. Podatci o promjenama cijena su izrazito važni



Slika 2. Promjena cijene energije zemnog plina [1]

Tablica 1. Prognoza promjene cijene fosilnih goriva prema World Energy Outlook 2009 uz godišnju inflaciju 2,3% od 2008 [2]

SAD dolar / jedinici	Jedinica	2000	2008	2015	2010	2025	2030
Uvoz prirodnog plina							
SAD	MBtu (1 kWh = 3412,14 Btu)	4,74	8,25	7,29	8,87	10,04	11,36
Europa	MBtu	3,46	10,32	10,46	12,10	13,09	14,02
Japan	MBtu	5,79	12,64	11,91	13,75	14,83	15,87

kod dugoročnog planiranja sustava grijanja građevina, te kod odabira odgovarajućeg sustava grijanja da troškovi pogona budu što manji jer se građevine koriste 100–150 godina, ali sustavi grijanja se u tom periodu nekoliko puta moraju rekonstruirati zbog dotrajlosti opreme. Prosječni vijek trajanja toplinskih sustava je 20–25 godina. Potrebno je upozoriti investitora na razlike u cijenama pogona te na razlike u investicijskim troškovima. Kod velikih razlika u cijenama pogona može se dugoročno uštedjeti, no potrebno je uzeti u obzir i kakva je energetska učinkovitost sustava te koliki je utjecaj na okoliš primijenjenog tehničkog rješenja.

2.2. BILANCA ENERGENATA I EMISIJE CO₂

Da bi se mogla napraviti kvalitetna analiza isplativosti alternativnog tehničkog rješenja, potrebno je izvršiti energetska analizu građevine. Dostatan energetski podatak se dobiva unutar energetske iskaznice građevine. Iz potrebne energije za grijanje i hlađenje se može dobiti niz parametara ako se promatraju cijene svakog energenta ili ako se promatra emisija stakleničkih plinova. Najčešće se vrši

usporedba samo potrebne energije za grijanje jer se konvencionalni energenti koriste samo u ogrjevnim sustavima.

Napravljena je usporedba nekoliko tipova konvencionalnih sustava grijanja sa sustavima geotermalnih dizalica topline. Korištene su postojeće cijene energenata na tržištu RH za ekonomsku analizu na osnovu cijene izvedbe sustava, pogonskih troškova kao i emisije onečišćujućih tvari (CO₂).

Klasični sustavi:

– zemni plin	2,77 kn/m ³
– UNP	5,9 kn/kg
– lož-ulje	5,23 kn/L
– elektro-otporno	0,72 kn/kWh, srednja

Emisija CO₂

– zemni plin	1,90 kg/m ³
– UNP	2,90 kg/kg
– lož-ulje	2,60 kg/L
– elektro-otporno	0,3024 kg/kWh

Alternativni sustavi, učinak na uređaju + dodatne pumpe u odnosu na konvencionalni sustav:

– dizalica topline zrak-voda	COP=3,3, primjena za Dalmaciju;
– dizalica topline tlo (sonda)-voda	COP=4,3, primjena za cijelu Hrvatsku;
– dizalica topline voda-voda	COP=5,5, primjena za cijelu Hrvatsku.

Usporedbom cijena energenata i potrebne energije za grijanje dobiva se i pogonski trošak, najgrublja analiza je pokazala da i najlošija zračna dizalica s COP 3,3 može konkurirati svim današnjim klasičnim energentima (plin, ulje, el. otporno grijanje). Nedostatak zračnih dizalica je zaleđivanje u funkciji grijanja, no i taj nedostatak rješava se adekvatnom konstrukcijom i razdiobom radnog medija unutar uređaja pa se dizalice zrak-voda mogu koristiti i u hladnijim klimatskim zonama. Postoje tehnička rješenja na tržištu koja osiguravaju rad na nižim vanjskim temperaturama zraka. Po cijeni investicije dizalice topline zrak-voda se nalaze u rangu toplinskih generatora konkurentnih energenata. Ako se promatra emisija CO₂ najmanju emisiju ima dizalica topline voda-voda s COP 5,5 što ima veliki značaj ako se odabir sustava vrši po tom kriteriju dok istovremeno sustav voda-voda ima i najmanje pogonske troškove.

