Biblid: 0350-2953 (2016) 42(1): 38-48
UDK: 537.872

Originalni naučni rad
Original scientific paper

PRIMENA RETSCREEN PROGRAMA ZA PRORAČUN TOPLOTNE PUMPE NA ŠKOLSKOM OBJEKTU

THE RETSCREEN IMPLEMENTATION OF THE PROGRAMME AND CALCULATION OF HEAT PUMPS ON SCHOOL'S THE OBJECT

Dinčić Dejan

Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Sestre Janjić br. 6, Kragujevac, Srbija
e-mail: dincicdejan@gmail.com

REZIME

Zbog povećanja potrošnje energije, a zbog ograničenih resursa naftnih derivata koji u procesu sagorevanja emituju CO₂ u vazduh i doprinose efektu staklene bašte, obnovljivi izvori energije (sunce, vetar, voda, biomasa) se pojavljuju kao jedina alternativa postojećim energijama, socijalno i ekonomski prihvatljive za životnu sredinu. S obzirom da geotermalnu energiju koju nije moguće svuda jednostavno koristiti, trebalo bi upotrebiti mesta na kojima je ta energija jednostavna za korišćenje kako bi se na taj način makar malo smanjila potrošnja fosilnih goriva. Zbog nastalih promena u ekonomskim odnosima proizvodnje i potrošnje energije, danas se racionalnom korišćenju energije posvećuje sve veća pažnja. Primenom geotermalne toplotne pumpe kao obnovljiv izvor energije štede se svetske zalihe energije. Toplotnoj pumpi bi trebalo da se posveti veća važnost naročito ako se uzme u obzir da je reč o jeftinom obnovljivom izvoru energije koji je uz to i ekološki prihvatljiv.

U ovom radu je preko softverskog paketa *RETScreen* izvršena analiza mogućnosti da se instalira toplotna pumpa u Osnovnoj školi u Novom Sadu gde se dolazi do zaključka da su finansijska ulaganja u početku velika. Međutim povratak ovih investicija odvija se u relativno kratkom vremenskom periodu, nakon čega se one višestruko isplate. Samim tim će se smanjiti emisija gasova koji stvaraju efekat staklene bašte. Na osnovu analize i dobijenih rezultata može se zaključiti da je opravdano ulagati u projekat toplotne pumpe u Osnovnoj školi u Novom Sadu, jer je pokazano da se može u velikoj meri uštedeti energija i smanjiti negativni uticaj štetnih gasova.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, povratak investicija, ušteda energije

1.UVOD

Globalna potrošnja energije nastavlja da raste, a posebno ubrzano raste u zamljama kao sto su Azija i Evropa. Svetu je danas zbog toga potrebno više energije za zgrade, industrije, saobraćaj itd. Konvencionalni izvori energije, kao što su nuklearne energije ili fosilna goriva (nafta, gas i ugalj) su ograničene.[1] Na osnovu svetskih rezervi

podataka zaključuje se da je jedna trećina nafte, polovina gasa, i 82 do 88% rezerve uglja moraju ostati neiskorišćeni do 2050. godine.[2] Tradicionalni načini grejanja imaju veoma nizak stepen korisnosti, jer veliki deo toplote odlazi sa produktima sagorevanja, potreban je veliki prostor za skladištenje fosilnih goriva i oslobađa se ogromna količina produkata sagorevanja (zagađivača).[3] Ove energije su zagađivači jer emituju CO₂ u vazduh i doprinose efektu staklene bašte.[1] Rezerve fosilnih goriva su ograničene – troše se mnogo brže nego što nastaju, pa je zato potrebno istraživanja usmeriti u tehnologije iskorišćavanja obnovljivih izvora energije kao što su: energija biomase, solarna energija, energija vetra i geotermalna energija.[3]

