



**B&B VISOKA ŠOLA**  
ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

VISOKA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija  
Program: Varstvo okolja

**ZAMENJAVA OGREVALNEGA SISTEMA V  
STANOVANJSKEM OBJEKTU SKOZI  
EKONOMSKI IN OKOLJSKI VIDIK**

Mentor: doc. dr. Drago Papler  
Lektorica: Katja Bizilj, dipl. slov.

Kandidat: Aleš Perič Močnik

Kranj, september 2022

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dragu Paplerju za pomoč in nasvete pri pripravi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi družini in prijateljem, ki so mi stali ob strani in me spodbujali v času študija.

## IZJAVA

Študent Aleš Perič Močnik izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Draga Paplerja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne 1. 9. 2022

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Ogrevanje objektov je področje, kjer je veliko potenciala za povečanje deleža obnovljivih virov energije v končni rabi energije. V Sloveniji se še vedno veliko gospodinjstev ogreva s pomočjo ogrevalnih sistemov, ki kot energent izkoriščajo trda goriva, zemeljski plin in kurilno olje. Spodbujanje zamenjave obstoječih ogrevalnih sistemov na fosilna goriva z energetske varčnejšimi in okolju prijaznejšimi sistemi lahko veliko doprinese k uresničitvi ciljev energetske politike. V zadnjih letih so toplotne črpalke doživele velik tehnološki razvoj, zato se vedno več ljudi odloča za ogrevanje z njimi. Pred odločitvijo za nakup je pomembno narediti ekonomski izračun, v kolikšnem času se nam bo investicija v toplotno črpalko povrnila. Na investicijo v ogrevalni sistem moramo gledati kot na dolgoročno investicijo.

## **KLJUČNE BESEDE**

- toplotna črpalka
- ogrevalni sistem
- lokalni energetski koncept
- kurilno olje
- ekonomska analiza

## **ABSTRACT**

Building heating is an area where there is great potential to increase the share of renewable energy in final energy consumption. In Slovenia, many households are still heated by heating systems using solid fuels, natural gas and fuel oil as energy sources. Encouraging the replacement of existing fossil fuel heating systems with more energy-efficient and environmentally friendly systems can make a significant contribution to achieving energy policy objectives. In recent years, heat pumps have undergone major technological developments and more and more people are choosing to heat with them. Before deciding to buy a heat pump, it is important to make an economic calculation of how long it will take to return on the investment. We should look at the investment in a heating system as a long-term investment.

## **KEYWORDS**

- heat pump
- heating system
- local energy concept
- fuel oil
- economic analysis

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema .....	1
1.2	Cilji naloge .....	2
1.3	Predpostavke in omejitve .....	2
1.4	Metode dela .....	2
2	PREGLED OBJAV IN ZAKONODAJA .....	3
2.1	Zakonodaja .....	3
2.2	Lokalni energetske koncept občine Šenčur .....	3
2.2.1	Namen in cilji lokalnega energetskega koncepta .....	3
2.2.2	Zakonska podlaga lokalnega energetskega koncepta .....	5
2.3	Ogrevanje objektov v občini Šenčur .....	6
2.4	Delovanja toplotnih črpalk .....	8
3	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA OGREVALNEGA SISTEMA .....	11
3.1	Kurilna naprava .....	11
3.2	Ogrevanje s kurilnim oljem .....	11
3.3	Obstoječa kurilna naprava .....	12
4	ALTERNATIVNA REŠITEV OGREVANJA S TOPLOTNO ČRPALKO .....	13
4.1	Okoljski vidiki toplotnih črpalk .....	13
4.2	Hrup toplotnih črpalk .....	16
4.3	Analiza SWOT za toplotno črpalko .....	17
4.4	Predstavitev toplotnih črpalk .....	17
4.4.1	Toplotna črpalka zrak/voda .....	17
4.4.2	Toplotna črpalka voda/voda .....	18
4.4.3	Toplotna črpalka zemlja/voda .....	19
4.5	Hlajenje s pomočjo toplotne črpalke .....	19
4.6	Večkriterijska analiza za odločanje .....	20
5	PONUDBA .....	23
5.1	Ponudba toplotne črpalke zrak/voda .....	23
5.2	Cilji prednosti prenove .....	24
6	SOFINANCIRANJE TOPLOTNE ČRPALKE .....	25
7	FINANČNA STRUKTURA IN EKONOMSKE METODE INVESTICIJE PROJEKTA .....	28
7.1	Letni stroški ogrevanja .....	28
7.2	Ekonomika ogrevalnega sistema .....	28
7.2.1	Skupni denarni tok .....	29
7.2.2	Realni denarni tok .....	30
7.2.3	Sedanja vrednost projekta .....	32
7.2.4	Interna stopnja donosnosti .....	33
7.2.5	Ekonomski kazalniki učinkovitosti in uspešnosti .....	35

7.2.6	Analiza občutljivosti.....	37
7.2.7	Analiza cost benefit, okoljski vpliv .....	40
7.3	Primerjalna analiza kazalnikov, povzetek rezultatov .....	42
8	ZAKLJUČEK .....	43
9	LITERATURA IN VIRI .....	44

## KAZALO SLIK

Slika 1: Stanovanjski objekt – Mlakarjeva ulica.....	1
Slika 2: Delež malih kurilnih naprav glede na energent v Občini Šenčur.....	8
Slika 3: Delovanje toplotne črpalke.....	10
Slika 4: Kurilna naprava – Mlakarjeva ulica .....	12
Slika 5: Toplotna črpalka Stiebel Eltron .....	23
Slika 6: Realni denarni tok v primeru sofinanciranja .....	27
Slika 7: Skupni denarni tok – likvidnost projekta .....	29
Slika 8: Realni denarni tok.....	31