COP	faktor učinka grijanja dizalice topline
UNP	ukapljeni naftni plin
ZP	zemni plin
EL LU	ekstralako lož-ulje

Tablica 2. Troškovi pogonske energije sustava

CIJENA POGONA (kn/god)							
kWh/god	ZP	UNP	EL LU	EO	DT 3,3	DT 4,3	DT 5,5
5000	1.752	2.724	2.564	3.600	1.091	837	655
10000	3.504	5.448	5.127	7.200	2.182	1.674	1.309
50000	17.521	27.242	25.637	36.000	10.909	8.372	6.545
100000	35.041	54.483	51.275	72.000	21.818	16.744	13.091
500000	175.206	272.417	256.373	360.000	109.091	83.721	65.455
1000000	350.411	544.833	512.745	720.000	218.182	167.442	130.909

Tablica 3. Ukupno opterećenje emisije CO₂

EMISIJA CO ₂ (kg/god)							
kWh/god	ZP	UNP	EL LU	EO	DT 3,3	DT 4,3	DT 5,5
5000	1.202	1.339	1.275	1.512	458	352	275
10000	2404	2678	2549	3024	916	703	550
50000	12.018	13.390	12.745	15.120	4.582	3.516	2.749
100000	24.035	26.780	25.490	30.240	9.164	7.033	5.498
500000	120.177	133.900	127.451	151.200	45.818	35.163	27.491
1000000	240.354	267.799	254.902	302.400	91.636	70.326	54.982

Uzimajući u obzir cijenu pogona i emisiju stakleničkog plina CO₂, najprihvatljivije je grijanje putem dizalice topline. Cijena ukupne investicije raste sa složenosti sustava i regulacije koja upravlja sustavom. Dodatne subvencije na kamate, zajmovi ili donacije za smanjenjem investicije znatno bi doprinijele širenju ove efikasne i nadasve ekološki prihvatljive tehnologije. Dodatne subvencije bi smanjile početni investicijski trošak i približile troškove izvedbe sustava dizalica topline s drugim energetske sustavima.

Elektro-otporno grijanje je u pripremi da se njegova primjena ograniči i u potpunosti zabrani u EU s 2015. godinom. Iako su početna ulaganja u ovaj sustav najmanja, visoki pogonski troškovi uz visoku emisiju CO₂ s pravom ga svrstavaju u sustave bez budućnosti.

Grijanje na zemni plin, lož-ulje i ukapljeni naftni plin se može promatrati samo ako u blizini postoji distribucijski sustav ovih energenata. Centralni plinski opskrbeni sustav pokazao je sve svoje nedostatke u ukrajinsko-ruskoj krizi tako da je nestašica plina poljuljala povjerenje u plin kao energent za grijanje na područjima koja su bila pogođena nestašicom plina.

Da bi sustav dizalica topline ispravno funkcionirao s visokim stupnjem korisnosti, potrebno je pravilno dimenzionirati cijeli sustav grijanja i hlađenja građevine.

– Potrebno je da ukupni faktor učina sustava bude iznad COP 2,6 da bismo mogli govoriti o sustavu s obnovljivim izvorom energije prema Direktivi Europske unije.

– Za grijanje građevine je potrebno predvidjeti plošnu mrežu sa polaznom temperaturom od 35 do max 40 °C da bi radna električna snaga kompresora bila što niža te što niža temperatura kondenzacije radnog freona.

– Sve cirkulacijske crpke moraju biti energetske klase A da se što više smanji potrošnja energije za rad sustava.

– Dodatne električne grijače treba izbjegavati jer oni dodatno smanjuju ukupni COP sustava.

– Sustave dizalica topline smiju projektirati te izvoditi samo ovlaštene specijalizirane tvrtke koje mogu garantirati visoku učinkovitost sustava u pogonu.

– Sustav u pogonu mora biti što jednostavniji sa što manje električnih elemenata.

– Priprema sanitarne potrošne vode mora biti kroz protočne sustave da se smanji mogućnost pojave bakterije legionele, pri čemu je kod protočnih sustava jako mala vjerojatnost razvoja te bakterije u odnosu na akumulacijske sustave. Koriste se dizalice topline koje mogu dogrijati vodu iznad 60°C.

– Polaznu temperaturu sanitarne tople vode treba održavati do max 45 °C jer nije potrebno rashlađivati vodu za tuširanje hladnom vodovodnom vodom.

