

PRIHRANKI PRI OGREVANJU S TOPLOTNO ČRPALKO

Mag. Drago PAPLER, Janez BASEJ

Toploto okolice izkorišča toplotna črpalka in jo pretvarja v uporabno toploto za ogrevanje prostorov in segrevanje sanitarne vode. Toplotna črpalka odvzame toploto snovem iz okolice na nižjem temperaturnem nivoju ter jo odda v ogrevalni sistem na višjem temperaturnem nivoju. Tak proces omogočimo z dovajanjem dodatne pogonske energije - električne energije. Razmerje med pridobljeno toplotno energijo in vloženo električno energijo imenujemo grelno število.

Ogrevanje prostorov za podjetje Gorenjske elektrarne, d.o.o. predstavlja velik strošek. Zaradi znižanja stroškov in vse večjih ekoloških zahtev smo z vgradnjo toplotne črpalke bistveno zmanjšali stroške ogrevanja in škodljiv vpliv naše kotelnice na okolico. Z vgrajeno toplotno črpalko za izkoriščenje površinskih voda izkoriščamo toplotno energijo reke Save, katere dovodni kanal za HE Sava je tik ob stavbi. Zajeto vodo preko cevi vodimo skozi 4 prenosnike toplote ter pri tem ohladimo uporabljeno vodo za maksimalno 2 °C. Toplotna črpalka z dodajanjem zunanje energije ogreje vodo v ogrevalnem sistemu na max. 65 °C.

Izdelana je ekonomska analiza prihrankov pri ogrevanju s toplotno črpalko v primerjavi z elektriko, daljinsko toploto, ekstra lahkim kurilnim

oljem (ELKO) in zemeljskim plinom. Vgradnja toplotne črpalke pomeni cenejše, energetsko učinkovitejše in ekološko sprejemljivejše ogrevanje prostorov.

Energetsko učinkovit in okolju prijazen način ogrevanja

Ogrevanje s toplotno črpalko predstavlja energetsko učinkovit in okolju prijazen način ogrevanja. Toplotne črpalke so naprave, ki izkoriščajo toploto okolice ter jo pretvarjajo v uporabno toploto za ogrevanje prostorov in segrevanje sanitarne vode. Toplota, ki jo črpajo toplotne črpalke je v različne snovi akumulirana sončna energija, zato predstavlja obnovljivi vir energije. Toplotne črpalke izkoriščajo toploto zraka, podtalne in površinske vode, toploto akumulirano v zemlji in kamnitih masivih, lahko pa izkoriščajo tudi odpadno toploto, ki se sprošča pri različnih tehnoloških procesih.

Toplotne črpalke snovem iz okolice odvijajo toploto na nižjem temperaturnem nivoju ter jo oddajajo v ogrevalni sistem na višjem temperaturnem nivoju. Da je to mogoče, je potrebno v takšen krožni proces dovesti dodatno pogonsko energijo. Toplotna črpalka potrebuje za prenos toplote delovni medij, ki s spremembo svojega agregatnega stanja prenaša toploto iz okolice v poljuben ogrevalni sistem. Kot delovno sredstvo se v toplotnih črpalkah uporabljajo hladiva.

Princip delovanja toplotne črpalke

Proces v toplotni črpalki poteka po zaključnem tokokrogu. Hladivo v uprjalniku odvzame toploto okoliškemu mediju in se upari. Uparjeno hladivo nato potuje skozi kompresor, kjer se mu zaradi vložene mehanke dela zvišata tlak in temperatura. V kondenzatorju uparjeno hladivo kondenzira in pri tem odda toploto mediju, ki ga ogreva. Utekočinjeno in ohlajeno hladivo potuje skozi dušilni ventil, kjer ekspandira na nižji tlak ter od tu nazaj v uprjalnik. Ta krožni proces se ponavlja ves čas delovanja toplotne črpalke.

Razmerje med pridobljeno toploto Q_0 in vloženim delom P_k imenujemo grelno število ϵ ,

$$\epsilon = Q_0 / P_k \quad (1)$$

Slika 1
Toplotni črpalki in hranilnik toplote



Slika 2
Štirje prenosniki toplote in obtočna črpalka



njegova vrednost je odvisna vrste toplotne črpalke in od vira okoliške toplote. Sodobne toplotne črpalke dosegajo grelni število med 2,5 in 4 kar pomeni, da na 1 del vložene energije pridobimo 2,5 do 4 dele brezplačne toplote.

