



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



Zamenjava kotla s toplotno črpalko v energetske sanirani hiši

Inštitut za obnovljive vire energije in učinkovito rabo energije, INOVEKS d.o.o.
Cesta 2. grupe odredov 17, 1295 Ivančna Gorica, info@inoveks.si

Povzetek

V prvem prispevku v sklopu operacije in.OVE.in.URE smo prikazali kako se pravilno lotiti energetske sanacije energijsko potratne hiše [1], v drugem prispevku pa kako se pravilno lotiti energetske sanacije tipične stanovanjske hiše [2]. V tem prispevku prikazujemo preračun prihrankov z enostavno vračilno dobo, če v energetske sanirani tipični stanovanjski hiši namesto kotla na kurilno olje vgradimo toplotno črpalko. Prikazali bomo dva scenarija, in sicer za monovalentno obratovanje toplotne črpalke ter za bivalentno obratovanje toplotne črpalke, v povezavi s kotlom na ekstra lahko kurilno olje.

UVOD

Za praktični primer energetske sanacije, predstavljen v prispevku [2] smo izbrali hišo brez izolacije, ki se nahaja v kraju Trebnje. Slika 1 prikazuje 3D model analizirane hiše. Objekt ima neogrevano klet (označeno na sliki s sivo barvo), a hkrati zasedeno 1. nadstropje in mansardo (označeno na sliki z belo barvo).



Slika 1: 3D model analizirane hiše

Tabela 1 prikazuje osnovne lastnosti hiše. Pri preračunu bomo upoštevali, da je hiša polno zasedena, pri čemer so vsi zasedeni prostori tekom ogrevalne sezone vse dni sicer ogrevani 24 ur na dan na notranjo temperaturo zraka 20 °C.

Tabela 1: Lastnosti analizirane hiše

leto gradnje	1975
v uporabi	1. nadstropje in mansarda
dimenzije stavbe	10 x 10 m (P+1) etažna višina 3 m naklon strehe 35° slemenska lega sever – jug
neto uporabna površina stavbe	$A_u = 180,00 \text{ m}^2$
bruto ogrevana prostornina	$V = 505,00 \text{ m}^3$
neto ogrevana prostornina	$V = 404,00 \text{ m}^3$
površine toplotnega ovoja stavbe	$A_{sten} = 151,4 \text{ m}^2$ $A_{oken} = 30,8 \text{ m}^2$ $A_{tal} = 100 \text{ m}^2$ $A_{strehe} = 113,9 \text{ m}^2$

Tabela 2 prikazuje sestavo posameznih konstrukcij pred energetske sanacije, ki so bile analizirane v preračunu.

Tabela 2: Lastnosti konstrukcij (od notranjosti navzven) pred sanacijo

sestava stene	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podaljšana apnena malta 1800 – 1 cm 2. Apnena malta 1600 – 1,5 cm 3. Mrežasta in votla opeka 1200 – 29 cm 4. Pigmentna fasadna malta – 0,7 cm
sestava tal (do hidroizolacije)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keramične ploščice 1 cm 2. Cementni estrih 6 cm
sestava strehe (od notranji strani do zunanjega zraka)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lesena obloga 1,5 cm 2. Mineralna volna 12 cm
okna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Starejša, vezana okna: <ol style="list-style-type: none"> a. 30 % okvirja, $U=1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ b. 70 % stekla, $U=2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

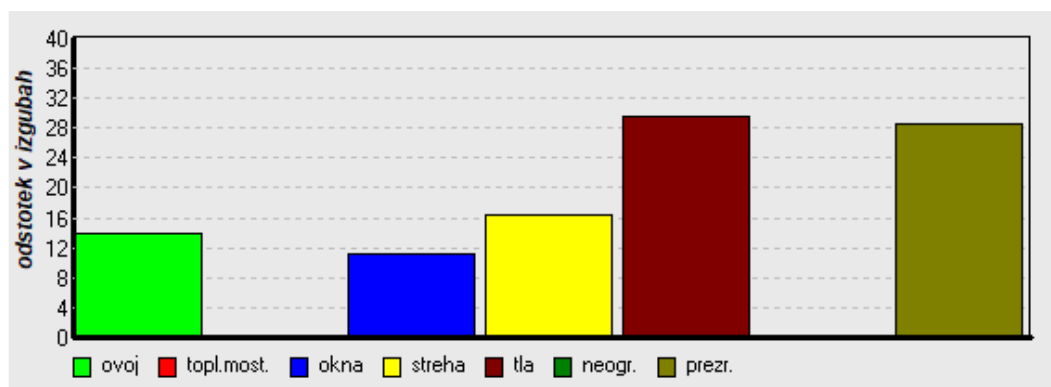
Po izračunu smo se odločili za integralni scenarij energetske sanacije, ki obsega:

- namestitev 12 cm grafitnega stiropora na zunanje stene,
- vgradnjo trislojnih oken s toplotno prehodnostjo stekel $U = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in PVC okvirjem,
- vgradnjo dodatnih 10 cm toplotne izolacije in parne zapore na streho,
- tal ne saniramo.

S takim ukrepom dosežemo, da bi za stalno ogrevanje objekta potrebovali 16849 kWh primarne energije oziroma 15317 kWh dovedene energije, kar ustreza 1520 l kurilnega olja na sezono. Ta ukrep torej prinaša prihranek približno 1711 l kurilnega olja na sezono. Ob trenutni ceni ELKO, ki znaša 0,969 EUR/l [3], to pomeni prihranek 1.658 EUR na sezono. Ob predvidenem strošku, ki za tak ukrep znaša približno 21.500 EUR, je enostavna vračilna doba približno 13,6 let.

Integralna sanacija prinaša uskladitev toplotnih izgub po površinah (Slika 2). Iz slike sledi, da je naslednji ukrep, ki bi bil najbolj smiseln, vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo in pa sanacija tal.

Ker prezračevanja in tal ne bomo sanirali, se v naslednjem koraku odločimo za vgradnjo toplotne črpalke.



Slika 2: Toplotne izgube saniranega objekta

VGRADNJA TOPLOTNE ČRPALKE

Toplotna črpalka lahko deluje ali monovalentno ali bivalentno, kot smo predstavili v prejšnjih strokovnih člankih [4, 5]. Pri monovalentnem načinu obratovanja toplotna črpalka zagotavlja 100 % potreb po toploti, v primeru bivalentnega delovanja pa potrebo po toploti zagotavljamo iz dveh ločenih virov, pri čemer običajno lahko to kombiniramo kar z obstoječim kotlom na kurilno olje.

Preden pa lahko vgradimo nov vir ogrevanja je potrebno skladno s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah [6] določiti potrebno moč ogrevalne naprave po izvedeni energetski sanaciji. Pred energetsko sanacijo objekta preračun kaže, da bi potrebovali za ogrevanje stavbe ogrevalni vir s toplotno močjo 22 kW. Ko izračunamo v skladu s pravilnikom potrebno moč nove naprave, se izkaže, da je potrebna toplotna moč 11 kW. Pri tem velja poudariti, da je ta moč izračunana pri projektnih pogojih, kar za Trebnje pomeni pri -13 °C.

Scenarij A: Monovalentno obratovanje s toplotno črpalko zrak/voda

V tem primeru toplotna črpalka popolnoma nadomesti stari kotel na ekstra lahko kurilno olje. Izberemo na primer toplotno črpalko Kronoterm WPL-13-K1 HT. Slika 3 prikazuje tehnične podatke izbrane toplotne črpalke. Zaradi omejitve velikosti ogreval, kot je bilo predstavljeno v strokovnem prispevku [4], predpostavimo, da deluje toplotna črpalka s temperaturnim režimom 55-45 °C, torej potrebujemo visokotemperaturno toplotno črpalko. Grelno število (*COP*) je pri testnih pogojih 2,84. Pri tem velja opozoriti, da se grelno število v realnosti spreminja v odvisnosti od zunanjih pogojev. Zato je potrebno pri preračunu za celo leto uporabiti letno grelno število *SCOP*. Za naš primer bomo predpostavili, da je letno grelno število *SCOP* enako 2,6. Osnovo za določitev parametrov določa tudi energijska nalepka, ki jo sicer določa zakonodaja [7].

