

POGODBENO ZAGOTAVLJANJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE – PRIMER PRENOVE KOTLOVNICE NA KURILNO OLJE

Bojan HORVAT, Bogdan ČEPIČ, Natalia VARL

POVZETEK

Ogrevanje stanovanj in poslovnih prostorov ni samo nuja za normalno življenje in delo, temveč tudi ekonomska kategorija, saj predstavlja strošek, pa tudi zdravstvena kategorija, saj obremenjuje zrak z izpusti CO₂ v okolje in škodljivimi vplivi trdih delcev (PM₁₀, PM_{2,5}) dušikovih oksidov in drugih snovi na naše zdravje.

Za uresničevanje poslovne strategije in Evropskih okoljskih zavez na področju okoljske in energetske politike je Energija plus v preteklem letu vključila v svoj prodajni portfelj poleg elektrike tudi zemeljski plin in lesne pelete, med drugim pa v Mariboru na Pobrežju izvedla tudi prenovu kotlovnice in sistema daljinskega ogrevanja. Projekt se nanaša na ogrevanje skupno 580 stanovanjskih enot skupne velikosti 26.510 m² ogrevane stanovanjske površine. Kotlovnica je bila zgrajena leta 1974 na mazut, ki ga je kasneje zamenjalo ekstra lahko kurilno olje, fasade blokov so bile preproste in brez izolacije, stavbno pohištvo leseno, brez izolativnih stekel. V sklopu energetske sanacije 2010-2014 so lastniki zamenjali stavbno pohištvo, dodatno termično izolirali fasade in v partnerstvu z Energijo plus sanirali ogrevanje.

Uporabniki kotlovnice so tako dobili sodobno kotlovnico, manj obremenjen zrak v svojem lokalnem okolju in seveda bistveno nižjo ceno ogrevanja. Fiksni stroški upravljanja kotlovnice, skupaj s stroški financiranja projekta, so ostali isti kot so bili pred investicijo. Variabilen strošek ogrevanja (energija) pa se je zmanjšal za dobrih 30% kar je bil temeljni cilj uporabnika.

ABSTRACT

Heating apartments and business premises is not only a necessity for normal life and work, but also an economic category, because it represents costs and a health category, because it pollutes the air with CO₂ and causes harmful effects on our health with particulate matter (PM₁₀, PM_{2,5}), nitrogen oxides and other substances.

In order to achieve business strategies and European environmental commitments in the field of environmental and energy policies, Energija plus included in its sales program beneath electricity also the sale of natural gas and biomass, and implemented the refurbishment of an heating plant and district heating system in Pobrežje, Maribor. The project refers to the heating of 580 residential units, covering total 26.510 m² of heated living

area. The heating plant was built in 1974 and based on mazut. That was later changed to the heating oil. The walls of the buildings were simple and without insulation also without insulating doors and windows. During the period between 2010 and 2014 the owners accomplished energy renovation of apartment buildings by changing external doors and windows, additional thermal insulation of the facade and in partnership with Energija plus refurbishment of heating.

Users of the heating system got with renovation a modern heating plant and heating system which provides less harmful emissions in their local environment and significantly lower cost of heating. Fixed costs of heating system management together with the costs of financing the project remained the same as they were before the investment. Variable costs decreased by more than 30 %, which was a primary objective of the users.

1. UVOD

Ogrevanje stanovanj in poslovnih prostorov ni samo nuja za normalno življenje in delo, temveč tudi ekonomska kategorija in zdravstvena kategorija, saj povzroča pomembne stroške in obremenjuje zrak z izpusti CO₂ v okolje in škodljivimi vplivi trdih delcev (PM₁₀, PM_{2,5}) dušikovih oksidov, skratka snovi, ki negativno vplivajo na naše zdravje. Zato je učinkovit sistem ogrevanja, ki uporablja energent s čim nižjimi negativnimi vplivi na okolje, pomemben dejavnik, ki prispeva k doseganju okoljskih ciljev in trajnostnemu razvoju.

Slovenija je v svoj Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost za obdobje 2008-2016 (AN-URE) implementirala Direktivo 2006/32/ES, ki zahteva od držav članic (EU), da dosežejo 9% prihranka končne energije v 9 letih. Slovenija načrtuje, da bo v obdobju 2008-2016 izhodiščno rabo energije zmanjšala za najmanj 4.261 GWh. Prihranki bodo doseženi z raznimi sektorsko specifičnimi ter horizontalnimi in večsektorskimi ukrepi v vseh sektorjih (gospodinjstva, široka raba, industrija in promet). Raba energije v gospodinjstvih nasploh v zadnjem obdobju narašča in to predvsem raba električne energije. Prihranek končne energije v sektorju gospodinjstva je načrtovan v višini 1.165 GWh energije. Veliki potenciali za zmanjšanje porabe energije so predvsem na področju rabe energije za ogrevanje. Slovenija v svojem nacionalnem akcijskem načrtu zato predlaga velik nabor instrumentov s katerimi želi vzpodbuditi vlaganja v obnovo stavb in energetske učinkovitost ogrevalnih sistemov. Z novim Energetskim zakonom sta področji obnovljivih virov (OVE) in ukrepov učinkovite rabe energije (URE) še pridobili pri pomenu zagotavljanja učinkovitega trajnostnega razvoja naše družbe in uresničevanja Nacionalnega akcijskega načrta za energetske učinkovitost za obdobje 2008-2016.