2.3. TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA

U dijagramima će biti prikazana usporedba toplinskih sustava s uređajima na izgaranje tekućih i plinskih energenata (zemni plin, UNP, lako loživo ulje) i dizalica topline koje koriste električnu energiju kao pogonski energent. Pretpostavljena je promjena cijene električne energije na razini 3,5% godišnje, dok je promjena cijene plina pretpostavljena na razini 5% godišnje. Također će se na uštedu i investiciju dodati godišnja kamata od 5% da bi se napravila usporedba kamatnih krivulja. Kod novih građevina promatra se razlika u investicijama dva pogona, te razlika u cijenama energenata dva različita sustava.

Kod određivanja početne investicije potrebno je napraviti grubu procjenu koliko bi neki sustav koštao, te kada bi se anulirala početna investicija u odnosu na postignutu uštedu u pogonu. Što je veća površina građevine, to će se javljati i veća razlika u pogonu dva energenta te će se brže podizati krivulja uštede. Kod malih objekata treba paziti da se ne pretjera sa stupnjem složenosti instalacije jer se nikada neće postići izjednačenje zbog malog utroška energije. Pravilnim odabirom složenosti sustava mora se postići da se izjednačenje dogodi barem na 2/3 životnog vijeka instalacije i uređaja, da se ima osnove govoriti o uštedi u pogonu.

Prema istraživanju Energy Saving Trust Velika Britanija [3] vrijeme izjednačenja investicija je analizirano uz usporedbu korištenja različitih energenata uz trenutne cijene energenata i trenutne cijene opreme. Razdoblja će se smanjiti snižavanjem cijena opreme, povećanjem cijene energenata i uvođenjem subvencija. Planira se postići uz subvencije izjednačenje geotermalnih dizalica na 8 go-

dina, dok se za zračne sustave planira uz subvencije osigurati izjednačenje u roku 5 godina.

a) Za geotermalne dizalice topline:

– električna energija	18 godina
– uljni kotao	29 godina
– plinski kotao	47 godina

b) Za zračne dizalice topline:

– električna energija	10 godina
– uljni kotao	16 godina
– plinski kotao	31 godina

Važna stavka kod sustava dizalica topline su subvencije Fonda za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, subvencije lokalne uprave za sustave obnovljivih izvora topline. Bilo koji oblik subvencije na kamate i razni poticaji smanjuju opterećenje na početnu investiciju te time smanjuju vrijeme presijecanja krivulja investicije i uštede te ujedno olakšavaju odluku investitora da uloži veći iznos u obnovljive sustave grijanja.

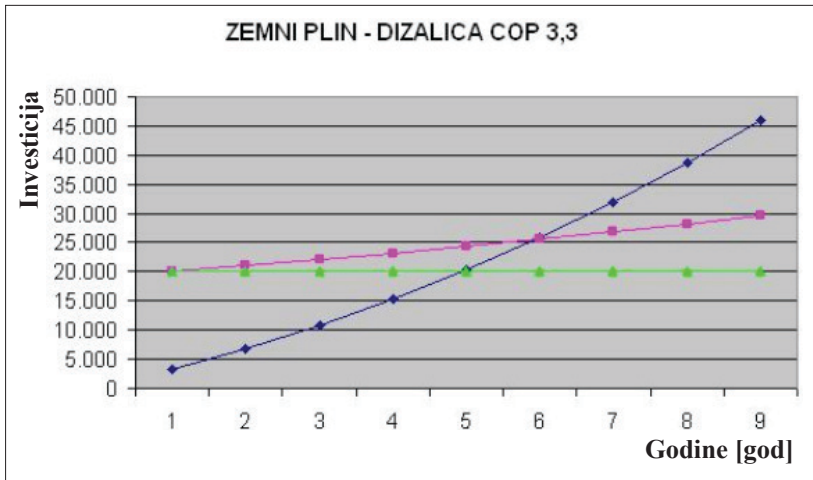
Postoji izrazito veliki broj kombinacija instalacija, ali je prikazano nekoliko grubih modela instalacija da se dobije slika kako se ponašaju krivulje investicije i uštede. Za pojedini slučaj potrebno je napraviti detaljnu tehničko-ekonomsku analizu sustava da se dobije realna slika ponašanja sustava.