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Število in povprečno leto vgradnje naprav glede na energent v Občini Šenčur.....	7
Tabela 2: Analiza SWOT za toplotno črpalco .....	17
Tabela 3: Združevanje skupin parametrov.....	21
Tabela 4: Primerjava toplotnih črpalk po metodi K-T .....	21
Tabela 5: Primerjava toplotnih črpalk po metodi K-T, sprememba cene naložbe ....	22
Tabela 6: Primerjava toplotnih črpalk po metodi K-T, sprememba subvencije .....	22
Tabela 7: Realni denarni tok v primeru sofinanciranja .....	27
Tabela 8: Letni stroški ogrevanja – obstoječe stanje .....	28
Tabela 9: Strošek električne energije za toplotno črpalco .....	28
Tabela 10: Prihranki pri spremembi ogrevanja .....	29
Tabela 11: Skupni denarni tok.....	30
Tabela 12: Realni denarni tok.....	31
Tabela 13: Sedanja vrednost projekta z diskontiranjem.....	33
Tabela 14: Interna stopnja donosa ISD 1, diskontiranje, $r = 3\%$ .....	34
Tabela 15: Interna stopnja donosa ISD 2, diskontiranje, $r = 4\%$ .....	35
Tabela 16: Interna stopnja donosnosti, 10 % nižji prihranki, $r = 2\%$ .....	37
Tabela 17: Interna stopnja donosnosti, 10 % nižji prihranki, $r = 3\%$ .....	38
Tabela 18: Interna stopnja donosnosti, višji odhodki za 10 %, $r = 3\%$ .....	39
Tabela 19: Interna stopnja donosnosti, višji odhodki za 10 %, $r = 4\%$ .....	39
Tabela 20: Analiza Cost benefit.....	40
Tabela 21: Interna stopnja donosnosti pri CBA, $r = 8\%$ .....	41
Tabela 22: Interna stopnja donosnosti pri CBA, $r = 9\%$ .....	41
Tabela 23: Primerjalna analiza kazalnikov.....	42



## KRATICE

CO <sub>2</sub> :	Ogljikov dioksid
COP:	Grelno število (ang. Coefficient of Performance)
EKS:	Energetski koncept Slovenije
EU:	Evropska unija
ISD:	Interna stopnja donosnosti
LEK:	Lokalni energetski koncept
OVE:	Obnovljivi viri energije
PURES:	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
SPF:	Letno grelno število (ang. Seasonal Performance Number)
TČ:	Toplotna črpalka
URE:	Učinkovita raba energije

# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V diplomskem delu bomo predstavili prehod in izbiro načina ogrevanja, in sicer prehod s kurilnega olja na toplotno črpalko za enostanovanjski objekt v Šenčurju na sliki 1. Lokacija objekta je na Mlakarjevi ulici, dosedanji način ogrevanja na kurilno olje se je uporabljal od leta 1996 naprej. Lega objekta je takšna, kjer se v poletnem in zimskem času pretežni del dneva zadržuje sonce. Stanovanjski objekt je znotraj strnjenegega naselja. Pred investicijo ogrevalnega sistema je potekala tudi energetska sanacija objekta, in sicer menjava oken ter izolacije strešnega dela stanovanjske hiše.



*Slika 1: Stanovanjski objekt – Mlakarjeva ulica  
(Lastni vir)*

## **1.2 CILJI NALOGE**

Cilj diplomskega dela je predstaviti vrste toplotnih črpalk in njihovo delovanje. Ovrednotena bo zamenjava starega ogrevalnega sistema s toplotno črpalko na konkretnem primeru. V nalogi bodo podani stroški investicije, ekonomska analiza investicije, tehnični podatki vgrajene toplotne črpalke in vplivi na okolje – okoljski vidik. Naredili in predstavili bomo primerjavo med prejšnjim ogrevalnim sistemom na kurilno olje in toplotno črpalko. Med tema ogrevalnima sistemoma bodo prikazani dejanska poraba, finančni prihranki in prihranki emisij CO<sub>2</sub>.

## **1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE**

Uporabniki stremijo k zanesljivim in energetsko-varčnim ogrevalnim sistemom, ki jim bo omogočal nižje stroške ogrevanja in bo čim manj obremenjeval okolje. Toplotne črpalke nam omogočajo nižje stroške ogrevanja in do okolja prijazno delovanje. Primerjava je narejena na konkretnem primeru, ki je je realiziran v letošnjem letu. Danes so cene energentov bistveno višje kot pretekla leta, zato smo glede na cene energentov in naložbe izdelali izračun za morebitno povišanje stroškov.

## **1.4 METODE DELA**

Uporabljena bo opisna, primerjalna in analitična metoda. Opisali bomo teoretične osnove ogrevanja. Pojave bomo razčlenili na posamezne dele, jih preučili in primerjali. To zajema ekonomsko ovrednotenje investicije (skupni denarni tok, realni denarni tok, individualna diskontna stopnja, metoda interne stopnje donosnosti, diskontiranje, ocena tveganj, analiza cost benefit) na konkretnem primeru zamenjave ogrevalnega sistema. Izdelane bodo primerjave ekonomskih kazalnikov in odstopanja v normalnem letu in pri tveganjih zaradi povečanje cene naložbe, povečanja stroškov in sprememb prihrankov zaradi gibanja cen energentov.

## **2 PREGLED OBJAV IN ZAKONODAJA**

### **2.1 ZAKONODAJA**

Določila Evropske komisije so v veljavnosti že od leta 2013 za 1. in 2. sklop izdelkov, povezanih z energijo (grelci vode, generatorji toplote, toplotni kompleti), katerih okoljsko primerna zasnova je urejena z direktivama 813/2013 (prostorski, kombinirani grelci) (Uredba Komisije (EU) št. 813/2013, 2013) in 814/2013 (grelniki vode, rezervoarji tople sanitarne vode) (Uredba Komisije (EU) št. 814/2013, 2013).