Tabela : Ciljni in doseženi prihranki končne energije ter projekcije

Prihranki	Cilj		Dosežen prihranek	
	[GWh]	[%]	[GWh]	[%]
Prihranek končne energije 2008 – 2016	4.261	9		
Vmesni prihranek končne energije do 2010	1.184	2,5	1.174	2,5
- prihranki 2008 – 2010			831	1,7
o gospodinjstva, terciarni sektor, večsektorski ukrepi (metoda od spodaj navzgor za obdobje 2008-2010)	726	1,5	531	1,1
o promet in industrija (metoda od zgoraj navzdol za obdobje 2008 – 2009)	458	1,0	300	0,6
- zgodnje aktivnosti (metoda od spodaj navzgor za obdobje 1995 – 2007)			343	0,7

Vir: <http://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/akcijski-nacr-za-energetsko-ucinkovitost/>

Cilj slovenskega Nacionalnega akcijskega načrta za energetska učinkovitost za obdobje 2008 – 2016 (AN URE 2) je skladno s 4. členom Direktive 2006/32/ES doseči 9-odstotni prihranek končne energije z izvedbo načrtovanih instrumentov, ki obsegajo ukrepe za učinkovito rabo energije, energetske storitve in razvoj energetska učinkovitih tehnologij in izdelkov. Cilji so usklajeni z veljavno Resolucijo o nacionalnem energetskem programu in drugimi politikami v državi.

Ukrepi na področju učinkovite rabe energije in zmanjševanje negativnih okoljskih učinkov prinašajo tudi nove poslovne priložnosti in možnosti za razvoj v tistih podjetjih, ki se ukvarjajo z energetska oskrbo. Razvoj uporabe OVE in novih tehnoloških rešitev predstavlja tudi priložnost za nova delovna mesta, ki bodo imela dolgoročnejšo perspektivo. Iz teh razlogov smo v Energiji plus širitev dejavnosti na področje OVE in URE identificirali kot strateško smer razvoja družbe. V poslovno strategijo smo zapisali, da bomo:

- do leta 2020 prodajo energije proizvedene iz OVE povečali na 25%,
- v prihodnjih 9. letih znižali rabo energije in povečali energetska učinkovitost za 1% letno,
- sledili trendom, da se emisije CO₂ zmanjšajo za 20%,
- povečali prihranke energije v industriji, gospodinjstvu in prometu,
- svojim kupcem energije zagotavljali kvaliteto, zanesljivo, varno in cenovno primerljivo oskrbo z energijo.

Energija plus je v preteklem letu ob električni energiji vključila v svoj prodajni program tudi prodajo zemeljskega plina in lesne biomase kot pomembna energenta, ki služita za ogrevanje. Na ta način je stopila korak dlje na poti do ciljev zapisanih v poslovni strategiji in zavezah na področju okoljske ter energetske politike. Uresničevanjem poslovne strategije smo v preteklem letu izvedli s prenovo kotlovnice in sistema daljinskega ogrevanja. Na ta način Je

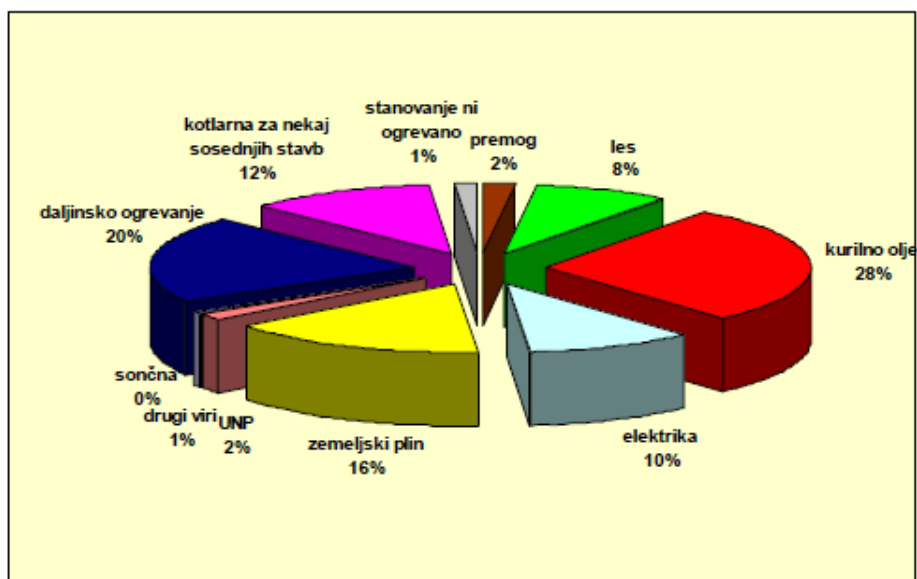
Energija plus pomembno prispevala tudi k doseganju ciljev zapisanih v Lokalnem energetskega konceptu Mestne občine Maribor (LEK MOM).