Obnovljivi izvori energije se pojavljuju kao jedina alternativa postojećim energijama, socijalno i ekonomski prihvatljive za životnu sredinu.[1] Klimatske promene predstavljaju ozbiljnu pretnju po zdravlje, prosperitet i stabilnost ljudskih zajednica, stabilnost i postojanje ekosistema, kao i međunarodne političke i vojne stabilnosti.[2] Obnovljivi izvori energije su izvori koji mogu da se koriste za proizvodnju kontinuirane energije, tu spadaju solarna energija, energija vetra, energija biomase, geotermalna energija. Primena obnovljivih izvora energije brzo raste. Očekuje se značajno povećanje obnovljivih izvora energije sa 30% na 80% do 2100. godine. Od druge polovine 2000-ih do incidenta na Fukushima (u martu 2011. godine), nuklearne elektrane su postale popularne zbog povećanja zabrinutosti zbog globalnog zagrevanja, kao posledica upotrebe fosilnih goriva. Međutim, Fukušima menja percepciju javnosti nuklearne energije, zbog toga obnovljive energetske tehnologije su brzo stekle veliku novčanu podršku u iznosu od 120 milijardi dolara. Na primer, vlada je saopštila da će eliminisati nuklearne energije i zameniti sa obnovljivim izvorima energije u roku od 10 godina, smanjiti emisije gasova za 40 % do kraja 2020. godine i 80% do 2050. godine.[4] Stalno povećanje cene električne energije, grejanja i operativnih troškova za održavanje prostorija izaziva povećanu zainteresovanost kako u korišćenju obnovljivih izvora energije tako i u razvoju metoda za efikasnu potrošnju energije. Važno je ne samo da se proizvede jeftina energija iz obnovljivih izvora, nego i da se optimizuje njena upotreba, uzimajući u obzir klimatske uslove na određenoj lokaciji. Pri izgradnji objekata i stambenih kuća važno je da se koriste kvalitetni termoizolacioni građevinski materijali. Glavna karakteristika takve zgrade je niska potrošnja energije, koja je u proseku 10% od specifične potrošnje energije od najmodernijih objekata.[5]

2. MATERIJAL I METOD

2.1. Toplotna pumpa i metod rada

U okolnom vazduhu, podzemnim vodama i tlu sadržana je ogromna dostupna i besplatna energija, koja zbog niske temperature njenih nosilaca ne može neposredno da se koriste za grejanje. Proces prihvatanja novih tehnologija veoma je spor, glavni problem je početna cena instalacije novog postrojenja. Jedno od rešenja kojim se obnovljivim izvorima energije može zameniti primarna energija (goriva), čija cena svakim danom sve više raste i do koje se sve teže dolazi, jeste toplotna pumpa.[3] Toplotna pumpa je uređaj koji prebacuje toplotu sa jednog mesta „izvor“ na drugo „ponor“ koristeći energiju. U osnovi, toplotna pumpa radi po istom principu kao i klima uređaji, ali u suprotnom

smeru.[6] Osnovni delovi toplotne pumpe su isparivač (izmenjivač toplote - u njemu rashladno sredstvo prima toplotu iz okruženja isparavanjem), kompresor (komprimira rashladno sredstvo, podiže mu temperaturu i pritisak uz potrošnju mehaničkog rada), kondenzator (izmenjivač toplote - u njemu se rashladno sredstvo kondenzuje i predaje toplotu), prigušni ventil (prigušivanjem se smanjuje pritisak i temperatura rashladnog sredstva).[7] Postoje različiti tipovi toplotnih pumpi, podeljenih prema vrsti toplotnog izvora. Glavni tipovi su toplotne pumpe zemlja-voda, toplotne pumpe vazduh – voda, toplotne pumpe voda – voda, geotermalne toplotne pumpe, hibridne toplotne pumpe. Toplotna pumpa u toku rada koristi el. energiju u kompresoru, oduzima toplotu od izvora (vazduh ili voda), predaje toplotu korisniku preko izmenjivača toplote (voda). Osnovna prednost toplotne pumpe je njena mogućnost predaje veće količine toplote od one koja je potrebna za njeno funkcionisanje (električna energija). Ovo znači da po 1 kWh električne energije toplotna pumpa predaje potrošaču 3 – 5 kWh toplote.[6] Toplota se spontano prenosi sa tela više temperature na telo niže temperature, a sa tela niže temperature na telo više temperature prinudno. Toplotne pumpe su uređaji koji uzrokuju da toplota teče u suprotnom smeru od prirodnog. Ugradnjom geotermalne toplotne pumpe moguće je u režimu grejanja uzeti toplotu iz zemlje i prebaciti je u grejani prostor, dok u letnjem periodu dolazi do obrnute radnje iz prostorije se uzima toplota i šalje u zemlju.[3] Postoji mnogo istraživanja o toplotnim pumpama koje se primenjuju u školi, poslovnoj zgradi, itd. Međutim toplotni izvor iz zemlje ima potencijal da smanji potrošnju energije za hlađenje vazduha. Temperatura zemlje ispod zemljine površine na oko 5m dubine, je uvek konstantna i to oko 18° C. Ova temperatura je niža od temperature potrebne za hlađenje vazduha.[8]