Predmetni izdelki predstavljajo zelo obširen obseg prodaje in posla v Evropi, imajo pomemben vpliv na stanje okolja in predstavljajo pomembno možnost za izboljšanje vpliva na okolje brez večjih stroškov, posledično navedena zakonodaja podaja obvezujoče minimalne standarde in zahteve energijske učinkovitosti. Izdelkov, ki ne bodo zadostili predpisanim standardom in zahtevam, po tem datumu ne bo več dovoljeno lansirati na trg in prodajati. Prav tako veljata tudi direktivi o energijskih oznakah (nalepkah) za navedene izdelke, s pomočjo katerih se potrošniku poenostavi izbira naprave glede na razred učinkovitosti. Enotna regulativa za vse generatorje toplote je pomembna, saj bo vplivala na prodajo in uporabo ogrevalnih sistemov. Vključuje in poenoti vse ogrevalne naprave: električne grelne naprave, bojlerje, plinske kotle, oljne kotle, prav tako pa tudi vse naprave, ki uporabljajo obnovljive vire, kot so toplotne črpalke in sončni toplotni sistemi. »Direktiva naj bi prispevala k opušcanju slabših proizvodov in s tem pripomogla k zmanjšanju škodljivih izpustov po vsej Evropi, učinkoviti rabi energije (URE) ter k 20 % povečanju uporabe obnovljivih virov energije (OVE).« (Energetski zakon, 2014) Za ogrevalne naprave so sedaj pogoji izenačeni, kupci bodo imeli možnost zelo specifično ugotoviti, kako učinkovit je ogrevalni sistem, za katerega se odločajo (Kovačič, 2017).

### **2.2 LOKALNI ENERGETSKI KONCEPT OBČINE ŠENČUR**

#### **2.2.1 NAMEN IN CILJI LOKALNEGA ENERGETSKEGA KONCEPTA**

LEK je dokument, ki opredeljuje razvoj energetike v lokalni skupnosti ter je najpomembnejši dejavnik pri načrtovanju strategije lokalne energetske politike. Energetski koncept občine predstavlja dolgoročno načrtovanje razvoja občine na okoljskem in energetskem področju, ki je z njim povezano. LEK je osnova za vzpostavitev in izvajanje ustrezne okoljske in energetske politike ter pomeni odločilni korak k njeni pripravi. Je dokument, ki občino in prebivalce usmerja k sistemskemu oblikovanju ter vzdrževanju podatkovnih zbirk o rabi energije in porabnikih, uvajanju ukrepov URE, zviševanju energetske učinkovitosti ter uvajanju OVE. Trajnostna energetska politika pomeni celovit pristop s povezovanjem in usklajeno obravnavo

tako varstva okolja in energetike, vključno s podnebjem, kot tudi regionalnega in gospodarskega razvoja. (Lokalni energetski koncept Občine Šenčur, 2022).

Ljudje, zaposleni na občini, se morajo dobro zavedati da je planiranje energetskega razvoja občine ključni dejavnik dolgoročnega regionalnega in gospodarskega razvoja ter služi kot osnova za zniževanje vplivov na okolje in energijske odvisnosti. Pomembni elementi so še zmanjševanje škodljivih emisij, lokalno izboljšanje kakovosti zraka, stroškov energije ter upravljanje z lokalnimi obnovljivimi in neobnovljivimi energetske viri. Pri tem v prvi vrsti nastopajo župan ter občinska uprava in energetski upravljalec, v razvoj pa naj bodo poleg vodstva posamezne občine vključeni tudi ostali lokalni ključni akterji kot so občinski svetniki, direktorji podjetij v občini, predstavniki obrti in malih podjetnikov ter predstavniki kmetov. Prav vsi aktivni soustvarjalci lahko vplivajo na vsebino LEK-a, poleg tega pa bodo posredno prispevali tudi k osveščanju občanov in sodelavcev.

Namen LEK-a je podati čim boljšo oceno porabe energije v posamezni občini, pregledati oskrbo z energijo, identificirati potencialne za izboljšanje in pomanjkljivosti. LEK je namenjen povečevanju osveščenosti in informiranosti porabnikov energije ter pripravi ukrepov na področju URE in uvajanju novih energetske rešitev. LEK obsega analizo obstoječega stanja na področju oskrbe z energijo in energetske rabe. Na osnovi analize so predlagani potencialni koncepti energetske oskrbe z upoštevanjem čim večje učinkovitosti rabe energije pri porabnikih (industrija, gospodinjstva, obrt, javne stavbe).

Preučujejo se možnosti porabe lokalnih obnovljivih virov energije, kar povečuje zanesljivost oskrbe s toploto in električno energijo. Pregledajo se tudi potenciali URE in podajo predlogi za izboljšanje obstoječega stanja. Predlagani projekti sočasno prinesejo tudi zmanjševanje onesnaženosti okolja in emisij. LEK zajema akcijski načrt, kjer so projekti ekonomsko ovrednoteni, in terminski načrt. Določijo se potencialni nosilci projektov in možni viri financiranja projektov« (LEK Šenčur, 2022).

»Cilji LEK-a Občine Šenčur temeljijo na državnih strateških dokumentih in mednarodnih direktivah. Cilji, navedeni v nadaljevanju, predstavljajo izhodišče za določitev ukrepov in izvajanje aktivnosti:

- zmanjšanje rabe energije v vseh sektorjih,
- zmanjšanje rabe energije in izpustov prometa (kolesarske steze, električna vozila, OVE v javnem prometu itd.),
- zmanjšanje porabe energije in stroškov v javnih stavbah,
- informiranje občanov o vlogi in pomenu URE,
- zmanjšanje okoljskega vpliva (zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>),
- URE na vseh področjih,

- spodbujanje vpeljave sistemov daljinskega ogrevanja,
- prehod na vire z nizkimi izpusti CO<sub>2</sub> (pod 0,2 kg CO<sub>2</sub>/kWh),
- povečanje deleža OVE za ogrevanje in proizvodnjo energije,
- intenzivnejša raba lokalnih OVE,
- spodbujanje uvajanja kogeneracije električne in toplotne energije,
- zamenjava fosilnih goriv z okolju prijaznejšimi ali OVE,
- spodbujanje energetskega svetovanja, izobraževanja, informiranja.« (Lokalni energetski koncept Občine Šenčur, 2022)