2. PROBLEMATIKA SISTEMOV OGREVANJA V MARIBORU

V mestu Maribor je oskrba s toplotno energijo urejena na različne načine. Zato obstaja več med seboj nepovezanih sistemov. Prav tako je mesto na osnovi energetske karte razdeljeno na cone v katerih je opredeljen prednostni ali pa celo ekskluziven način ogrevanja. V grobem je situacija naslednja:

- a) Največji sistem je sistem daljinskega ogrevanja, ki ga izvaja Energetika Maribor d.o.o., kot javno gospodarska služba. Ta letno proizvede cca. 100.000 MWh toplote. Energetika Maribor je začela s proizvodnjo toplote leta 1980, ko se je zgradil kompleks stanovanjskih blokov na Taboru. Tako tudi odlično pokriva področje Tabora, se širi na Magdaleno in manjše toplovodno omrežje na območju Pristana in Smetanove ulice. Žal pa se sistem daljinskega ogrevanja konča ob železniški progi in ne posega na področje Pobrežja in Tezna. Ta sistem je tudi iz vidika vpliva na okolje zagotovo najprimernejši.
- b) V Mariboru je kar nekaj manjših sistemov daljinskega ogrevanja, ki so bili zgrajeni v 70. letih, ko so se v mestu gradila blokovska naselja na Pobrežju, Taboru in na Teznu. Manjši sistemi daljinskega ogrevanja na Taboru so že povezani v sistem mestnega sistema. Sistemi na Pobrežju in na Teznu pa so v lasti etažnih lastnikov, ki pa danes nimajo sredstev za prenovo večinoma dotrajanih, energetske prevelikih in ekološko spornih kotlovnice. Kotlovnice so velikosti med 3 in 10 MW inštalirane moči.
- c) Ne nazadnje pa so tukaj še individualne kurilnice, ki kot gorivo uporabljajo različne energente in katerih lastniki dajejo poudarek predvsem ekonomiki ogrevanja, ne pa tudi vplivu dimnih plinov na zrak in okolje.

Delež posameznih načinov ogrevanja v mestu Maribor MOM po zadnjih prosto dostopnih podatkih je prikazan na spodnjem grafu.



Vir: Statistični urad RS, Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj 2002.

Graf 1: Struktura stanovanj v MO Maribor glede na vir ogrevanja leto 2002

Struktura se je do danes nekoliko spremenila, saj je v zadnjem obdobju na pohodu uporaba lesne biomase. Nedvomno pa so še vedno v prednosti trije najbolj razširjeni načini ogrevanja: daljinsko ogrevanje, skupne kotlarne in individualno ogrevanje s pomočjo zemeljskega plina ter kurilnega olja.

Ugotovljeno je bilo, da dotrajanost in zastarelost manjših sistemov ogrevanja v večini primerov predstavlja za lastnike (pre)velik finančni zalogaj in ga le v redkih primerih zmorejo financirati sami. Prav tako je zakonodaja, ki ureja odnose med etažnimi lastniki in sistem odločanja o investicijah, problematična z vidika zagotavljanja ustreznega soglasja lastnikov. Zato je iskanje primernega načina zamenjave ali prenove sistema ogrevanja poleg tehničnega, tudi z vidika financiranja dodaten izziv.

3. PROJEKT PRENOVE KOTLOVNICE NA KURILNO OLJE

V Energiji plus so spomladi 2013 sprejeli odločitev, da bodo kot partner v lastniškem distribucijskem sistemu sodelovali pri prenovi kotlovnice na Pobrežju, ki ogreva 580 stanovanjskih enot, skupne ogrevane stanovanjske površine 26.510 m². V okviru konkurenčnega dialoga, ki so ga vodili s predstavniki odbora etažnih lastnikov, je projekt dobil končno obliko tako v tehničnem kot finančnem smislu. Zaradi celovitosti ponujene rešitve in pristopa k sanaciji stanja, primernega načina financiranja in zagotavljanja kvalitetnih storitev pri oskrbi s toplotno energijo v prihodnjih desetih letih je projekt Energije plus konkurenčne projekte premagal.

3.1 Izhodiščna situacija

Kotlovnica v Ulici bratov Greifov je bila zgrajena leta 1974, ko so se gradili stanovanjski bloki ob in stolpiči na Ulici heroja Mašere in Spasiča.

Stanovanjske stavbe so bile grajene v sedemdesetih letih, ko je bilo običajno, da so gradili zgradbe s tanjšimi stenami, z modularno opeko debeline 30 cm. Fasade so bile preproste in brez izolacije. Stavbno pohištvo v celoti leseno in brez izolativnih stekel. Balkoni in lože so bile pritrjene na vmesne stene, brez izolacije toplotnih mostov in kakršnih koli drugih posebnih izolacij.

Ob tem velja opomniti, da je bilo prvotno gorivo mazut in šele ob koncu osemdesetih let so zamenjali kotle in gorilnike tako, da so lahko prešli na ekstra lahko kurilno olje.

Takratnim razmeram primerne so bile tudi tehnične značilnosti posameznih delov sistema ogrevanja in sistema kot celote.

Tabela 1: Tehnični parametri kotlovnice pred sanacijo

Skupna moč kotlovnice:	$\Phi = 5.900 \text{ kW}$
Temperaturni režim ogrevanja:	$\Delta_t = 90/70 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Delovni tlak v sistemu:	$p = 4 \text{ bar}$
Število distribucijskih vej:	$n = 2$
Proizvedena energija v letu 2011:	$Q = 3.586,7 \text{ MWh}$
Veja bratov Greifov:	$Q = 2.322,7 \text{ MWh}$
Veja Spasiča – Mejna:	$Q = 1.264,0 \text{ MWh}$
Skupna površina ogrevanja:	$A = 26.510 \text{ m}^2$
Specifična poraba toplote v letu 2011:	$\Phi = 135,296 \text{ kWh/ m}^2 \text{ leto}$
Inštalira moč na / m^2 / stan. površine	$\Phi = 0,2226 \text{ kW/ m}^2$