Zbog zabrinutosti za upravljanje resursima, propadanja i globalnog zagrevanja, mnoge zemlje širom sveta su promovisali korišćenje obnovljivih izvora energije. Među njima konstantno dostupan izvor energije je podzemna toplota. U Japanu, podzemna tehnologija toplotne pumpe je počela da se koristi u velikim poslovnim zgradama, i dalje se očekuje korišćenje u budućnosti. Međutim, nekoliko tehničkih problema, kao što su veliki početni troškovi opreme i instalacija koja uključuje troškove bušenja, ostaju visoke u Japanu. U Japanu, mnogi tradicionalni stanovi su dizajnirani tako da odgovaraju lokalnoj klimi i načinu života. Tehnologija toplotne pumpe se može koristiti korišćenjem postojećih bunara, na taj način smanjuju se troškovi bušenja.[9] Sistemi toplotne pumpe se smatraju kao obnovljive energetske tehnologije i oni postaju sve više i više zastupljene u stambenim i poslovnim zgradama zbog efikasnosti njihovog visokog iskorišćenja u poređenju sa konvencionalnim sistemima grejanja i hlađenja. Oni su sposobni da koriste neiscrpe izvore kao što su izvor vazduha, geotermalnog izvora, otpadne toplote i solarne energije, ekološki su i obezbeđuju visok nivo udobnosti. Nedostatak toplotnih pumpi vazduh-voda je smanjena efikasnost kada spoljni vazduh postaje hladniji, što dovodi do smanjenja snabdevanja toplotom u vreme kada je to najpotrebnije. Kontinuirana tehnička dostignuća za poboljšanje sezonske performanse i pouzdanost se iz vazduh-voda toplotne pumpe posebno primenjuju na lokacijama koje karakteriše duga grejna sezona i toplija zima. Novo proizvedeni sistem vazduh-voda toplotne pumpe (ASHP) može da obezbedi toplotnu energiju iz spoljnog vazduha pri temperaturi od -20°C. Kao rezultat toga može da se koristi više dana u toku godine. Maksimalna temperatura koja može da se postigne je +55°C čak i ako je temperatura spoljnog vazduha do -25°C.[10] Vazduh-voda toplotne pumpe su relativno jeftine i dostupne svakome i lako se instaliraju. Ipak, vazduh-voda

toplotne pumpe su jako zavisne od spoljne temperature vazduha, koja se u svakom trenutku može neprekidno menjati tokom cele grejne sezone. Kao posledica toga treba izvršiti dobro dimenzionisanje toplotne pumpe, što je od ključnog značaja kako bi se dobile dobre sezonske performanse, tako da se u obzir ne uzima samo izgradnja opterećenja, nego i klima na lokaciji na kojoj se nalazi zgrada i vrsta kontrolnog sistema uređaja.[11]

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Projektni zadatak i tehnički opis zgrade Osnovne škole Dusan Radović u N.

Sadu

Za izradu projekta termotehničkih instalacija za objekat Osnovne škole „Dušan Radović“, ul. Velebitska bb, u Novom Sadu. Predmetni objekat je arhitektonsko-gradevinskim projektom podeljen u dve faze. Prva faza je deo objekta koji čini školska zgrada, a druga faza je fiskulturna sala sa pratećim sadržajima. Obe celine su povezane toplom vezom. Potrebna toplotna energija za radijatorsko grejanje škole 121540 W, radijatorsko grejanje fiskulturne sale sa pratećim prostorijama je 80410 W, zagrevanje spoljnog vazduha u kaloriferima 46600 W. Ukupna potrošnja toplote u objektu iznosi 248550 W. Kao izvor toplotne energije predviđen je prirodni gas iz gradskog gasovoda.[12] Za toplotno opterećenje objekta odgovara toplotna pumpa Viessmann Vitocal 350-G Pro BW 353.A198SA čije se karakteristike mogu videti u tabeli 1.[13]