Viri toplote

Zrak: toplota zunanjega zraka je neizčrpen vir, katerega izdatnost je največja v poletnem času. Njegova slabost je manjša razpoložljivost v zimskem času, ko naš ogrevalni sistem potrebuje največ dovedene toplote. Kljub temu je možno izkoriščati energijo zunanjega zraka do temperature $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Primeren je kot toplotni vir za segrevanje sanitarne vode in za ogrevanje prostorov, predvsem na področjih z milejšo klimo (pri nas na Primorskem).

Podtalna voda: toplota podtalnice je za izkoriščanje s toplotno črpalko zelo ugoden energijski vir. Njena prednost je sorazmerno konstanten temperaturni nivo na približno od $+6$ do $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Praviloma je njeno izkoriščanje gospodarno, če njena temperatura ni nižja od $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Izvedba sistema s toplotno črpalko je tehnično zahtevnejša in povezana z večjimi investicijskimi stroški. Toplotne črpalke za izkoriščanje toplote podtalnice največkrat uporabljamo za ogrevanje zgradb in pripravo sanitarne vode.

Površinska voda: kot toplotni vir ni tako zanimiva za izkoriščanje, saj se njena temperatura spreminja v odvisnosti od temperature okoliškega zraka. Kljub temu so za izkoriščanje zanimive predvsem stoječe vode kot so jezera ali morje in počasi tekoče vode, kjer je temperatura vode na določeni globini dokaj konstanta. Pri nas uporaba toplotnih črpalk za izkoriščanje toplote površinskih vod ni razširjena.

Zemlja in kamniti masivi: toplota, akumulirana v zemlji in kamnitih masivih, predstavlja zanesljiv vir toplote, katerega prednost je njegova konstantna vrednost razpoložljive toplote. Povprečni odvzem toplote iz zemlje na globini 1,5 do 2,0 m znaša od 15 do 35 W/m^2 .

Sončna energija: neposredna uporaba sončne energije kot toplotnega vira temelji na sistemih z veliko akumulacijo sončne energije, na primer sončne strehe, ograje, posebni sprejemniki vkopani v tla ali vgrajeni v masivne betonske površine ipd. V gospodinjstvih takšni sistemi niso doživeli široke uporabe, predvsem zaradi visoke cene. Neposredno sončno energijo je ceneje izkoriščati z direktnimi solarnimi sistemi.

Odpadna toplota: pri najrazličnejših tehnoloških procesih je zanimiv in največkrat cenejši vir toplote, vendar ne toliko uporaben v gospodinjstvih kot v obrti in industriji. Toplota, ki nastaja pri

različnih tehnoloških procesih kot stranski produkt, je od vseh do sedaj naštetih virov največkrat na najvišjem temperaturnem nivoju. Težavo pri uporabi lahko predstavlja kemična agresivnost vira toplote.

Upravičenost vgradnje toplotne črpalke

Ogrevanje poslovnih prostorov v upravni stavbi ter mehanične in elektro delavnice je za podjetje Gorenjske elektrarne d.o.o. predstavljal velik strošek, saj se je letno porabilo približno 30.000 l ELKO. Zaradi tega in vse večjih ekoloških zahtev smo lahko s primernimi postrojenji bistveno zmanjšali škodljiv vpliv naše kotlovnice na okolico. Takšno postrojenje je bila vgradnja primerne toplotne črpalke za izkoriščanje površinske vode, s katero smo bistveno zmanjšali emisije škodljivih plinov v okolico iz naše kotlovnice. Pri tem izkoriščamo toplotno energijo reke Save, katere dovodni kanal za HE Sava je tik ob stavbi. S tem lahko izkoriščamo relativno konstantno temperaturo reke v zimskem času (zajem vode je na globini okoli 2 m).

Zahteve za vgradnjo in opis delovanja

Zahteve za vgradnjo so bile sledeče:

- izkoriščanje toplote reke Save,
- toplotno črpalko se uporablja za ogrevanje upravne stavbe ter mehanične in elektro delavnice,
- v času, ko toplotna črpalka ne zmore pokrivati vseh toplotnih potreb se kot dodatni vir toplote vključi še toplovodni kotel - bivalentno vzporedno obratovanje.

Opis lokacije

Toplotni črpalke sta vgrajeni v obstoječo kotlovnico, kjer je že vgrajen toplovodni kotel za centralno ogrevanje. Obstoječi kotel se izkorišča kot dodatni vir toplote. Zaradi vgradnje toplotnih črpalk v kotlovnico ni bilo potrebnih dodatnih gradbenih del.

Poleg toplotnih črpalk se je v kotlovnico vgradilo tudi 4 prenosnike toplote za površinsko vodo/medij ter hranilnik toplotne energije.