Poraba goriva pred energetske sanacijo

Tabela 2: Poraba goriva pred energetske sanacijo

leto	poraba ELKO (l)	energetska vrednost (kW)	indeks (na 09/10)
2009/2010	551.219	5.512.190	1
2010/2011	528.125	5.281.250	0,958
2011/2012	416.488	4.164.880	0,756

3.2 ENERGETSKA PRENOVA STANOVANJ IN KOTLOVNICE

Etažni lastniki, ki se ogrevajo iz skupne kotlovnice, so k prenovi in energetske učinkovitosti pristopili dokaj sistemsko, saj so najprej začeli z energetske sanacije stavb. Energetska sanacija stavb se je začela leta 2010 in bo končana predvidoma v letu 2014. V sklopu energetske sanacije so zamenjali stavbno pohištvo, dodatno termično izolirali fasade in sanirali ogrevanje.

Najprej so zamenjali stavbno pohištvo (okna, balkonska vrata) z novimi in energetske učinkovitejšimi. Tako so z zamenjavo stavbnega pohištva dosegli skupno toplotno prevodnost $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Fasade so obdelali z dodatno termično izolacijo debeline 15 – 17 cm in tako dosegli toplotno prevodnost $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ostala je sanacija sistema ogrevanja, ki je bil neracionalen in dotrajan. Kot gorivo so uporabljali ekstra lahko kurilno olje. Oprema je bila stara, dotrajana in bilo je samo vprašanje časa, kdaj bo prišlo do večjega izpada sistema ogrevanja. Zato je bila sanacija kotlovnice nujna. Kot je značilno za kotlovnice, ki so v lasti etažnih lastnikov in jih upravljajo upravniki, amortizacije kot vira za celovito prenovu toplotnega sistema običajno ni. Običajno se popravljajo samo okvare, ki trenutno onemogočajo delovanje sistema. V tem primeru pa so etažni lastniki lastna sredstva, ki so jih imeli na razpolago za energetske sanacije, že porabili za dodatno termoizolacijo fasad in zamenjavo stavbnega pohištva z novim in energetske učinkovitejšim.

Predstavniki lastnikov, ki so sestavljali kurilni odbor so izvedli povpraševanje za sanacijo kotlovnice in toplotnih podpostaj na katerega se je poleg drugih ponudnikov prijavila tudi Energija plus d.o.o.. Ponudba ni temeljila na klasičnem pristopu pogodbenega zagotavljanja oskrbe z energijo na osnovi prihrankov (cotracting) temveč je vsebovala rešitev, ki je ustrezala specifikam stanja celotnega sistema na eni in željam lastnikov na drugi strani. Poleg znižanja stroškov energije je Energija plus d.o.o v pogodbeni model vključila še načrtovanje, financiranje, vodenje in nadzor obratovanja, servisiranje in vzdrževanje ter odpravo motenj pri oskrbi s toplotno energijo za obdobje desetih let. V tem času bodo etažni lastniki odplačali investicijo v celoti in po preteku pogodbenega obdobja prevzeli vzdrževanje in delujoč sistem v last in upravljanje. Posebna pozornost pri ponudbi in kasnejši pogodbi je bila namenjena znižanju stroškov energije, kar je zahtevalo posodobitev sistema ogrevanja v vseh delih kjer je to bilo potrebno.

Projekt prenove kotlovnice, ki ga je ponudila Energija plus d.o.o., je bil sestavljen iz dveh delov:

A. Prenova obstoječega sistema daljinskega ogrevanja

Prenova pomeni investicijo v kotlovnico in prenovu toplotnih podpostaj za posamezna odjemna mesta. Energija plus d.o.o. se je kot nosilka projekta zavezala:

- prenoviti kotlovnico z vgradnjo dveh kotlov in zalogovnikom tople vode, vključno z vso potrebno avtomatiko in gradnjo plinskega priključka. Izbrani energent je zemeljski plin, saj je mestno plinovodno omrežje v neposredni bližini kotlovnice,

- prenoviti vse toplotne podpostaje z vgradnjo toplotnih izmenjevalcev, ureditvijo centralne regulacije po posameznih toplotnih vejah, vgradnjo sistema hidravličnega uravnoteženja toplovodnih instalacij in ureditvijo samostojnega uravnavanja tlaka,
- vgraditi eno postajo za kogeneracijo (SPTE) moči 50 kW elektrike in 81 kW toplote,
- obnoviti sistem centralnega ogrevanja sanitarne tople vode po posameznih podpostajah z zamenjavo obstoječih hranilnikov tople vode in vgradnjo toplotnih črpalk za ogrevanje vode v poletnem času ter hranilniki toplote,
- prenoviti toplotne podpostaje z vgradnjo toplotnih izmenjevalcev, ureditvijo centralne regulacije po posameznih toplotnih vejah, vgradnjo sistema hidravličnega uravnoteženja toplovodnih instalacij in ureditvijo samostojnega uravnavanja tlaka po posameznih podpostajah za potrebe sekundarnega toplovodnega omrežja,
- zamenjati obstoječe hranilnike tople vode za sanitarno toplo vodo in
- regulirati sistem tako, da ne bo povzročal nepotrebnih izgub.