Tab. 1. Karakteristike toplotne pumpe

Tab. 1. The characteristics of the heat pump

Vitocal 350-G Pro	Tip	BW 353.A198SA
Izlazni podaci		
Nominalna izlazna snaga grejanja	kW	274,2
Kapacitet hlađenja	kW	222,8
Potrošnja struje	kW	52
Koeficijent učinka (COP) u režimu grejanja		5,3

3.2. Primena retscreen programa u analizi korišćenja sistema toplotne pumpe

Retscreen je oftverski paket koji omogućava donosiocima odluka i stručnjacima da utvrde finansijsku isplativost projekta iz oblasti obnovljive energije, energetske efikasnosti ili kogeneracije. Sam softver se sastoji od sedam radnih listova i to start ili početna strana, mreža i opterećenje, energetski model, analiza troškova, analiza emisije, analiza finansija i alati .

3.2.1. Start ili početna strana

Početak projekta je osnovni list koji predstavlja osnovne podatke o samom projektu. Iz baze gotovih projekata izabran je tip projekta, u konkretnom slučaju „Toplotna pumpa“ i unose se sledeći podaci naziv projekta, autor projekta, lokacija projekta, tip projekta, tehnologija, jezik, valuta. Proračun i analiza su sprovedeni za

Osnovnu školu na lokaciji grada Novi Sad, pa su samim tim i klimatski podaci podešeni za tu lokaciju.

3.2.2. Radni list mreža i opterećenje

Radni list mreža i opterđenje se koristi za procenu grejanja, hlađenja i snage opterđenja. On se odnosi na trenutne uslove i stanje objekata za koje će mo vršiti optimizaciju. Sastoji se iz projekta grejanja i projekta hlađenja. Što se projekta grejanja tiče, tu biramo tip grejanja iz padajuće liste, unosimo podatke o tome koliko zgrada ima, kolika je površina grejanog prostora, vrstu i cenu goriva itd. Kao što je prikazano na slici 1. vrši se proračun škole koja ima 2 sprata sa po 2 zone, gde je prva zona škole, a druga fiskulturna sala. Ukupna površina zgrade je 2906 m². Prirodni gas se koristi kao gorivo čija je cena 0,4 €/m³. Ovde se unosi još opterećenje za zonu zgrade koja je za prizemlje prve zone 85 W/m², za prizemlje druge zone 86 W/m², a za sprat prve zone 86 W/m² i sprat druge zone 86 W/m². Osnovna potreba za potrošnom tople vode iznosi 10%. Kod projekta hlađenja se za gorivo koristi električna energija čija je cena 0,158 €/kWh. Ovde se unosi još opterećenje za zonu zgrade koja je za prizemlje prve zone 75 W/m², za prizemlje druge zone 75 W/m², a za sprat prve zone 75 W/m² i sprat druge zone 75 W/m². Osnovna potreba za potrošnjom tople vode iznosi 2% (sl. 2).

Projekat grejanja		Jedinica	
Osnovni slučaj sistema za grejanje		Jedna zgrada - više zona - prostorno grejanje	
Površina podnog grejanja po zoni zgrade	m²	2.906	
Tip goriva			
Sezonska efikasnost	%	-	
Proračun opterećenja grejanja			
Opterećenje grejanja za zonu zgrade	W/m²	-	
Osnovna potreba domaćinstva za zagrevanjem tople vode	%	10%	
Ukupno grejanje	MBx	518	
Ukupno pik opterećenje grejanja	kW	249	
Potrošnja goriva - jedinica		-	
Potrošnja goriva - godišnja		-	
Protok goriva - jedinica		-	
Protok goriva		-	
Troškovi goriva	€	19.898	
Mere efikasnosti energije predloženog slučaja			
Mere efikasnosti energije krajnjeg korišćenja	%	0%	
Neto pik opterećenje grejanja	kW	249	
Neto grejanje	MBx	518	