## 2.2.2 ZAKONSKA PODLAGA LOKALNEGA ENERGETSKEGA KONCEPTA

Izdelava LEK-a je opredeljena v dokumentih Republike Slovenije. Obveznost izdelave LEK-a za lokalne skupnosti je določena v Resoluciji o Nacionalnem energetskem programu (Ur. l. RS 57/2004) v točki 7.2 Mehanizmi za doseganje ciljev (energetske politike op. a.) pod točko 7.2.3 Mehanizmi s področja okolja. V poglavju Obvezni lokalni energetski koncepti je LEK določen kot temeljni planski dokument, ki v skladu z nacionalnim energetskim programom opredeljuje dolgoročni načrt razvoja energetike v lokalni skupnosti, učinkovito ravnanje z energijo in izkoriščanje lokalnih energijskih virov (odpadna toplota iz industrijskih procesov, obnovljivi viri, odpadki ipd.), zagotavlja zmanjšanje vplivov na okolje in zmanjšuje javne izdatke. V pripravo in izvajanje LEK-a je vključena vrsta akterjev, od lokalnih skupnosti, izvajalcev javnih služb, podjetij za oskrbo z energijo, občanov, nevladnih organizacij.

V zvezi z izdelavo LEK-a bo pripravljen predpis, ki uvaja obvezno načrtovanje v občinah z več kot 5000 prebivalci in mestnih občinah in določa postopke ter obvezne vsebine LEK-a. Vzporedno bo pripravljen tudi predpis, ki opredeljuje območja, kjer je obvezna analiza možnosti rabe biomase v sistemih daljinskega ogrevanja. Upravljalci novih in tudi obstoječih sistemov daljinskega ogrevanja morajo obvezno koristiti OVE, razen če s študijo izvedljivosti utemeljijo okoljsko in ekonomsko sprejemljivejši način ogrevanja zgradb. Če izkoriščanje biomase ekonomsko ni upravičeno, lahko inštalirajo kotel na fosilna goriva, v tem primeru pa morajo s študijo preveriti možnost sproizvodnje.

Na podlagi tega je LEK opredeljen in predpisan v Energetskem zakonu (Uradni list RS, št. 60/19-UPB2 in 65/20) v 1. in 29. členu. LEK sprejme lokalna skupnost kot načrt kako ravnati z energijo v skupnosti po predhodnem pridobljenem soglasju ministra, ki je pristojen za energijo, in ga objavi na svoji spletni strani. Minister, ki je pristojen za energijo, predpiše pravila in metodologijo priprave, ki vključuje tudi sodelovanje javnosti, in obvezno vsebino LEK-a. Lokalne skupnosti so dolžne uskladiti njihov lokalni energetski koncept z na novo sprejetim akcijskim načrtom v roku enega leta od začetka sprejetja oz. veljave.

Skladno z LEK-om se načrtujejo gospodarski in prostorski razvoj lokalne skupnosti, razvoj lokalnih energetskega gospodarskih javnih služb, URE in njeno varčevanje, uporaba OVE in izboljšanje kvalitete zraka na območju lokalne skupnosti. V dokumentu se opredelijo cilji in ukrepi za doseganje zastavljenih ciljev, ki morajo biti v skladu z akcijskimi načrti in cilji Energetskega koncepta Slovenije (EKS) za izboljšanje kakovosti zraka. »LEK vključuje posebne cilje in ukrepe za prihrank energije in povečanje energetske učinkovitosti objektov v lasti lokalnih skupnosti in stanovanjskih skladov ter lokalne načrte za energetske učinkovitost, ki upoštevajo dolgoročne strategije za spodbujanje naložb prenove stavb in možnost učinkovitega individualnega hlajenja in ogrevanja.« (Lokalni energetski koncept Občine Šenčur, 2022)

Ena izmed možnosti za lokalne skupnosti je sprejetje skupnega LEK-a, iz katerega morajo biti razvidni cilji in ukrepi za posamezne lokalne skupnosti. LEK se sprejme na vsakih 10 let ali pogosteje, če se z akcijskimi načrti spremenijo cilji in ukrepi EKS ali če se spremenijo predpisi za urejanje prostora v določeni skupnosti. Vsaka lokalna skupnost ima možnost na podlagi usmeritev iz LEK-a z upoštevanjem okoljskih določil in tehničnih karakteristik objektov, da z odlokom določi prioritarno uporabo energentov za ogrevanje. Posamezni organi lokalne skupnosti in izvajalci energetske dejavnosti na območju, ki ga pokriva LEK, so dolžni svoje delovanje in razvojne dokumente uskladiti s cilji in ukrepi predvidenimi v LEK-u.

LEK je dokument, ki predstavlja obvezno strokovno podlago za pripravo občinskih prostorskih načrtov. Vsaka občina oz. skupnost mora svoje prostorske načrte uskladiti z LEK-om, ki velja na njihovem območju. V primeru neskladnosti med LEK-om in prostorskim načrtom lokalna skupnost neskladnosti upošteva pri postopku priprave sprememb in dopolnitve prostorskega načrta. V primeru, ko lokalna skupnost v času sprejema LEK-a ne vodi postopka priprave sprememb in dopolnitev občinskega prostorskega načrta, prične ta postopek na podlagi ugotovljenih neskladnosti v LEK-u (Energetski zakon, 2014).

### **2.3 OGREVANJE OBJEKTOV V OBČINI ŠENČUR**

V tem poglavju obravnavamo pregled sistemov in stanja na področju ogrevanja v Občini Šenčur.

Razvoj strategije za bolj trajnostno in učinkovitejše hlajenje in ogrevanje je prednostna naloga EU. Prispevati bi morala k zmanjšanju odvisnosti in uvoza energije, znižanju stroškov za podjetja in gospodinjstva ter uresničitvi cilja EU glede zmanjšanja emisij toplogrednih plinov.