Izračunali smo, da z integralno sanacijo dosežemo, da za ogrevanje objekta potrebujemo 15317 kWh dovedene energije. Če upoštevamo letno grelno število toplotne črpalke 2,6, potem se za ogrevanje s toplotno črpalko zrak/voda Kronoterm WPL-13-K1 HT v monovalentnem načinu obratovanja letno potrebuje 5891 kWh električne energije. Če predpostavimo povprečno ceno električne energije za gospodinjstvo 0,13 EUR/kWh (z vsemi davki in prispevki), potem lahko izračunamo, da bo letni strošek ogrevanja v primeru vgradnje toplotne črpalke 766 EUR na leto. Kot smo izračunali zgoraj, bi bil strošek ogrevanja z ekstra lahkim kurilnim oljem pri trenutni ceni kurilnega olja 1472 EUR. Letni prihranek torej znaša 707 EUR.

Kaj to pomeni za vračilno dobo? Če je investicija v toplotno črpalko zrak/voda Kronoterm WPL-13-K1 HT znašala 8.000 EUR (s pridobljeno subvencijo Eko sklada), potem lahko izračunamo, da je enostavna vračilna doba investicije pri trenutni ceni kurilnega olja 11,3 leta.

Naprava	WPL-08-K2 NT	WPL-09-K1 HT	WPL-11-K1 NT	WPL-13-K1 HT	
Pripadajoči hidro modul					
Oznaka	HM-131 K1, HM-132 K1				
Izvedba					
Vir toplote	Zunanji zrak				
Ponor toplote	Voda ¹⁾				
Krmilnik	TERMOTRONIC 3000 WEB				
Postavitev naprave	Zunanja				
Postavitev krmilne en.	Notranja				
Kompresor	1 x scroll				
Odtaljevanje	Pasivno (z okoliškim zrakom) + Aktivno (sprememba smeri hladilnega kroga)				
Električno grelo	3 x 2 kW ~230 V				
Obtočna črpalka, sekundar	/				
Zmogljivosti					
Ogrevanje		Grelna moč / električna moč / COP ²⁾			
A2/W30-35	kW / kW / -	7,6 / 1,9 / 3,94	8,1 / 2,1 / 3,86	10,3 / 2,8 / 3,71	12,0 / 3,0 / 4,00
A2/W47-55	kW / kW / -	6,7 / 2,5 / 2,64	8,1 / 3,0 / 2,76	9,5 / 3,6 / 2,64	12,0 / 4,2 / 2,84

Slika 3: Karakteristika toplotne črpalke WPL-13-K1 HT [8]

Scenarij B: Bivalentno obratovanje s toplotno črpalko zrak/voda

V tem primeru toplotna črpalka deluje vzporedno s starim kotlom na ekstra lahko kurilno olje. Ker želimo pokrivati le toplotne izgube do bivalentne točke (temperature zunanjega zraka), ko se vključi kotel. Ta točka je na primer lahko nastavljena na 3 °C. Pod to temperaturo zunanjega zraka se vključi kotel na kurilno olje in ta potem poskrbi za ogrevanje hiše pod to temperaturo. Taka toplotna črpalka omogoča tudi nižji temperaturni režim.

Za bivalenten sistem po izračunu potrebujemo torej toplotno črpalko z močjo okoli 6 kW. Izberemo na primer toplotno črpalko Kronoterm WPL-08-K2 NT. Slika 3 prikazuje tehnične podatke izbrane toplotne črpalke. Predpostavimo, da deluje toplotna črpalka s temperaturnim režimom 35-30 °C, torej potrebujemo nizkotemperaturno toplotno črpalko. Grelno število (*COP*) je pri testnih pogojih 3,94. Za naš primer bomo predpostavili, da je letno grelna število *SCOP* enako 3,0 in da toplotna črpalka v tem režimu delovanja pokriva 90 % potreb po toploti, kotel pa pokriva 10 %. S podobno kombinacijo dosežemo tudi do 98 % pokrivanje potreb po toploti.

Kot smo izračunali, po sanaciji potrebujemo 15317 kWh dovedene energije. Če upoštevamo letno grelna število toplotne črpalke 3,0, potem se za ogrevanje s toplotno črpalko zrak/voda Kronoterm WPL-08-K2 NT v bivalentnem načinu obratovanja letno potrebuje 4595 kWh električne energije. Če predpostavimo povprečno ceno električne energije za gospodinjstvo 0,13 EUR/kWh (z vsemi davki in prispevki), potem lahko izračunamo, da bo letni strošek ogrevanja v primeru vgradnje toplotne črpalke 597 EUR na leto. K temu je potrebno dodati še strošek za 152 l ekstra lahkega kurilnega olja, kar pri trenutni ceni znaša 147 EUR na leto. Kot smo izračunali zgoraj, bi bil strošek ogrevanja z

ekstra lahkim kurilnim oljem pri trenutni ceni kurilnega olja 1472 EUR. Letni prihranek torej znaša 728 EUR.