Zone zgrade				
1	2	3	4	
972	971	815	148	
Prirodni gas - m³	Prirodni gas - m³	Prirodni gas - m³	Prirodni gas - m³	
100%	100%	100%	100%	
85	86	86	86	
172	174	146	26	
83	84	70	13	
m³	m³	m³	m³	
16.509	16.686	14.005	2.543	
€/m³	€/m³	€/m³	€/m³	
0,400	0,400	0,400	0,400	
€	6.604	€	6.674	
		€	5.602	
			€	1.017
0%	0%	0%	0%	0%
83	84	70	13	
172	174	146	26	

Sl. 1. Projekat grejanja
Fig. 1. Project heating

Projekat hlađenja		Jedinica	
Osnovni slučaj sistema za hlađenje		Jedna zgrada - više zona - prostorno hlađenje	
Površina podnog hlađenja po zoni zgrade	m²	2.906	
Tip goriva			
Koeficijent performansi - sezonski		-	
Proračun opterećenja hlađenja			
Opterećenje hlađenja za zonu zgrade	W/m²	-	
Hlađenje nezavisno od vremena	%	2%	
Ukupno hlađenje	MBx	419	
Ukupni pik opterećenja hlađenja	kW	218	
Potrošnja goriva - jedinica		-	
Potrošnja goriva - godišnja		-	
Protok goriva - jedinica		-	
Protok goriva		-	
Troškovi goriva	€	33.104	
Mere efikasnosti energije predloženog slučaja			
Mere efikasnosti energije krajnjeg korišćenja	%	0,0%	
Neto pik opterećenja hlađenja	kW	218	
Neto hlađenje	MBx	419	

Zone zgrade							
1	2	3	4				
972	971	815	148				
Električna energija	Električna energija	Električna energija	Električna energija				
2,00	2,00	2,00	2,00				
75	75	75	75				
140	140	118	21				
73	73	61	11				
MBx	MBx	MBx	MBx				
70	59	11					
€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh				
0,158	0,158	0,158	0,158				
€	11.073	€	11.061	€	9.284	€	1.686
0%	0%	0%	0%	0%			
73	73	61	11				
140	140	118	21				

Sl. 2. Projekat hlađenja
Fig. 2. Cooling Project

Posle unetih podataka za projekat grejanja i hlađenja dobijamo tabelu i dijagram karakteristika opterećenja osnovnog slučaja koja je prikazana na sl. 3.

Sl. 3. Karakteristike opterećenja osnovnog slučaja
Fig. 3. Characteristics of the load base case

3.2.3.Radni list Energetski model

Radni list energetski model ima 2 slučaja: predloženi slučaj za grejanje i predloženi slučaj za hlađenje. Počinje se odabirom tehnologije, gde se iz padajuđeg menija vrši odabir toplotne pumpe. Nakon toga sledeći prozor se odnosi na odabir goriva koje pokreće toplotnu pumpu, u ovom slučaju se iz padajuđeg menija vrši odabir električne energije i unosi njena cena. Nastavak radnog lista se odnosi na unos podataka koji se tiču toplotne pumpe, kao što su kapacitet, COP, proizvođač (sl.4). Na osnovu unetih vrednosti dobijamo sistemske karakteristike predloženog slučaja.

Predloženi slučaj sistema za hlađenje				
Osnovno opterećenje sistema za hlađenje				
Tehnologija	Grejna pumpa			
Tip goriva	Električna energija			
Protok goriva	€/MBx	150,000		
Kapacitet	kW	222.8	102.2%	
Koeficijent performansi - sezonski		5.30		
Proizvođač	Viessmann			
model	Vitocal 350-G Pro SA BW 353 A1985A			1 jedinica(e)
Dostavljena hlađenje	MBx	419	100.0%	
Pik opterećenja sistema za hlađenje				
Tehnologija	Nije zahtjevan			
Predloženi slučaj sistema grejanja				
Selekcija sistema				
Osnovno opterećenje sistema za grejanje				
Tehnologija	Grejna pumpa			
Metod odabira goriva	Jedno gorivo			
Tip goriva	Električna energija			
Protok goriva	€/MBx	150,000		
Grejna pumpa				
Kapacitet	kW	274.2	110.1%	
Dostavljena toplota	MBx	518	100.0%	
Proizvođač	Viessmann			
model	Vitocal 350-G Pro SA BW 353 A1985A			1 jedinica(e)
Sezonska efikasnost	%	400%		
Potrebno gorivo	GJ/h	0.2		