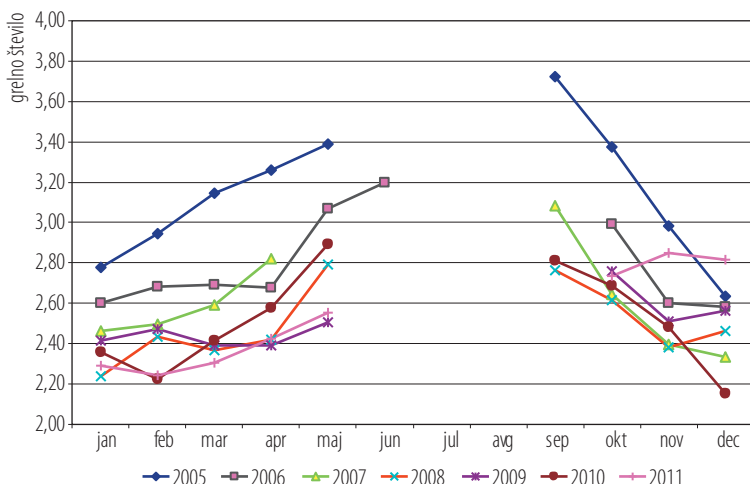
Poleg glavnih delov toplotne postaje je bilo potrebno vgraditi tudi vse preostale elemente (cevi, ventile, sesalni koš, tipala, varovala...), ki so potrebna za izkoriščanje toplotne energije površinske vode.

Opis delovanja

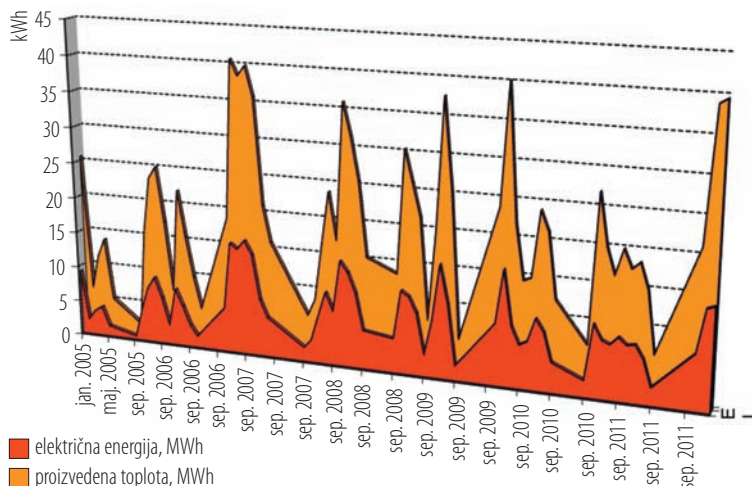
Toplotna črpalka izkorišča toploto vode reke Save, katero zajemamo iz dovodnega kanala za HE Sava. Zajeto vodo preko cevi vodimo skozi 4 prenosnike toplote, v katerih voda odda toplotno energijo vmesnemu mediju. Pri tem ohladimo

uporabljeno vodo za maksimalno 2 °C. Vmesni medij svojo toploto odda mediju toplotne črpalke, kateri se pri tem upari. Toplotna črpalka z dodajanjem zunanje energije, električne energije

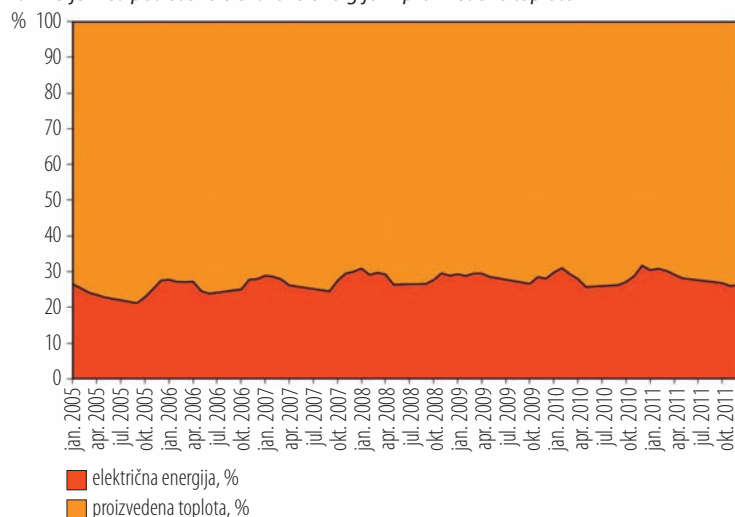
Slika 3
Mesečna grelna števila ϵ v različnih letih



Slika 4
Potrošnja električne energije in proizvedena toplota



Slika 5
Razmerje med potrošeno električno energijo in proizvedeno toploto



za pogon toplotne črpalke, dvigne toploto iz nižjega na višji temperaturni nivo in ogreje vodo v ogrevalnem sistemu na max. 65 °C. Delovanje toplotne črpalke je bivalentno vzporedno – toplotni črpalki delujeta neprekinjeno, po potrebi pa se zaradi večjih toplotnih potreb vključi še obstoječi toplovodni kotel na ELKO, od januarja 2012 pa toplovodni kotel na zemeljski plin.