Po podatkih za Občino Šenčur večina stanovanjskih (88 %) in nestanovanjskih (7 %) stavb uporablja centralno ogrevanje kot glavni vir ogrevanja. V Občini Šenčur pravega

sistema daljinskega ogrevanja ni. Podrobnejši podatki o vrsti ogrevanja so prikazani v tabeli 1. V nadaljevanju so predstavljeni tudi podatki za stanovanja in male kurilne naprave po stavbah (centralno ogrevanje). Kljub temu da sektor ogrevanja in hlajenja počasi prehaja na OVE, 49,2 % goriva v tem sektorju prihaja iz fosilnih goriv, od tega večina iz kurilnega olja. OVE obsegajo okoli 50,8 % oskrbe z energijskimi viri na tem območju (LEK Šenčur, 2022) .

Za proizvodnjo toplote v hišah in stanovanjih večinoma uporabljamo male kurilne naprave. Ministrstvo za okolje in prostor je na podlagi tega uvedlo evidenco, v kateri so zajete male kurilne naprave. Dimnikarji vanje vpisujejo podatke o napravah, kot so vrsta kurilne naprave (lokalna, centralna), njena moč, kdaj je bila vgrajena in vrsta energenta, ki se uporablja (LEK Šenčur, 2022).

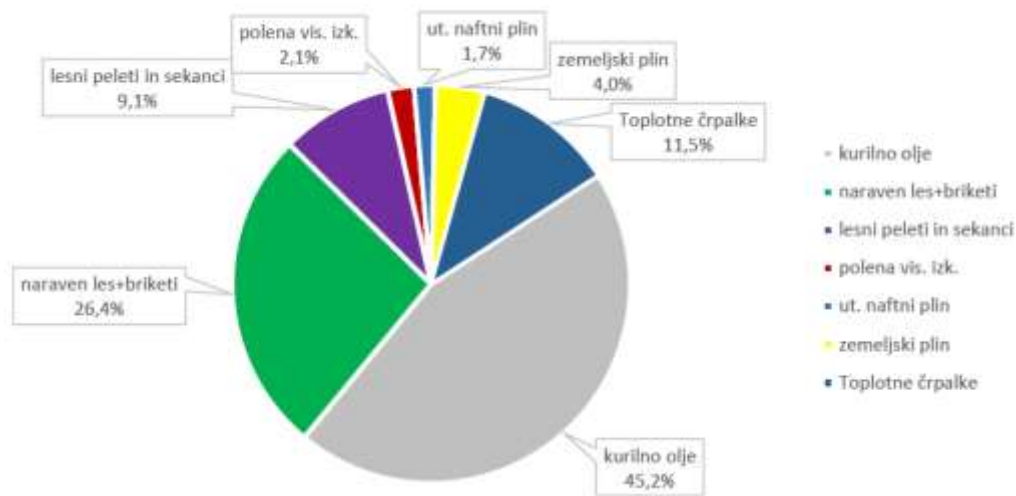
Energent	Vsota	Odstotek	Leto vgradnje	Povprečna moč
kurilno olje	1.183	45,2%	1998	27
naraven les+briketi	691	26,4%	2010	18
lesni peleti in sekanci	238	9,1%	2009	38
polena vis. izk.	56	2,1%	2004	25
ostala tekoča trdna goriva	0	0,0%	2010	24
ut. naftni plin	45	1,7%	2005	26
zemeljski plin	106	4,0%	1999	37
toplotne črpalke	300	11,5%	2014	10
Skupaj	7013	74,0%	1999	31

*Tabela 1: Število in povprečno leto vgradnje naprav glede na energent v Občini Šenčur*  
(Vir: LEK Šenčur, 2022)

Na začetku leta 2021 je v Občini Šenčur v evidenci 2619 malih kurilnih naprav, (podatek brez toplotnih črpalk) od tega večina (45,2 %) na kurilno olje. Povprečna starost kotla na kurilno olje je 23 let. S 37,6 % sledijo kotli na leseno biomaso (naraven les + briketi, lesni peleti in sekanci, polena) in toplotne črpalke (cca. 11,5 %). Zemeljski plin predstavlja le 4,1 %, utekočinjen naftni plin pa 1,7 %.

V realnosti se vse bolj uporabljajo tudi toplotne črpalke. Z upoštevanjem, da je subvencijo v obdobju med 2010 in 2019 v Občini Šenčur prejelo 210 toplotnih črpalk (*Atlas Trajnostne Energije*, 2022) in oceno, da vsi, ki so namestili toplotne črpalke, niso pridobili subvencije, ocenimo, da je v Občini Šenčur cca. 300 toplotnih črpalk za ogrevanje prostorov. Tako dobimo oceno porabe energentov v stanovanjih, prikazano na sliki 2.





Slika 2: Delež malih kurilnih naprav glede na energent v Občini Šenčur  
(Vir: LEK Šenčur, 2022)

## 2.4 DELOVANJA TOPLOTNIH ČRPALK

Toplotna črpalka je naprava, ki omogoča prenos toplotne energije iz sistema (toplotnega hranilnika) nižjega temperaturnega nivoja v sistem (toplotni hranilnik) višjega temperaturnega nivoja z uporabo dodatne energije (dela) s pomočjo krožnega procesa ustreznega hladiva. Zaradi te lastnosti so toplotne črpalke zelo primerne kot vir grelna in hladilna moči v sistemih ogrevanja, pripravi sanitarne tople vode, prezračevanja in klimatizacije (Grobovšek, 2009).

Pri toplotnih črpalkah gre za načelo termodinamike, saj je za obratovanje toplotne črpalke potrebno hladivo, ki v postopku hladilnega krogotoka pospota spreminja svoje agregatno stanje. Izhlapevanja in utekočinjenja sta glavna procesa pri postopku, v katerih hladivo sprošča toploto. Za končno delovanje toplotne črpalke je potreben dodatni vir energije, ki ga lahko predstavlja električna energija ali plin. Naloga dodatnega vira energije je, da povečuje toploto in dviguje temperaturo željeno raven, ki smo jo predhodno določili. Neodvisni krogotoki so med seboj povezani, da deluje celotni sistem ogrevanja s toplotno črpalko. Poznamo primarni, hladilni in sekundarni krogotok.