B. Upravljanje kotlovnice

Upravljanje za pogodbeno obdobje 10 let, pri čemer Energija plus zagotavlja naslednje:

- vzdrževati celoten sistem toplovoda, vključno s popravili na centralnem delu toplovoda od kurilnice do toplotnih podpostaj,
- proučiti velike izgube na veji Mašere in Spasiča – Mejna in oblikovati predlog sanacije s ciljem zmanjšanja le-teh,
- prevzeti sistem obračuna stroškov ogrevanja prostorov in stroškov ogrevanja sanitarne tople vode, pri čemer se sistem delitve med porabnike ne spremeni (do doseženega dogovora o pravičnejši delitvi stroškov, vključitve novih uporabnikov oz. do eventualne spremembe zakonodaje na tem področju),
- zagotavljati konkurenčno ceno za uporabnike, tudi v primerjavi z drugimi načini ogrevanja.

Skratka cilj je bil vzpostaviti sodoben, energetsko in ekonomsko učinkovit sistem daljinskega ogrevanja 580 stanovanjskih enot. Energetska učinkovitost je razvidna iz spodnje tabele, saj so pomembni parametri v primerjavi z izhodiščnimi bistveno izboljšani.

Tabela 3: Tehnični parametri kotlovnice po prenovi

Toplotni tok:	$\Phi = 3.345 \text{ kW}$
Temperaturni režim ogrevanja:	$\Delta_t = 90/70 \text{ }^\circ\text{C}$
Obratovalni nadtlak:	$P = 4 \text{ bar}$
Število distribucijskih vej	$n = 2$
Planirana proizvedena energija	$Q = 3.174,30 \text{ MWh}$
Potreba po toplotni moči – veja Bratov Greifov	$Q = 1.859,50 \text{ kW}$
Potreba po toplotni moči – veja Spasiča - Mejna	$Q = 1.061,00 \text{ kW}$
Izkoristek v toplotnih podpostajah	$Q = 2.920,50 \text{ MWh}$
Povprečna planirana izguba	8,00%
Poraba goriva ZP v letu 2013/2014	385.000 Sm^3
Energetska vrednost vnesenega goriva	$3.657,50 \text{ MW}$
Energent ZP:	$H_u = 9,7 \text{ kWh/m}^3$
Število distribucijskih vej	$n = 2$

Skupna površina ogrevanja	$A = 26.510 \text{ m}^2$
Specifična poraba toplote	$\Phi = 119,740 \text{ kWh/ m}^2 \text{ leto}$
Inštalirana moč na / m^2 / stan. površine	$\Phi = 0,126 \text{ kW/ m}^2$
Varovanje sistema:	Zaprt sistem

Sanacija kotlovnice in celotnega sistema je prinesla kar nekaj nepredvidenih težav, ki so izhajale predvsem iz različnih sistemov razvodov ogrevanja. Glavna težava se je pojavila pri enoцевnem sistemu (imenovanem tudi Ruski sistem), saj so stanovalci v preteklosti ta sistem samovoljno dopolnjevali in spreminjali. Enoцевni sistem namreč ne dovoljuje vgradnje navadnih termostatskih radiatorskih zapiral in tudi obvodi morajo biti primerno dimenzionirani, saj lahko v nasprotnem primeru stanovalci, ki so na isti ogrevalni veji, ostanejo brez primerne ogrevanja.

3.3 EKONOMSKI VIDIK SANACIJE

Za investicijo »Prenova kotlovnice na Pobrežju, Ul. bratov Greifov 1« je bil izdelan DIIP in Investicijski program. Vrednost investicije na osnovi IP in ponudb, ki jih je Energija plus pridobila, je znašala 609.532,30 EUR brez DDV. Investicija, ki je bila izvedena v samo 3 mesecih, se je financirala iz lastnih sredstev in iz predvidene subvencije za prihranke na področju obnovljivih virov.

Tabela 4: Vrednost investicije

CELOTNI STROŠKI (STALNE CENE)	Vrednost EUR (brez DDV)
PRENOVA KOTLOVNICE	246.620,46
KOGENERACIJA	66.905,99
TOPLOTNE PODPOSTAJE	272.505,85
OSTALI STROŠKI	23.500,00
Skupaj	609.532,30

Investicija je ekonomsko upravičena in ima donos v skladu z investitorjevimi pričakovanji, saj se povrne pred iztekom pogodbenega obdobja ob primerni finančni interni donosnosti.

Poleg ekonomskih učinkov, ki bodo neposredno merljivi, prinaša investicija tudi druge koristi, kot so:

- vpliv na varstvo okolja (zmanjšanje emisij CO₂, prihranki energije, preprečeni stroški onesnaževanja v obstoječem stanju ali v izvedbo z drugimi, okolju manj prijaznimi energenti),
- dodana vrednost kogeneracije,
- večja vrednost nepremičnine,
- večja prijaznost objekta do uporabnikov oz. lastnikov,
- večja ozaveščenost prebivalcev o učinkoviti rabi energije in obnovljivih virih energije in vzgojni vidik, povezan s temi ukrepi,
- izboljšanje energetske bilance lokalnega okolja, regije in države,

- izboljšani finančni kazalci investitorja,
- preprečeni stroški upravljanja in
- večja varnost in zanesljivost dobave toplotne energije.