Analiza energetske učinkovitosti

Glede na rastoče cene fosilnih goriv (nafta, premoga in zemeljskega plina) se odločamo za alternativo ogrevanja. Iščemo najboljšo rešitev. Kriteriji za izbor najprimernejšega ogrevalnega sistema so: cena sistema, prostor, ki ga le-ta zavzame in ekološka sprejemljivost. Glede na dobljene rezultate se bomo lahko odločili za najprimernejši projekt.

Rešitev problema je, da najdemo najcenejši možen način ogrevanja. Izbrani sistem mora biti energetsko učinkovitejši, saj je le tako lahko cenejši. Tak sistem je seveda tudi ekološko sprejemljivejši.

Primerjamo obstoječe ogrevanje centralne kurjave z energentom ELKO in ogrevanje s toplotno črpalko.

Na podlagi podatkov dejanske porabe energije smo izračunali po enačbi (1) grelno število ϵ (slika 3). Grelno število se spreminja predvsem glede na pogoje obratovanja. V jesenskem in spomladanskem času, ko je temperatura okolice in s tem tudi temperatura vode reke Save višja, smo zaradi manjše razlike temperaturnih nivojev med okolico in ogrevalnim sistemom potrošili manj električne energije za isto količino proizvedene toplotne energije. Zaradi tega je tudi grelno število višje.

Proizvodnja toplote je bila v koledarskem letu 2005 127,49 GWh (grelno število 2,97), leta 2006 174,31 GWh (grelno število 2,69), leta 2007 166,55 GWh (grelno število 2,52), leta 2008 215,64 GWh (grelno število 2,47), leta 2009 180,28 GWh (grelno število 2,49), leta 2010 155,39 GWh (grelno število 2,48) in leta 2011 175,67 GWh (grelno število 2,58). Povprečna letna proizvodnja toplote je bila 170,76 GWh (grelno število 2,57).

Okoljski prihranki

Za preračun zmanjšanja emisij CO_2 uporabimo metodologijo izračuna iz Uredbe o taksi za obremenjevanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida, ki za ELKO znaša 2,6 kg CO_2/l . Okoljski prihranki so bili leta 2005 s 36,83 t zmanjšanja izpustov emisij CO_2 v okolje, leta 2006 s 50,17 t zmanjšanja emisij CO_2 , leta 2007 s 48,11 t zmanjšanja emisij CO_2 , leta 2008 s 62,97 t zmanjšanja emisij CO_2 in leta 2009 s 52,28 zmanjšanja emisij

CO₂, leta 2010 s 52,28 zmanjšanja emisij CO₂ in leta 2011 s 52,28 zmanjšanja emisij CO₂.

V obdobju 2005-2011 je bilo zaradi uporabe toplotne črpalke zmanjšano 346,01 t emisij CO₂ oz. povprečno 49,43 t emisij CO₂ na leto. Za pogon toplotne črpalke je bila uporabljena električna energija proizvedena iz hidroelektrarne Sava Kranj, katere proizvodnja je ekološko čista.

Ekonomska analiza upravičenosti projekta

Investitor Gorenjske elektrarne, d.o.o. se je prijavil na Javni razpis za dodelitev finančnih spodbud investicijskim ukrepom za izrabo obnovljivih virov energije za leto 2004, ki ga je izvedla Agencija RS za učinkovito rabo in obnovljive vire (agencija) na podlagi Pravilnika o dodeljevanju sredstev za spodbujanje učinkovite rabe energije in izrabe obnovljivih virov energije. Za investicijski ukrep za izrabo obnovljivih virov energije – vgradnjo toplotne črpalke za toplotno oskrbo so bila dodeljena nepovratna sredstva v višini 40 % upravičenih stroškov investicije.