Primarni krogotok je namenjen zbiranju toplote, ki je shranjena v okolju in se posledično prenese v hladilni krogotok TČ. Ob pomoči vira energija, ki je lahko električna energija ali plin se doda toplota in posledično se dvigne temperatura na raven, ki smo jo nastavili. Da pride do prenosa toplote, mora biti temperatura delovnega medija nižja od temperature okolice. Prenos celotno pridobljene toplote v

ogrevalni sistem objekta se zgodi v sekundarnem krogotoku. Ta proces poteka preko nosilca toplote, ki je v vsakem od omenjenih krogotokov (Ovmelj, 2020).

Ne glede na to kateri tip toplotne črpalke bomo izbrali za ogrevanje, imajo vse enak način pridobivanja toplote, ki smo ga opisali v zgornjem odstavku. TČ uporabi potrebno toploto za delovanje iz zemlje, vode ali zraka. Ko TČ pridobi dovolj toplote, ob pomoči kompresorja zviša temperaturo na višjo raven, ki je potrebna za nemoteno delovanje. Poznamo tri vrste toplotni črpalke in sicer voda/voda, zemlja/voda in zrak/voda, ki je najpogostejša izbira med kupci, ki se odločijo za ogrevanje s TČ (Ovmelj, 2020).

Toplotna črpalka je sestavljena iz uparjalnika, ki odvzema toploto iz okolice. V njem se hladivo uplini in potuje v kompresor. Tukaj se stisne in preide na najvišji tlačni in temperaturni nivo. Vroče pare v kondenzatorju kondenzirajo pri višji temperaturi in pri tem oddajo kondenzacijsko toploto ogrevanemu mediju. Tekoče hladivo potuje preko ekspanzijskega ventila, kjer se njegov tlak zniža, nazaj v uparjalnik, kjer se proces ponovi. Da toploto z nizkotemperaturnega nivoja dvignemo na visokotemperaturni nivo, je potrebno vložiti delo. Tako je za delovanje toplotne črpalke potrebna električna energija za pogon kompresorja in ventilatorja (Labudović, 2006).

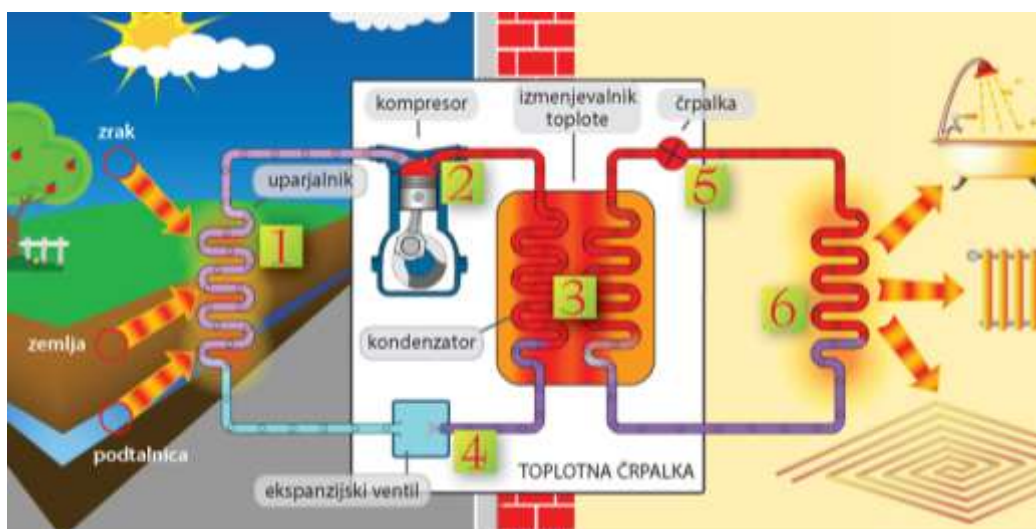
Elementi, ki omogočajo delovanje toplotne črpalke so:

- »uparjalnik: toplotni prenosnik, ki omogoča, da se energija s toplotnega vira (voda, zemlja, zrak) prenese na hladivo. V njem se hladivo segreje in preide v plinasto stanje;
- kompresor: z njim omogočimo dvig tlaka hladivu in posledično dvig temperature na visoko raven;
- kondenzator: toplotni prenosnik, ki služi temu, da vroče hladivo sprosti toploto v ogrevalni sistem. V njem se hladivo ohladi in kondenzira ter se tako vrne v tekoče stanje;
- ekspanzijski ventil: zmanjšuje tlak in posledično tudi temperaturo hladiva, tako da sprejme toploto na uparjalnik. Prav tako regulira volumenski pretok, tako da doseže uparjalnik le toliko hladilne tekočine, kot jo lahko upari;
- zalogovnik: omogoča manjše število vklopov kompresorja, enakomerno temperaturo ogrevalne vode in tako večje temperaturno udobje v prostorih, pri toplotnih črpalkah zrak/voda služi prav tako kot vir toplote za učinkovito odtaljevanje uparjalnika;
- hladivo: delovna tekočina, medij, ki služi prenosu toplote, stabilnosti in trajnosti, saj prenaša stalne spremembe temperature in prehajanje iz tekočega v plinasto stanje. Hladiva so lahko vnetljiva in strupena. Poznamo tudi hladiva, ki ne škodujejo ozonu in posledično zmanjšujejo toplogredne pline;
- pretočni električni grelec: služi kot morebitna pomoč pri ogrevanju in izvajanju termične dezinfekcije sanitarne vode;

- temperaturna tipala: vključena pri vходу in tudi pri izhodu toplotnega vira, kjer delujejo proti poškodbi ploščnega izmenjevalca in zamrznitvi, kot pokazatelj odjema oziroma temperaturne razlike med vhomom in izhodom vira. Tipala pri dviznem in povratnem vodu pa omogočajo omejitev maksimalne temperature ter izklop TČ pri doseženi določeni temperaturi povratnega voda iz objekta.« (Kronoterm, 2021).