Sl. 4. Predloženi slučaj grejanja i hlađenja
Fig. 4. The proposed case heating and cooling

3.2.4. Radni list Analiza troškova i Alati

Radni list analiza troškova počinje podešavanjem, gde su u ponudi dve metode. Za ovaj radni list će biti odabrana druga metoda jer sadrži sve potrebne podatke koji ulaze u cenu projekta. Glavnu ulogu pri popunjavanju ovog radnog lista ima ravnoteža sistema. Za ravnotežu sistema i ostalo potrebno je popuniti radni list „Alati“. Početak radnog lista „Alati“ sadrži veliki broj mogućih metoda za rešavanje različitih problema koji se mogu odnositi recimo na mere energetske efikasnosti omotača zgrada, GHG ekvivalenata, protok toplote itd.

3.2.5. Radni list analiza emisije

Radni list analiza emisije počinje podešavanjem, gde su u ponudi tri metode. Za ovaj radni list je odabrana druga metoda. Prvo se popunjava osnovni slučaj elektro energetskog stema koji je polazna linija za električnu energiju tj. njeno dobijanje iz uglja i hidroenergije.

3.2.6. Radni list finansijske analize

Svi podaci koji se nalaze na slici 6 mogu se predstaviti dijagramom prikazanim na slici 5 koji daje bolji uvid u ukupnu investiciju, vreme otplate i uštedu koja se dobija ovakvim vidom postrojenja. Radni list finansijska analiza popunjen je na osnovu podataka istraživanja. Podaci se odnose na stepen rasta troškova goriva 2,5%, stope inflacije od 6%, i perioda otplate i veka projekta koji je u ovom slučaju 25 godina. Ukupni početni troškovi su 194.114,00 €. Godišnji prihodi su 53.002,00 €. Na osnovu svega priloženog do sada, vidimo grafik otplate, i na osnovu njega zaključujemo da je period otplate oko 9 godine, što predstavlja prilično dobar rezultat.

Sl. 5. Grafik kumulativnog priliva novca za period od 25 godina

Fig. 5. Graph of cumulative cash flow for a period of 25 years

Finansijski parametri				Izveštaj o troškovima i uštedi/prihodu projekta				Godišnji protok novca			
Opšti				Početni troškovi				Godin			
Stepen rasta troškova goriva	%	2,5%		Studija izvodljivosti	5,2%	€	10.000	#	€	Posle	€
Stepen inflacije	%	6,0%		Razvoj	1,3%	€	3.650	0	-194.114	-194.114	-194.114
Iznos popusta	%	10,0%		Inženjering	1,8%	€	3.500	1	20.549	20.549	-173.564
Vek trajanja projekta	god.	25						2	21.063	21.063	-152.501
Finansije				Grejni sistem	0,0%	€		3	21.590	21.590	-130.912
Podacikaji i donacije	€			Sistem za hlađenje	54,9%	€	108.607	4	22.129	22.129	-108.782
Vrednost duga	%							5	22.663	22.663	-86.100
Analiza poreza na prihod				Ravnoteža sistema i ostalo	36,2%	€	70.357	6	23.250	23.250	-62.850
Efektivna vrednost poreza na dobit	%			Ukupni početni troškovi	100,0%	€	194.114	7	23.631	23.631	-39.019
Gubitak nastaviti dalje?		Ne						8	24.427	24.427	-14.593
Metod amortizacije		Opadanje ravnoteže		Godišnji troškovi i otplata duga				9	25.037	25.037	10.445
Pravilo pola-godine - godina 1	da/ne	Da		Pogon i održavanje	€			10	25.663	25.663	36.108
Osnovica poreza amortizacije	%			Troškovi goriva - preloženi slučaj	€	32.953		11	26.305	26.305	62.413
Visina amortizacije	%			Ukupni godišnji troškovi	€	32.953		12	26.962	26.962	89.375
Dostupnost poreza na praznike?	da/ne	Ne		Periodični troškovi (kredit)				13	27.636	27.636	117.011
Godišnji prihodi				Godišnja ušteda i prihodi				14	28.327	28.327	145.339
Prihod dostavljene električne energije				Troškovi goriva - osnovni slučaj	€	53.002		15	29.036	29.036	174.374
				Ukupni godišnji prihodi i ušteda	€	53.002		16	29.761	29.761	204.136
								17	30.505	30.505	234.641
								18	31.268	31.268	265.909
								19	32.050	32.050	297.959
								20	32.851	32.851	330.810
								21	33.672	33.672	364.483
								22	34.514	34.514	398.997
								23	35.377	35.377	434.374
								24	36.261	36.261	470.635
								25	37.168	37.168	507.803