Investitor se je obvezal, da bo sredstva investirjal namensko v skladu z vlogo, ki je bila izbrana na podlagi javnega razpisa, v skladu s terminskim načrtom investicije, pripravil končno poročilo s podatki o rezultatih izvedene investicije, začel z rednim obratovanjem in med njim dosegal v vlogi navedene parametre načrtovane investicije. V obdobju petih let po opravljeni aktivnosti na njeno zahtevo obveščati agencijo o doseganju učinkov investicije.

Naložba v toplotno črpalco je bila 39.639,806 EUR.

V izračunih se je upoštevala 15-letna doba časovne dinamike kot je tudi amortizacijska doba toplotne črpalke.

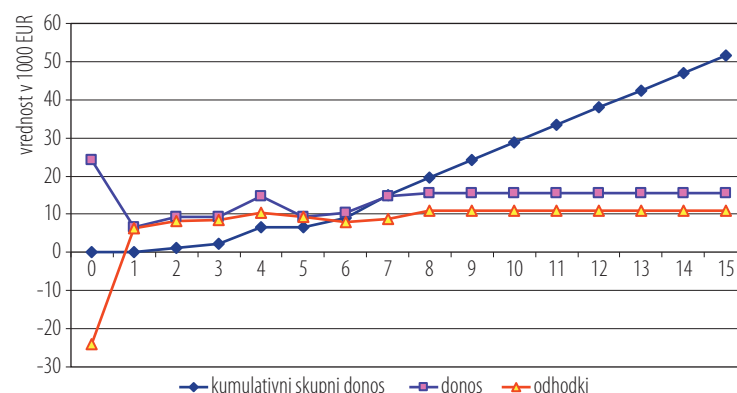
V teoriji delimo metode za ocenjevanje investicijskih projektov na statične in dinamične. Osnovni kriterij za delitev je vključenost časovne dimenzije denarja v presojo projekta. Statični kriteriji povsem zanemarjajo časovno komponento ali pa jo upoštevajo samo delno in/ali posredno, pri dinamičnih metodah pa z diskontiranjem bodočih donosov (ali »doplačil«) na začetni trenutek naredimo zneske primerljive (Čibej, 2006).

Skupni denarni tok projekta zajema vse donose in odhodke tudi lastna in tuja sredstva v življenjski dobi projekta. Vsota donosov in odhodkov mora biti vedno pozitivna oziroma v času gradnje enaka nič, kar zagotavlja likvidnost projekta.

Iz slike 5 Skupni denarni tok in likvidnost projekta je razvidno, da je vsota donosov in odhodkov vedno pozitivna oziroma v času gradnje enaka nič, kar zagotavlja likvidnost projekta.

Slika 6

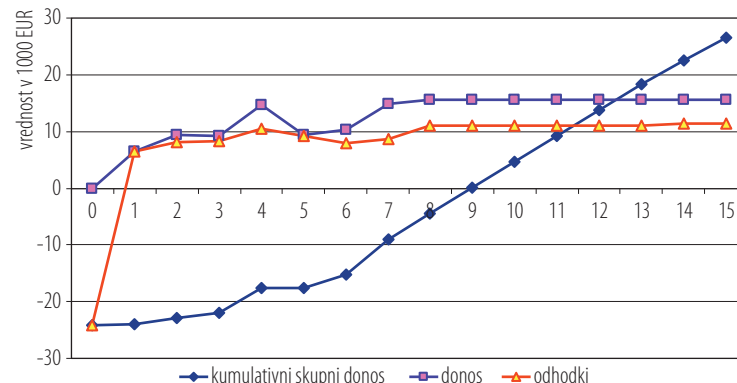
Skupni denarni tok in likvidnost projekta v toplotne črpalke



Opomba: *dejansko stanje velja za obdobje 2005-2011, nadalje so načrtovane vrednosti.

Slika 7

Realni denarni tok in doba vračanja naložb v toplotne črpalke



Opomba: *dejansko stanje velja za obdobje 2005-2011, nadalje so načrtovane vrednosti.

Realni denarni tok projekta pomeni vse donose in odhodke s stališča investitorja v življenjski dobi projekta. Za naš primer je na sliki 6 realnega denarnega toka in dobe vračanja naložb razvidno, da načrtovani kumulativni skupni donos preide iz negativnega v pozitivno vrednost v enajstem letu delovanja toplotne črpalke, dejanski kumulativni skupni donos z upoštevanjem sedemletnih dejanskih podatkov pa v devetem letu.