Plava krivulja (S1) – kamatna krivulja uštede kao posljedica razlika u pogonu, krivulja koja se dobije kada se svake godine ušteda u pogonu povećava kamatom od 5% te se stalno akumulira i okamaćuje iznos

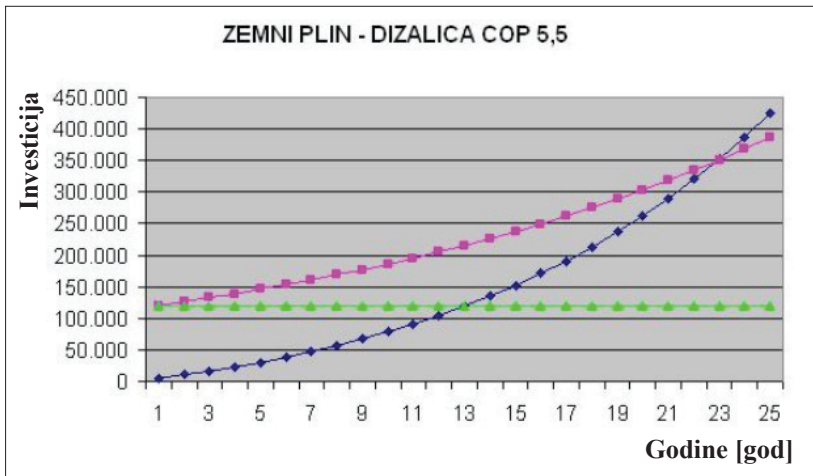
Ljubičasta krivulja (S2) – kamatna krivulja razlike investicija, se dobiva kada se početno ulaganje promatra kroz kamatu koja bi se dobila da se novac ostavio na banci te da je ugovorena kamata od 5%, što je jako puno te su realne kamate na štednju puno manje. Zbog stalnog ukamačivanja glavnice i zbrajanja, ova krivulja također raste.

Zelena krivulja (S3) – razlika investicija, može se spuštati dodatnim subvencijama, promatra se koja je razlika između dvije investicije i to klasičnog sustava grijanja i hlađenja te investicije u sustav dizalica topline, razlika između ove dvije investicije se može smanjivati dodatnim subvencijama te se čak mogu i izjednačiti oba sustava tim modelom

$\Theta_{H,nd}$	godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke	[kWh/a]
$\Theta_{C,nd}$	godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje građevine za godinu	[kWh/a]

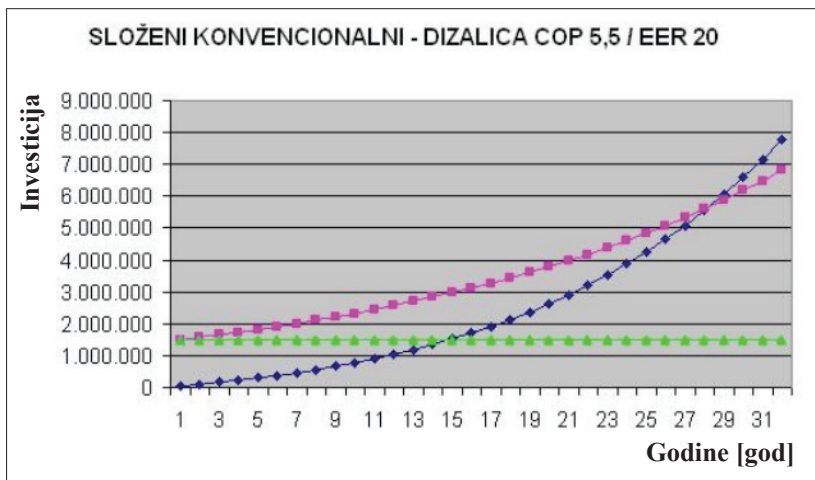


Slika 3. MODEL 1A – klasična obiteljska kuća površine 200 m² s godišnjom potrebom na razini od $Q^{*}hnd=100$ kWh/m² a ili $Q_{hnd}=20000$ kWh/a, sustav: dizalica topline zrak-voda COP 3,3 te podno grijanje i PTV u rangu 450 kn/m². Klasični plinski sustav grijanja bi imao vrijednost u rangu 350 kn/m². Promatra se razlika dva sustava.



Slika 4. MODEL 2A – klasična obiteljska kuća površine 200 m² s godišnjom potrebom na razini od $Q^{*}hnd=100$ kWh/m² a ili $Q_{hnd}=20000$ kWh/a, sustav: dizalica topline voda-voda COP 5.5, podno grijanje i PTV u rangu 950 kn/m². Klasičan plinski sustav grijanja bi imao vrijednost u rangu 350 kn/m². Promatra se razlika dva sustava.