Uporabniki kotlovnice (etažni lastniki) so na ta način dobili sodobno kotlovnico in predvsem nižjo ceno na enoto proizvedene toplotne energije. Fiksni stroški upravljanja kotlovnice, skupaj s stroški financiranja projekta, so ostali približno enaki tistim pred investicijo. Variabilen strošek ogrevanja (energija) pa se je zmanjšal za dobrih 30%, kar je bil temeljni cilj uporabnika. Za ilustracijo prihrankov smo naredili nekaj izračunov, ki so prikazani v nadaljevanju.

Tabela 5: Primer izračuna za stanovanje na naslovu Ulica bratov Greifov 20 pred prenovo

Opis	Količina	ME	Cena enote brez DDV	DDV v %	Znesek brez DDV	Znesek z DDV
Obračunska moč/fiksni del	60,33	m2	0,3000	0,00	18,10	18,10
Toplotna energija/variabilen del						
Obračun po ogrevalni površini	60,33	m2	0,3786	20,00	22,84	27,41
Obračun po razdelilnikih	679,00	enote/delilnik	0,1527	20,00	103,71	103,71
Dodatek za energetska učinkovitost	1	Mer		20,00	0,00	0,00
Skupaj					144,65	144,65

Strošek ogrevanja za to stanovanje je v mesecu januarju 2013 znašal **144,65 €**. Strošek je enak pri postavki z ali brez DDV, saj je način obračuna dejansko delitev stroškov, ki pa imajo v strošku že DDV.

Tabela 6: Primer izračuna za stanovanje na naslovu Ulica bratov Greifov 20 po prenovi

Opis	Količina	ME	Cena enote brez DDV	DDV v %	Znesek brez DDV	Znesek z DDV
Obračunska moč/fiksni del	60,33	m2	0,1992	20,00	12,0177	14,4213
Toplotna energija/variabilen del						
Obračun po ogrevalni površini	60,33	m2	0,2057	20,00	12,4118	14,8941
Obračun po razdelilnikih	679,00	enote/delilnik	0,0830	20,00	56,3618	67,6342
Dodatek za energetska učinkovitost	1.028,66	kWh	0,0005	20,00	0,5143	0,6172
Skupaj					81,31	97,57

Strošek ogrevanja za to stanovanje bi v mesecu januarju 2013 znašal **97,57 €** z DDV (prihranek torej 47,08 € oziroma 33%).

Izračuni so bili narejeni pri ponudbah za prenovu kotlovnice. Pri realizaciji dejanske porabe pa se je izkazalo, da so ekonomski vidiki še ugodnejši, saj je poraba dejansko manjša. Pri izračunih za simulacijo zaradi izjemno dobrih izkoristkov kotlov za ogrevanje nismo upoštevali dejanske porabe energenta v kotlovnici.

3.4 ENERGIJSKI PRIHRANKI

Pri izračunu prihranka energije ob zamenjavi toplovodnih kotlov z novimi smo upoštevali metodo, pri kateri smo upoštevali normirane povprečne potrebe po toploti za ogrevanje v stavbah ob poznavanju dejanske ogrevane površine, ki jo ogrevamo iz kotlovnice, ki je predmet prenove. Izračune smo izdelali skladno s Pravilnikom o spremembah pravilnika o metodah za določanja prihrankov energije pri končnih odjemalcih (Ur.l.RS 52/2013).

a) Izračun prihranka energije zaradi zamenjave kotlov za ogrevanje

$$PKE_{kotel} = \left(\left(\frac{1}{\eta_{stari}} \right) - \left(\frac{1}{\eta_{novi}} \right) \right) \times A \times S \quad (1)$$

$$PKE_{kotel} = ((1 / 0,66) - (1 / 0,88)) \times 26.510 \times 124$$

$$PKE_{kotel} = 1.245.167,65 \text{ kWh/leto}$$

PKE_{kotel}	prihranek končne energije [kWh/leto] zaradi zamenjave kotla
S	povprečno energijsko število [kWh/m ²] v stavbah
A	ogrevana površina [m ²] stavbe, ki se oskrbuje s kotlom
η_{stari}	letni obratovalni izkoristek starega (zamenjanega) toplovodnega kotla po DIN 4702 - 8
η_{novi}	letni obratovalni izkoristek novega kotlovnega sistema po DIN – 4702 – 8

b) Izračun prihranka energije zaradi vgradnje sistema soproizvodnje toplote in električne energije (SPTE)

Zaradi ekonomske racionalizacije celotnega projekta smo vgradili tudi manjšo SPTE napravo moči 50/81 toplote.

$$PPE_{SPTE} = FPPE \times E_{elektrika \text{ SPTE}} \quad (1)$$

$$PPE_{SPTE} = 1,25 \times 175.000$$

$$PPE_{SPTE} = 218.750 \text{ kWh/leto}$$

PPE_{SPTE}	prihranek primarne energije [kWh/leto] zaradi vgradnje sistema soproizvodnje toplote in električne energije
F_{PPE}	faktor prihranka primarne energije
$E_{elektrika \text{ SPTE}}$	letna proizvodnja električne energije [kWh/leto] iz sistema soproizvodnje toplote in električne energije

c) Izračun prihranka energije zaradi vgradnje energetske učinkovitih črpalk in frekvenčno regulacijo

Izračun prihranka energije smo izdelali na podlagi poznavanja moči, števila obratovalnih ur in faktorja obremenitve, pri čemer smo upoštevali normirane vrednosti.