Prihod od smanjenja gasova staklene bašte				☒	Finansijska održivost			
Neto redukcija gasova staklene bašt	tCO2/god	93			IRR pre oporezivanja - kapital	%	11,9%	
Neto redukcija gasova staklene bašt	tCO2	2.318			IRR pre oporezivanja - imovina	%	11,9%	
Iznos kredita emisije gasova staklen	€/tCO2				IRR posle oporezivanja - kapital	%	11,9%	
					IRR posle oporezivanja - imovina	%	11,9%	
Premija prihod potrošača (rabat)				☒	Jednostavna otplata	god.	9,7	
Premija grejanja (rabat)	%				Povraćaj kapitala	god.	8,6	
Premija hlađenja (rabat)	%				Neto sadašnja vrednost (NPV)	€	32.994	
					Godišnja ušteda životnog ciklusa	€/god	3.635	
					Odnos prihod-i-troškovi		1,17	
					Troškovi redukcije gasova staklene bašt	€/tCO2		(39)

Sl. 6. Radni list finansijske analize
Fig. 6. Worksheet financial analysis

4.ZAKLJUČAK

Neophodno je smanjiti koncentraciju gasova i efekat staklene bašte u atmosferi kako bi se na taj način sprečila klimatska katastrofa. To može da se postigne samo drastičnim smanjenjem emitovanja štetnih gasova, kao sto su sagorevanje fosilnih resursa (nafta, zemni gas, ugalj) i prelaskom na korišćenje obnovljivih i alternativnih izvora energije (sunce, vetar, voda, biomasa). Da bi se to ostvarilo potrebno je povećati energetska efikasnost. Jedan od načina kako može da se poveća energetska efikasnost je toplotna pumpa. Toplotnoj pumpi bi trebalo da se posveti veća važnost naročito ako se uzme u obzir da je reč o jeftinom obnovljivom izvoru energije koji je uz to i ekološki prihvatljiv.

Nakon razmatranja mogućnosti da se instalira toplotna pumpa u Osnovnoj školi u Novom Sadu dolazi se do zaključka da su finansijska ulaganja u početku velika. Softverski paket *RETScreen* omogućio je potpuni uvid u značaj i mogućnost ugradnje

ovakvih sistema, kako u ekonomskom, tako i u ekološkom smislu. Na osnovu finansijske analize, dolazi se do zaključka da korisnik nije u dobiti na početku jer su ukupni početni troškovi dosta veliki nakon ugradnje pomenutih elemenata, ali da se isplativost očekuje nakon određenog perioda, u našem konkretnom slučaju za period od oko devet godina. Na osnovu analize i dobijenih rezultata može se zaključiti da je opravdano ulagati u projekat toplotne pumpe u Osnovnoj školi u Novom Sadu, jer je pokazano da se može u velikoj meri uštedeti energija i smanjiti negativni uticaj štetnih gasova.

S obzirom na broj škola koje se nalaze u Srbiji, primenom ovakvih tehnoloških postrojenja došlo bi se do znatne uštede energije na nivou cele države, što bi doprinelo ekonomskom razvitku, kao i očuvanju životne sredine.