Što je građevina manja to se sporije podiže krivulja uštede jer je ta krivulja usko vezana uz godišnju potrebu energije. Te se iz količine energije i potrebnih energenata dobiva cijena pogona, a iz razlike cijena pogona i krivulja uštede. Kako raste površina građevina tako opada i specifična cijena investicije po m^2 . U slijedećem modelu biti će prikazana građevina nešto veće površine da se dobije osjećaj kretanja krivulja.



Slika 5. MODEL 1B – moderna niskoenergetska višestambena građevina površine $5000 m^2$ grijanja s godišnjom potrebom na razini od $Q^{*}hnd=40 kWh/m^2$ a ili $Q_{hnd}=200000 kWh/a$, te investicijom u sustav: dizalica topline voda-voda COP 5,5, podno grijanje i hlađenje u rangu $950 kn/m^2$. Klasičan plinski sustav grijanja sa rashladnom zračnom dizalicom i ventilkonvektorskim sustavom bi imao vrijednost u rangu $650 kn/m^2$. Pro-matra se razlika dva sustava.

3. ZAKLJUČAK

Kod niskoenergetskih i pasivnih građevina javljaju se problemi niskog temperaturnog opterećenja pa je pri projektiranju potrebno optimizirati ogrjevno-rashladne površine bez da narušimo visoki stupanj ugone u boravišnom prostoru. Predimenzionirati ogrjevno-rashladne površine znači povećati stupanj ugone u prostoru (smanjenje temperature ogrjevnog medija), ali i direktno povećati cijenu cjelokupne instalacije tako da se ovdje traži naročita pozornost projektanta. Plošna grijanja i hlađenja su najbolje rješenje u kombinaciji s dizalicama topline jer se kod sonde i bunara može dobro iskoristiti pasivno hlađenje.

Također je kod takvih građevina potrebno koristiti rekuperatorske jedinice za obradu zraka radi smanjenja toplinskih gubitaka nastalih dovođenjem svježeg

vanjskog zraka u stambeni prostor građevine. Rekuperatorske jedinice se obavezno koriste kod pasivnih građevina, dok je kod niskoenergetskih to dodatna opcija za povećanje komfora. Kao kvalitetno rješenje za pasivne građevine nameću se sustavi grijanja, hlađenja i odvlaživanja preko centralnih klima komora.

Dizalice topline imaju mogućnost grijanja i hlađenje što im daje prednost u odnosu na klasične uređaje za grijanje (plinski i uljni kotlovi). Dizalice topline imaju veliku prednost kod građevina koje istovremeno imaju zahtjev za grijanjem i hlađenjem jer sam sustav funkcioniranja dizalice topline omogućuje prijenos energije iz jednog dijela zgrade u drugi. Kod modernih građevina sa visokim zahtjevima za stupnjem ugone prostora i održavanjem mikroklimatskih uvjeta u uskim temperaturnim granicama kao jedino logično rješenja nude se sustavi temeljeni na dizalicama topline. Da li će taj sustav biti s dizalicom topline zrak-voda ili geotermalnom dizalicom (tlo-voda, voda-voda) prvenstveno ovisi ispunjavanju nužnih uvjeta za primjenu nekog od navedenih tipova sustava kao i o financijskim mogućnostima samog investitora za realizaciju projekta.

LITERATURA

- [1] Ministarstvo rada SAD-a, <http://www.bls.gov>
- [2] World Energy Outlook, <http://www.worldenergyoutlook.org/>
- [3] Energy Saving Trust Velika Britanija, <http://www.energysavingtrust.org.uk/>, Getting warmer a field trial of heat pumps report, 2010

HEAT PUMPS ECONOMIC ANALYSIS

Abstract: Prices of energy-generating products on world market are changing all the time because of many factors involved in generating final price. Unstable price is a great problem when you need to choose right system for heating, cooling and hot water while designing system for buildings. It is necessary to optimize and propose technical solution according to financial abilities of investor. Goal is to make system which will give best comfort for lowest price of investment and will have lowest energy costs while it is in operation, and lowest cost of maintenance. Few heat pumps systems will be compared with classical heat systems and comparison will be made for operating costs of energy used and emission of CO₂, SO₂, NO_x into the atmosphere. Basic duty of designer is to make system which will have shortest time when start investment will be equal to energy savings made by more efficient energy system.

Key words: *energy prices, natural gas, electrical energy, heat pumps*