Slika 3 prikazuje delovanje toplotne črpalke:

1. V uparjalniku tekoča delovna snov – hladivo – prevzame toploto iz okolice (zrak, zemlja, voda). Hladivo pri tem pri razmeroma nizki temperaturi izpari – preide v plinasto stanje.
2. Kompressor, ki ga poganja elektrika, vsega plinasto hladivo, ga močno stisne (hladivo se pri tem močno segreje) in potisne po cevi naprej.
3. Hladivo s povečano temperaturo in višjim tlakom nadaljuje pot skozi kondenzator, ki se nahaja v izmenjevalniku toplote. Pri tem toplota iz hladiva preide v hladnejšo vodo, ki teče skozi ogrevalni sistem. Hladivo se ohladi in ob pomoči visokega tlaka preide v tekoče stanje – kondenzira.
4. Ekspanzijski filter zniža tlak hladiva, zaradi česar se hladivo še dodatno ohladi. Zdaj se celoten postopek ponovi. Hladivo v uparjalniku prevzame toploto iz okolice.
5. Ko se voda v izmenjevalniku toplote dovolj segreje, krmilno vezje vklopi črpalko, ki vzpostavi kroženje vode v ogrevalnem sistemu.
6. Topla voda ogreva različna grelna telesa: bojler za sanitarno vodo, radiatorje, sistem talnega gretja (Zorec, 2022).



Slika 3: Delovanje toplotne črpalke  
(Vir: Varčno ogrevanje, 2021 )

## **3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA OGREVALNEGA SISTEMA**

### **3.1 KURILNA NAPRAVA**

Opis male kurilne naprave je zapisan v Uredbi o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav (Uradni list RS, št. 24/13, 2/15 in 50/16). »Mala kurilna naprava je naprava, ki je zgrajena iz enega ali več kurišč in veznih elementov za odvajanje dimnih plinov skozi odvodnik ter iz odvodnika dimnih plinov, če njena vhodna toplotna moč ne presega predpisane vrednosti (pri plinu do 10 MW, za tekoče gorivo do 5 MW in za trdno gorivo do moči 1 MW), kjer koli se nahaja (stanovanjska ali poslovna stavba). V primeru, da so naprave teh moči namenjene proizvodnemu procesu, se jih upošteva kot srednje kurilne naprave« (Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih kurilnih naprav, 2019).

### **3.2 OGREVANJE S KURILNIM OLJEM**

Ogrevanje na kurilno olje je v večini naših domov še vedno pogost način ogrevanja, kljub temu da se za takšen sistem ogrevanja potrebujemo več prostora kot pri drugih sistemih. Kurilno olje izgoreva v kotlovnici in posledično na ta način pridobivamo toploto. Kurilno olje hranimo v zato namenjeni cisterni, posledično moramo že pri gradnji objekta načrtovati primerno postavitvev in vgradnjo, pri tem pa hkrati tudi izpolnjevati predpise, ki so Pravilnik o požarni varnosti v stavbah in uredbo o skladiščenju nevarnih tekočin v nepremičnih skladiščnih prostorih. Ogrevanje s kurilnim oljem sodi med centralno ogrevanje, kar pomeni, da kurilno olje ne izgoreva v prostoru, kjer ga potrebujemo, ampak nekje drugje. Sistem potem s pomočjo vode, zraka ali pare prenese toploto v prostor, katerega želimo ogrevati (Kurilno Olje, 2021).

Kurilno olje sodi med energente, pri katerih je potrebno malo dela za vzdrževanje. Olje preprosto natočimo v rezervoar, ta pa se pretaka v kotel in tako z izgorevanjem pridobivamo toploto. Za temperaturo v prostoru skrbi regulator, tako da je v prostorih, kjer bivamo, prijetno in toplo. Oljni kotli so tako primerni za vse objekte s talnim ali radiatorskim ogrevanjem. V sodobnejših, tehnološko naprednih kotlih olje izgoreva čisteje in popolnejše kot v visokotemperaturnih sistemih. Se pravi bolj kot je izgorevanje celovito, manj je dimnih plinov in umazanij v obliki trdnih delcev. V kotlu, predvsem pa na stenah kotla se lahko nabere obloga, ki posledično zmanjša izkoristek toplote, saj se ta zadrži v oblogah, namesto da bi se oddala na vodo ogrevalnega sistema. Kvaliteta oz. kakovost zgorevanja je med drugim odvisna tudi od gorilnika za kurilno olje ter regulacije, ki uravnava delovanje samega sistema, ki smo ga vzpostavili. Visokotemperaturni kotli se v velikem deležu še vedno regulirajo z ročnim mešalnim ventilom in sobnim termostatom. Z mešalnim ventilom izberemo količino pretoka vode v ogrevalnem sistemu, s termostatom pa uravnavamo samo

temperaturo v prostoru objekta. Gorilniki takšnih sistemov so enostopenjski, kar pomeni da se moč delovanja ne prilagaja trenutnim potrebam po toploti in večinoma deluje s preveliko močjo (Kurilno Olje, 2021).

Kurilno olje se pridobivamo kot frakcijo nafte ob destilaciji. V širšem smislu pod kurilna olja uvrščamo vse tekoče naftne proizvode, ki se lahko uporabljajo kot gorivo v kotlih ali pečeh za proizvodnjo toplote ali pri pogonu motorjev, prav tako tudi v generatorjih za pridobivanje električne energije. Klasično kurilno olje ima plamenišče približno pri 40 °C. Tehnično je dizelsko olje, namenjeno pogonu dizelskih motorjev, zgolj kurilno olje z dodatki in barvilom zaradi razločitve. Kurilno olje je zgrajeno iz dolge verige ogljikovodikov, predvsem alkanov, cikličnih ogljikovodikov in aromатов. Med procesom destilacije nafte se ločijo majhne molekule z relativno nizkim vreliščem. Težji naftni derivati, kot so kurilno olje in mazalna olja, so veliko stabilnejši in se destilirajo počasneje (Wikipedija, 2019).