$$PKE_{el.motorji} = (((1 / (\eta_{st} - 0,02))) - (1 / \eta_{ef})) \times PM \times tM \times LF \quad (1)$$

$$PKE_{el.motorji} = 23.834,21 \text{ kWh/leto}$$

Opomba: Izračuni so napravljeni za vsak motor posebej. Zato $PKE_{el.motorji}$ pomeni seštevek vseh prihrankov pri vseh vgrajenih motorjih

$PKE_{el.motorji}$	poraba končne energije [kWh/leto] novega pogonskega elektromotorja
P_M	nazivna električna moč [kW] novega pogonskega elektromotorja
LF	faktor obremenitve (ang. <i>load factor</i>). Pri izračunu motorjev do 22 kW se je uporabljala normirana vrednost

t_M	število letnih obratovalnih ur
η_{st}	letni obratovalni izkoristek starega elektromotorja
η_{ef}	letni obratovalni izkoristek novega elektromotorja

d) Izračun prihranka energije zaradi vgradnje frekvenčnih pretvornikov

Izračun smo napravili na podlagi faktorja prihranka energije, pri čemer gre za enostavne sisteme manjših moči, zato smo uporabili normirane vrednosti prihrankov.

$$PKE_{\text{frekv.pretvorniki}} = \left(\frac{PM}{\eta} \right) \times t_M \times LF \times f \quad (1)$$

$PKE_{\text{frekv.pretvorniki}} = 80.196,26 \text{ kWh/leto}$

Opomba: Izračuni so napravljeni za vsak motor posebej. Zato $PKE_{\text{frekv.pretvorniki}}$ pomeni seštevek vseh prihrankov pri vseh vgrajenih motorjih z frekvenčno regulacijo

$PKE_{\text{frekv.pretvorniki}}$	prihranek končne energije [kWh/leto] zaradi uporabe frekvenčnih regulatorjev
P_M	nazivna moč [kW] pogonskega elektromotorja
LF	faktor obremenitve (ang. <i>load factor</i>). Pri izračunu motorjev do 22 kW se je uporabljala normirana vrednost
t_M	število letnih obratovalnih ur
η	obratovalni izkoristek elektromotorja
f	faktor prihranka energije zaradi vgradnje frekvenčnega pretvornika

Skupen prihranek energije na letnem nivoju je 1.527.948,12 kWh.

3.5 OKOLJSKI VIDIK PRIHRANKOV (zmanjšanje emisij CO₂)

Pri izračunu okoljskih prihrankov CO₂ smo upoštevali normative pri zamenjavi fosilnih goriv, saj v novi kotlovnici uporabljamo kot gorivo zemeljski plin, pred rekonstrukcijo pa je bilo gorivo kurilno olje.

a) Izračun zmanjšanja CO₂ zaradi zamenjave kotlov

$$ZEC_{\text{kotel}} = \left(\left(\frac{ef_{stari}}{\eta_{stari}} \right) - \left(\frac{ef_{novi}}{\eta_{novi}} \right) \right) \times S \times A \quad (1)$$

$$ZEC_{\text{kotel}} = ((0,23 / 0,66) - (0,20 / 0,88)) \times 124 \times 26510$$

$$ZEC_{\text{kotel}} = 398.452,94 \text{ kgCO}_2/\text{leto}$$

ZEC_{kotel} zmanjšanje emisij CO₂ pri zamenjavi kotlov [CO₂/kg]

ef_{stari} emisijski faktor [kgCO₂/kWh] za gorivo ali energetski vir za stari ogrevalni sistem

ef_{novi} emisijski faktor [kgCO₂/kWh] za gorivo ali energetski vir za stari ogrevalni

	sistem
η_{novi}	letni obratovalni izkoristek novega kotlovnega sistema po DIN – 4702 – 8
η_{stari}	letni obratovalni izkoristek starega (zamenjanega) toplovodnega kotla po DIN 4702 - 8
S	povprečno energijsko število [kWh/m ²] v stavbah
A	ogrevana površina [m ²] stavbe, ki se oskrbuje s kotlom

b) Izračun zmanjšanja CO₂ zaradi vgradnje SPTE

$$ZEC_{SPTE} = E_{\text{elektrika, SPTE}} \times \left(\left(\frac{ef_{ZP} \times r}{\eta_{\text{toplota, loč. proiz.}}} \right) + ef_{EL} - \left(\frac{ef_{ZP}}{\eta_{\text{elektrika, SPTE}}} \right) \right) \quad (1)$$

$$ZEC_{SPTE} = 175000 \times ((0,20 \times 1,25) / 0,9) + 0,53 - (0,20/0,40))$$

$$ZEC_{SPTE} = 53.861,11 \text{ kgCO}_2/\text{leto}$$

ZEC_{SPTE}	zmanjšanje emisij CO ₂ pri SPTE
$E_{\text{elektrika, SPTE}}$	proizvedena elektrika [kWh] v SPTE
ef_{ZP}	emisijski faktor [kgCO ₂ /kWh] za zemeljski plin
ef_{EL}	emisijski faktor [kgCO ₂ /kWh] pri proizvodnji električne energije v elektrarnah
r	razmerje med proizvedeno toploto in električno energijo (po tehnologijah)
$\eta_{\text{toplota, loč. proiz.}}$	izkoristek pridobivanja toplote iz ločene proizvodnje SPTE
$\eta_{\text{elektrika, SPTE}}$	izkoristek pridobivanja elektrike iz SPTE

c) Izračun zmanjšanja CO₂ zaradi vgradnje energetske učinkovitih črpalk

$$ZEC_{\text{el. motorji}} = PKE_{\text{el. motorji}} \times ef_{EL} \quad (1)$$

$$ZEC_{\text{el. motorji}} = 12.632,13 \text{ kgCO}_2/\text{leto}$$

Opomba: Izračuni so opravljeni za vsak vgrajen motor posebej. Zato je za $ZEC_{\text{el. motorji}}$ prikazana skupna vrednost.