Doba vračanja projekta je čas oziroma število let, ki so potrebni, da se bo sedanja vrednost stroškov izenačila s sedanjo vrednostjo prihrankov na osnovi investicije. To je čas v katerem bo lahko izplačan začetni vložek. Lahko rečemo, da gre za čas v katerem se nam bo denar, ki smo ga vložili, povrnil. Sedanja dinamika uporabe, ki izhaja iz intenzitete vremenskih pogojev in stroškovna analiza, kaže povrnitev naložbe v devetih letih.

Neto sedanja vrednost projekta

Neto sedanjo vrednost (NSV) lahko opredelimo kot razliko med diskontiranim tokom vseh prilivov in diskontiranim tokom vseh odlivov neke naložbe ali kot vsoto diskontiranih neto

prilivov iz finančnega toka naložbe. Po tej metodi torej diskontiramo prihodnje donose in investicijske izdatke na začetni termin, ko nastopijo prvi investicijski izdatki. Zaradi časovne vrednosti denarja nima 1 EUR, ki ga prinaša naložba v bodoče, tako velike sedanje vrednosti kot 1 EUR danes. Pozitivna *NSV* pomeni znesek za katerega je sedanja vrednost pozitivnega toka koristi večja od sedanje vrednosti celotnega negativnega toka stroškov oziroma, da je razlika med vrednostjo proizvedenega ali ohranjenega bogastva in vrednostjo porabljenih sredstev pozitivna (www.akc.si/investicije).

Pravilo za odločitev o naložbi na osnovi *NSV* je, da naložbo sprejmemo, če je *NSV* večja od 0 (nič) in jo zavrnemo, če je *NSV* manjša od 0 (nič). Če je *NSV* enaka nič, smo pri odločitvi ravnodušni. Med več alternativnimi investicijskimi možnostmi pa izberemo tisto, ki ima najvišjo pozitivno *NSV*. Naložba je namreč sprejemljiva le tedaj, ko ni druge alternativne naložbe, ki bi pri enakih investicijskih stroških dajala višjo vrednost donosov.

Pogoj *NSV* > 0 je izpolnjen in projekt sprejemljiv, saj je vsota donosov (S_d) večja kot vsota odhodkov (S_o) oziroma $S_d > S_o$, torej njegova sedanja vrednost znaša 9.304 EUR, pri izračunu z dejanskimi podatki. Izračunana je bila pri 4,375 % diskontni stopnji kot je bila opredeljena za zahtevano stopnjo donosa državnih obveznic.

Interna stopnja donosnosti projekta

Pri interni stopnji donosnosti (*ISD*) iščemo tisto diskontno stopnjo, z uporabo katere je *NSV* enaka 0 (nič) oziroma pri kateri se sedanja vrednost prilivov in sedanja vrednost odlivov izenačita. *ISD* uporabljamo kot investicijski kriterij tako, da jo primerjamo z individualno diskontno stopnjo. Za naložbo se odločimo, če je *ISD* večja od individualne diskontne stopnje, če ji je enaka smo ravnodušni, če je manjša pa se za naložbo ne odločimo. Ko pa izbiramo med večjim številom naložbenih možnosti, se odločimo za tisto z najvišjo *ISD*.

Izhajamo iz realnega denarnega toka projekta in dejansko razpoložljivimi podatki za prvih pet

let obratovanja toplotne črpalke, za deset let pa so načrtovane vrednosti. Pri izračunu interne stopnje donosnosti projekta prikažemo, da se projekt pokriva.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} \quad (2)$$

kjer pomenijo:

ISD - interna stopnja donosnosti,

NSD - neto skupni donos ($S_d - S_o$),

r_p - diskontna stopnja, pri kateri je *NSD* pozitiven,

r_n - diskontna stopnja, pri kateri je *NSD* negativen,

NSD_p - *NSD* pri uporabljeni diskontni stopnji r_p ,

NSD_n - *NSD* pri uporabljeni diskontni stopnji r_n .

Iz izračuna lahko vidimo, da nam naložba prinaša »dobičke – realne prihranke«. Načrtovana interna stopnja donosnosti je 7,64 %, kar je precej več od referenčne stopnje donosnosti državnih obveznic oziroma bančnih obresti.

Kazalci uspešnosti

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (*E*) je razmerje med donosom naložbe in odhodki (odlivi) in je v našem načrtovanem primeru 1,059.

$$E = \frac{S_d}{S_o} \quad (3)$$

kjer pomenijo:

E - kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti,

S_d - skupni donosi projekta,

S_o - skupni odhodki projekta.

Kazalnik donosnosti naložbali rentabilnost naložb (*D*) je v odstotkih izraženo razmerje med donosom naložbe (*NSV* prihodkov – *NSV* odhodkov) in investicijskim vložkom. Med laiki je metoda popularna in znana pod geslom »Povej, koliko dobim, če vložim toliko in toliko«. Pozabijo vprašati »kdaj« in »če«. Načrtovan kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnost naložb (*D*) je 23,47 %.