5. LITERATURA

[1] Ziani Abdelwahab, Renewable energy, sustainable development and environmental protection in Ksours (case of Algeria), *Energy Procedia* 18 (2012) 666-671

[2] Richard Heede, Naomi Oreskes, Potential emissions of CO₂ and methane from proved reserves of fossil fuels: An alternative analysis, *Global Environmental Change* 36 (2016) 12-20

[3] Marina Karić, Radisav Blagojević, Nada Škundrić, Ekonomičnost geotermalne toplotne pumpe u sistemu podnog grejanja, *0350-2953* (2010) 36: 4, 447 – 455

[4] Soo-ho Park¹, Woo-Jin Jung, Tae-Hwan Kim, Sang-Yong Tom Lee, Can Renewable Energy Replace Nuclear Power in Korea? An Economic Valuation Analysis, *Nuclear Engineering and Technology* (2016), doi: 10.1016/j.net.2015.12.012., S1738-5733(16)00011-5

[5] Saule Sakipova, Andris Jakovičs, Stanislavs Gendelis, Studies energy efficiency of the renewable sources use considering climate in Latvia, *Energy Procedia* 78 (2015) 1980–1984

[6] <http://www.deltaterm.com/dokumenti/HIDROS%20toplotne%20pumpe.pdf>

[7] <http://teraterm-su.com/teraterm.swf>

[8] Koutaro Tsubaki, Yuichi Mitsutake, Ground source heat pump system controlled by refrigerant average density, *Procedia Engineering* 105 (2015) 153 – 159

[9] Kana Hagihara, Chiemi Iba, Shuichi Hokoi, Daisuke Matsuoka, Effective Use of Ground Source Heat Pump System in Traditional Japanese ‘Kyo-machiya’ Residences in Winter, *Energy Procedia* 78 (2015) 1099 – 1104

[10] Viorel Popa, Ion Ion, Camelia Lăcrămioara Popa, Thermo-Economic Analysis of an Air-to-Water Heat Pump, *Energy Procedia* 85 (2016) 408 – 415

[11] Claudia Naldi, Matteo Dongellini, Gian Luca Morini, Climate influence on seasonal performances of air-to-water heat pumps for heating, *Energy Procedia* 81(2015) 100-107

[12] Jadranka Borovčanin, Projektni zadatak za izradu dopune glavnog projekta termotehničkih instalacija za objekat OŠ „Dušan Radović“, ul. Velebitska bb, u Novom Sadu

[13] <http://pdf.archiexpo.com/pdf/viessmann/heat-pumps-up-to-2000-kw/789-87464.html>

THE RETSCREEN IMPLEMENTATION OF THE PROGRAMME AND CALCULATION OF HEAT PUMPS ON SCHOOL'S THE OBJECT

Dejan Dinčić

University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering, Sestre Janjic br. 6, Kragujevac, Serbia

SUMMARY

Due to increasing of energy consumption, and due to the limited resources of petroleum products in the process combustion CO₂ emitted in the air and contribute to the greenhouse effect, renewable energy sources (sun, wind, water, biomass) appear as an alternative to the existing energies, socially and economically acceptable for the environment. Considering that geothermal energy can not be everywhere and that easy to be used, you should use the places where that energy is easy to use to be that way at minimum level of a little to reduce the consumption of fossil fuels. Due to these changes in the economic relations of production and consumption, today the rational use of energy is paid to more attention. Using geothermal heat pumps as a renewable source of energy-saving as the world's energy supplies. Heat pumps should to be given more importance especially if we take into account that this is a cheap source of renewable energy that is also the environmentally friendly. In this paper, through a software package RETScreen analysis of the possibilities to install a heat pump in the primary school in Novi Sad, where he comes to the conclusion and the financial investment will be at the beginning high. However the return of these investments takes place in a relatively short period of time, after which they will be with multiply payouts. Given the number of schools that are located in Serbia, using such technological facilities would lead to a substantial saving in the whole country, which would contribute to economic development and environmental protection.

Therefore will reduce emissions of greenhouse gases. Based on analysis of the obtained results it can be concluded that it is justified to invest in the project of the heat pump in the primary school in Novi Sad, because it demonstrated that it can greatly save energy and reduce the negative impact of harmful gases.

Key words: renewable energy, return on investment, energy savings

Primljeno: 27. 02. 2016. god.

Prihvaćeno: 28. 03. 2016. god.