$ZEC_{\text{el. motorji}}$	zmanjšanje emisij CO ₂ pri elektromotorjih
ef_{EL}	emisijski faktor [kgCO ₂ /kWh] pri proizvodnji električne energije v elektrarnah

d) Izračun zmanjšanja CO₂ zaradi uporabe frekvenčnih pretvornikov

$$ZEC_{\text{frekv. pretvorniki}} = PKE_{\text{frekv. pretvorniki}} \times ef_{EL} \quad (1)$$

$$ZEC_{\text{frekv. pretvorniki}} = 42.504,02 \text{ kgCO}_2/\text{leto}$$

Opomba: Izračuni so opravljeni za vsak vgrajen motor posebej. Zato je za $ZEC_{\text{frekv. pretvorniki}}$ prikazana skupna vrednost.

$ZEC_{\text{frekv. pretvorniki}}$	zmanjšanje emisij CO ₂ zaradi uporabe frekvenčnih pretvornikov
ef_{EL}	emisijski faktor [kgCO ₂ /kWh] pri proizvodnji električne energije v elektrarnah
$PKE_{\text{frekv. pretvorniki}}$	prihranek končne energije [kWh/leto] zaradi uporabe frekvenčnih regulatorjev

Skupni prihranki CO₂ zaradi vgradnje energetske učinkovitih sistemov znašajo 507.450,20 kg CO₂/leto.

Ob dejstvu, da je kotlovnica v središču stanovanjskih blokov in da naselje še preseka hitra cesta je za to okolje zmanjšanje emisij CO₂ izjemno pomembno. Sanacija te kotlovnice bo tako pripomogla k bistvenem zmanjšanju CO₂ na tem območju.

4. ZAKLJUČEK

Prenova kotlovnice in celotnega sistema ogrevanja je bila za Energijo plus uspešen pilotski projekt, ki je bil dobro izveden. To lahko postane model reševanja manjših toplotnih sistemov daljinskega ogrevanja, saj je takšnih sistemov v Mariboru še kar nekaj. Naša izkušnja z etažnimi lastniki po tem, ko kotlovnica polno obratuje dobra dva meseca, je pozitivna. Tudi vsa pričakovanja so se uresničila, saj so stanovalci dobili sodoben, energetsko učinkovit in predvsem cenejši sistem daljinskega ogrevanja. Investitor pa bo v času trajanja pogodbe dobil svoja sredstva povrnjena s primernim donosom, kar je bil ekonomski cilj investitorja.

Prenova sistema daljinskega ogrevanja pa ni samo uresničitev pričakovanj, ki so jih imeli investitor in stanovalci temveč tudi izjemno uspešen projekt s katerim v celoti uresničujemo zastavljene cilje, ki si jih je postavila in sprejela Slovenja na osnovi Direktive 2006/32/ES in Nacionalnega akcijskega načrta za energetsko učinkovitost za obdobje 2008-2016. Zaradi vgradnje energetske učinkovitejših naprav je na letnem nivoju poraba energije zmanjšana za več kot 1.500 MWh. Za okolje kjer je locirana kotlovnica Pobrežje pa je pomembno tudi zmanjšanje izpustov CO₂ in zmanjšanje izpustov prašnih delcev PM₁₀ in PM_{2,5}. To okolje je namreč stanovanjsko naselje, ki je že obremenjeno s prometom in vsemi posledicami, ki jih hitra cesta prinaša v takšno urbano okolje. Vse to smo dosegli tudi zato, ker smo kot energent uporabili zemeljski plin, ki je okolju bistveno prijaznejše gorivo kot kurilno olje.

5. LITERATURA

- [1] Energija plus, d.o.o., Interna dokumentacija, 2013
- [2] Energija plus, d.o.o., Foto arhiv, 2013
- [3] Izračuni prihrankov energije Kotlovnice bratov Greifov 1 in toplotnih podpostaj, Paul biro, d.o.o., 2013
- [4] Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije pri končnih odjemalcih, Ur.l.RS št. 4/2010, 62/2013
- [5] Resolucija o nacionalnem energetskega programu (ReNEP), Ur.l.RS št. 57/04
- [6] Nacionalni akcijski načrt za energetsko učinkovitost za obdobje 2008-2016 (AN-URE), Vlada RS, 31.01.2008
- [7] <http://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/akcijski-nacrt-za-energetsko-ucinkovitost/> na dan 21.03.2014

NASLOV AVTORJEV

Bogdan Čepič, dipl.ekon., bogdan.ceplic@meb.si

Bojan Horvat, univ.dipl.inž.el., bojan.horvat@energijaplus.si

Mag. Natalia Varl, univ.dipl.ekon., natalia.varl@energijaplus.si

Energija plus d.o.o., Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor, Slovenija

Priloga 1: Slike kotlovnice pred in po izvedbi investicije

a) Kotlovnica pred izvedbo investicije



Slika 1



Slika 2



Slika 3



Slika 4

b) Kotlovnica po izvedbi investicije

Slika 5



Slika 6



Slika 7



Slika 8



Slika 9