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \cdot 100 \quad (4)$$

kjer pomenijo:

D - kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnosti naložb, %,

N - naložba,

S_d - skupni donosi projekta,

S_o - skupni odhodki projekta.

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev (D_o) je v odstotkih izraženo razmerje med donosom naložbe (*NSV* prihodkov – *NSV* odhodkov) in *NSV* odhodkov (odlivov).

Tabela 1
Toplotna črpalka – dejanska proizvodnja in prihranki v obdobju 2005-2011

leto	raba električne energije, kWh	proizvedena toplota, kWh	predvidena poraba ELKO, l	strošek za električno energijo, EUR	prihranki zaradi ELKO, EUR	neto prihranek, EUR	prihranek emisij CO ₂ , t
2005	42.996,80	127.490,00	14.165,56	3.760,87	6.534,01	2.773,15	36,83
2006	64.701,22	174.310,00	19.297,78	5.325,23	9.322,74	3.997,51	50,17
2007	66.158,82	166.550,00	18.505,56	5.736,51	9.295,08	3.558,57	48,11
2008	87.427,18	215.640,00	24.217,78	7.768,43	14.731,07	6.962,64	62,97
2009	72.260,45	180.280,00	20.108,89	6.607,45	9.334,26	2.726,80	52,28
2010	62.722,02	155.390,00	17.265,56	5.247,62	10.292,27	5.044,65	44,89
2011	68.126,84	175.670,00	19.518,89	6.028,70	14.794,23	8.765,53	50,75

kazalniki	TČ / ELKO	TČ / električna energija	TČ / daljinska toplota	TČ / zemeljski plin
prihranek 2005-2011, EUR	33.828,85	63.675,99	35.299,23	30.851,76
Zmanjšanje emisij CO ₂ 2005-2011, t	346,01	463,86	382,51	253,51
neto sedanja vrednost – NSV	11.047	66.938	13.873	338
interna stopnja donosnosti – ISD	7,91	16,14	11,40	4,60
kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti – E	1,086	1,522	1,108	1,003
kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnost naložb – D	45,70	276,93	57,40	1,40
kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev – D _o	8,62	52,22	10,82	0,26

$$D_o = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100 \quad (5)$$

kjer pomenijo:

D_o – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vseh sredstev, %,

S_d – skupni donosi projekta,

S_o – skupni odhodki projekta.

Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vlaganj (D_o) je bil ob načrtovanju naložbe 5,86.

Finančni rezultat in prihranki po sedmih letih obratovanja

V obdobju 2005-2011 je bilo s pomočjo toplotne črpalke proizvedeno 1.195.330 kWh toplote za katere pogon je bilo porabljen 464.393,33 kWh električne energije.

Pri proizvodnji toplote s pomočjo toplotne črpalke je bil prihranek 133.080 l kurilnega olja, kar pomeni nižji strošek za 74.142,19 EUR in z odšteti stroškom za električno energijo neto prihranek 33.828,85 EUR.

Dejanski ekonomski kazalniki

Vsako leto spremljamo dosežene učinke in jih primerjamo z načrtovanimi. Po petih letih obratovanja toplotne črpalke so bili na osnovi dejanskih stroškov in prihrankov obratovanja toplotne črpalke doseženi optimistični rezultati, ki so bili nad načrtovanimi vrednostmi.

Neto sedanja vrednost investicije je 10.030 EUR, kar pomeni, da je donosnost investicije višja od zahtevane oz. upoštevane v izračunu in je s tega vidika ekonomsko upravičena.

Neto sedanja vrednost je bila izračunana ob upoštevanju 4,375 % diskontne stopnje.

Interna stopnja donosnosti (ISD) je 7,58 %, kar je za 3,205 % več od državnih obveznic.

Tudi kazalniki uspešnosti imajo glede na dejansko stanje po podatkih obratovanja toplotne črpalke v obdobju 2005-2011 dobre rezultate.

Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti (E) je 1,076, kazalnik donosnosti naložb ali

rentabilnost naložb (D) je 41,50 %, kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost vlaganj (D_o) pa je 7,58.

Primerjava ekonomskih kazalnikov z drugimi energenti

Učinke delovanja toplotne črpalke, kjer smo prihranke ovrednotili s prihranki ELKO, v nadaljevanju primerjamo še z drugimi energenti za ogrevanje: elektrika, daljinska toplota in zemeljski plin z ekvivalentnim izračunom količin in tržnih cen za obdobje 2005-2011 in nadaljnjimi načrtovanimi vrednostmi. Izračunani ekonomski kazalniki so prikazani v tabeli 2.