Kaj to pomeni za vračilno dobo? Če je investicija v toplotno črpalko zrak/voda Kronoterm WPL-08-K2 NT znašala 7.000 EUR (s pridobljeno subvencijo Eko sklada), potem lahko izračunamo, da je enostavna vračilna doba investicije pri trenutni ceni kurilnega olja 9,6 let, kar je manj kot pri investiciji v monovalentni sistem.

ZAKLJUČEK

Za analizirani objekt, tipično stanovanjsko hišo, ki smo jo postavili v Trebnje, smo analizirali vgradnjo toplotne črpalke, in sicer po energetske sanaciji. Po izvedeni energetske sanaciji smo najprej določili potrebno moč ogrevalne naprave, ki se nam zaradi integralne sanacije prepolovi. S tem smo lahko določili pravo moč toplotne črpalke za analizirani objekt. Za monovalentni sistem po sanaciji potrebujemo namesto 22 kW kotla toplotno črpalko z močjo 11 kW, za bivalentni sistem pa toplotno črpalko moči 6 kW. Ker je cena manjših toplotnih črpalk ugodnejša, smo ugotovili, da je pri predpostavljenih parametrih analize vračilna doba v bivalenten sistem krajša kot pa investicija v monovalenten sistem.

LITERATURA

- [1] INŠTITUT ZA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE IN UČINKOVITO RABO EKSERGIJE INOVEKS D.O.O. *Kako se pravilno lotiti energetske sanacije energijsko zelo potratne hiše?* [na spletu]. 2019. Dostopno: https://www.inoveks.si/images/inUREinOVE/strokovniprispevki/01_Kako_se_pravilno_lotiti_energetske_sanacije_potratne_hise.pdf
- [2] INŠTITUT ZA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE IN UČINKOVITO RABO EKSERGIJE INOVEKS D.O.O. *Kako se pravilno lotiti energetske sanacije tipične stanovanjske hiše?* [na spletu]. 2019. Dostopno: https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/02_Kako_se_pravilno_lotiti_energetske_sanacije_tipicne_stanovanjske_hise.pdf
- [3] PETROL D.D. *Cena kurilnega olja* [na spletu]. [dostopano 15. 08. 2019]. Dostopno: <https://www.petro.si/za-dom/energenti/kurilno-olje>
- [4] SIMON MUHIČ. *Razdelitev toplotnih črpalk glede na vir toplote* [na spletu]. [dostopano 15. 08. 2019]. Dostopno: https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/06_Razdelitev_toplotnih_crpalk_glede_na_vir_toplote.pdf
- [5] INŠTITUT ZA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE IN UČINKOVITO RABO EKSERGIJE INOVEKS D.O.O. *Kako deluje toplotna črpalka?* [na spletu]. 2019. Dostopno: https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/05_Kako_deluje_toplotna_crpalka.pdf
- [6] URADNI LIST RS. *Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah* [na spletu]. 2010. Dostopno: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/98727>
- [7] EU ZAKONODAJA. *Delegirana uredba Komisije (EU) št. 811/2013 z dne 18. februarja 2013 o dopolnitvi Direktive 2010/30/EU Evropskega parlamenta in Sveta glede energijskega označevanja grelnikov prostorov, kombiniranih grelnikov, kompletov grelnika prostorov, naprave za uravnavanje temperature in sončne naprave ter ko* [na spletu]. [dostopano 15. 08.

2019]. Dostopno: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a391612c-be78-40ee-96bc-acca563adc15/language-sl>

- [8] KRONOTERM D.O.O. *Tabela-tehničnih-podatkov-WPL-08-13* [na spletu]. [dostopano 15. 08. 2019]. Dostopno: <https://kronoterm.com/wp-content/uploads/2017/03/Tabela-tehničnih-podatkov-WPL-08-13.pdf?dwpfuha=1565864151>

OPOMBA

Operacija Informiranje in ozaveščanje o potencialu učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije za sonaravni razvoj (in.OVE.in.URE) je bila potrjena na drugem Javnem pozivu za izbor operacij za uresničevanje ciljev Strategije lokalnega razvoja na območju LAS STIK v letu 2017.