Interna stopnja donosnosti je v vseh primerih višja od diskontne stopnje 4,375 % državnih obveznic, kar pomeni, da je bila investicija v toplotno črpalko glede na dosežene parametre v sedmih letih in napoved za osem let vnaprej, upravičena. ISD toplotne črpalke v primerjavi z ogrevanjem z električno energijo je višja za 11,765 %, v primerjavi z daljinsko toploto je višja za 7,025 %, v primerjavi z ELKO je višja za 3,535 % in v primerjavi z zemeljskim plinom 0,225 %.

Učinki pri izboljšanju energetske učinkovitosti in prihranki

Opisane izkušnje pri izboljšanju energetske učinkovitosti po vgradnji toplotne črpalke v obdobju 2005-2011 z vidika proizvodnje toplote iz obnovljivih virov kažejo učinke zmanjšanja porabe fosilnega goriva in znižanje stroškov za ogrevanje.

V sedmih letih ogrevanja z uporabo toplotne črpalke so bili okoljski prihranki z zmanjšanjem emisij CO₂ za 463,86 t v primerjavi z elektriko, 382,51 t v primerjavi z daljinsko toploto, 346,01 t v primerjavi s kurilnim oljem in 253,51 t v primerjavi z zemeljskim plinom. Ekonomski kazalniki projekta vgradnje toplotne črpalke so bili izračunani glede na predhodno stanje ogrevanja z energentom ELKO. Ugodne so tudi energetske, okoljske in ekonomske primerjave učinkov ekvivalentnih primerjav z drugimi energenti. ■

Tabela 2
Ekonomski kazalniki učinkov delovanja toplotne črpalke (TČ) v primerjavi z ekvivalentnimi energenti ogrevanja

Vir: izračuni Drago Papler (2012).

Literatura in viri:

- Bizjak, F. Tehnološki in projektni management, Grafika Soča, Nova Gorica 1996.
- Čibej, J., A. Investicije. E-revir. http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC_ppo/JAC_E-REVIR_060516_Investicije.pdf
- Investicije – ocenjevanje investicijskih projektov. <http://www.akc.si/investicije.php>
- Toplotne črpalke in ogrevanje z alternativnimi viri. <http://www.knut.si>
- Ekodom – učinkovite energetske rešitve. <http://www.ekodom.com/>
- ENS-VET – energetsko svetovanje. <http://gcs.gi-zmk.si>
- Papler, D., Primerjava razvojnih učinkov obnovljivih virov energije, magistrsko delo, Poslovno-tehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica 2008.
- Papler, D., Interna stopnja donosnosti, kriterij ekonomskega optimiranja elektroenergetske infrastrukture z vidika gospodarskega inženirstva. Sedma konferenca slovenskih elektroenergetikov, Velenje, 30. maja do 3. junija 2005. Zbornik CIRE. Zbornik CIGRE. Ljubljana: Društvo CIGRE - CIRE, 2005, str. 6-29 – 6-34.
- Papler, D., Bazej, J., Energetska učinkovitost na primeru toplotne črpalke. Deseta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Ljubljana, 30. maja do 1. junija 2011. Strokovna poročila Zbornik CIRE. Zbornik CIGRE. Ljubljana: Društvo CIGRE - CIRE, 2011, str. 33.
- Krese G., Prek M., Butala V., Analysis of Building Electric Energy Consumption Data Using Improved Cooling Degree Day Method, Strojniški vestnik št. 2, leto 2012, letnik 58, str. 107 – 114, SI21
- Energetika Ljubljana, Cenik za posamezne tarifne skupine plina. Dostopno na naslovu <http://www.jhl.si/energetika/?m=56&k=171>
- JEKO-IN, javno komunalno podjetje, d.o.o., Cene daljinskega ogrevanja. Dostopno na naslovu <http://www.jeko-in.si/index.php?i=45>
- Domplan d.d. Kranj, Cenik zemeljskega plina. Dostopno na http://www.domplan.si/DOMPLAN_NEW_energetika,distr_zem_plina,arhiv_cenikov.htm
- Slika 1, slika 2: Janez Bazej
- Slika 3, slika 4, slika 5, slika 6, slika 7: Drago Papler (2012).
- Tabela 1: Izračuni Janez Bazej, Drago Papler (2012).
- Tabela 2: Izračuni Drago Papler (2012).