### 3.3 OBSTOJEČA KURILNA NAPRAVA

Stanovanjski objekt na Mlakarjevi ulici 40 je bil izgrajen leta 1980. V njem je bila prvotno nameščena ogrevalna naprava na trda goriva – drva, leta 1996 je bila takratna naprava zamenjana s kombinirano pečjo na kurilno olje/drva, ki je služila do letošnjega leta, kar je prikazano na sliki 4. Torej gre za zamenjavo naprave, ki je stara 26 let. Obstoječi stroški ogrevanja za obdobje 7 let kažejo, da se je v kotlovnici v zadnjih sedmih letih povprečno porabilo 25.000 litrov kurilnega olja na leto oz. še 3 m<sup>3</sup> drv. Stroški tekočega vzdrževanja kotlovnice so bili povprečno 150 €/leto.



*Slika 4: Kurilna naprava – Mlakarjeva ulica  
(Lastni vir)*

## 4 ALTERNATIVNA REŠITEV OGREVANJA S TOPLOTNO ČRPALKO

Toplotna črpalka je naprava, ki odvzema toploto s hladnega telesa in jo ob pomoči dela oddaja toplemu telesu. Tak prenos energije z naravnimi procesi ni mogoč, zato moramo za takšen proces vložiti delo. To izvaja toplotna črpalka oziroma katerikoli hladilni stroj. TČ torej črpa toploto iz hladnega telesa in jo oddaja toplemu telesu. Hladno telo je vir toplote, ki mu s pomočjo dela v lokalnem sistemu povečamo temperaturo, da jo lahko toplo telo sprejme. Toplo telo pa je za ogrevalne sisteme načeloma voda, ki kroži po centralnem ogrevalnem sistemu, bodisi zrak ali sanitarna voda. V praksi poznamo tri najpogostejše vire toplote za ogrevalne sisteme, in sicer podtalno vodo, zemljo in zrak. Pri prvih dveh je potrebno investirati v sistem za ekstrakcijo toplote, bodisi v vrtine za črpanje in vračanje vode v podtalnico bodisi v zemeljski kolektor (površinski ali vertikalni). Pri toplotni črpalki, ki pa kot vir toplote izrablja zrak, takšna investicija ni potrebna, je pa na splošno učinkovitost toplotne črpalke slabša v primerjavi z ostalimi sistemi, ker je temperatura toplotnega vira bolj spremenljiva (Enoma, 2016).

Toplotna črpalka je sistem ogrevanja, za katerega se odloča vedno več ljudi oziroma lastnikov novogradenj, nemalo pa tudi tisti, ki želijo prenoviti stare ogrevalne sisteme. Največjo prednost ima v tem, da v veliki meri uporablja OVE. Bivalne prostore lahko posledično ogrevamo na okolju prijazen način in hkrati poskrbimo za nizke stroške ogrevanja. Torej lahko rečemo, da je odločitev za TČ zelo dobra investicija. Tako za novogradnjo kot prenovo starejših ogrevalnih sistemov, ki se obrestuje na finančnem vidiku, hkrati pa je dober vložek v dobrobit okolju (Ovmelj, 2020).

### 4.1 OKOLJSKI VIDIK TOPLOTNIH ČRPALK

V Evropi stavbe predstavljajo približno 40 % potreb po energiji. Uvajanje sistemov URE v nove stavbe pripomore pri zmanjšanju porabe energije. O tem je napisan tudi Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ta določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za URE v stavbah na področju toplotne zaščite, hlajenja, ogrevanja, prezračevanja ali kombinirano, razsvetljave v stavbah, priprave tople vode, zagotavljanja lastnih OVE za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energijski učinkovitosti stavb (Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, 2010).

Pomembno je ozaveščanje ljudi o možnostih varčevanja energije in povečanja energetske učinkovitosti stanovanj. V Sloveniji postaja ključno orodje v boju proti globalnemu segrevanju in škodljivim emisijam, ki onesnažujejo okolje. TČ pridobivajo naravno energijo iz zemlje, zraka ali vode in pri tem znatno prihranijo pri stroških ogrevanja. Ne proizvajajo škodljivih emisij za okolje in učinkovito delujejo tudi pri

nizkih temperaturah okolice. TČ iz okolja pridobijo do 75 % potrebne energije, preostanek dodamo v obliki električne energije (Kovačič, 2017).

Ogrevanje s pomočjo toplotne črpalke velja za ekološko najprijaznejši in energetsko najcenejši vir ogrevanja. Funkcija toplotne črpalke je odvzem toplote obnovljivemu viru energije iz okolice (zrak, voda, zemlja), s katero se potem segreva voda. Za segrevanje je potrebno še okrog 25 % električne energije, preostali del energije pa se dejansko črpa iz okoliškega vira in gre za OVE. To razmerje med vloženo električno energijo in toplotno energijo, pridobljeno iz naravnega vira, imenujemo grelni številni (Husejnovič, 2022).

Grelno število, ki ga označimo s COP (Coefficient of Performance), opredeli izkoristek toplotne črpalke pri določeni zunanji temperaturi zraka, običajno pri 2 °C. Izrazi kolikšno je razmerje med električno energijo, ki jo črpalka porabi za delovanje, in energijo, ki jo odda v ogrevalni sistem. Grelno število 3 na primer pomeni, da bo črpalka iz enega dela vložene električne energije (1 kW) oddala v sistem tri dele (3 kW) toplote. Čim višje je grelni število, manj električne energije je potrebne za več oddane toplote. Povprečno grelni število pri sodobnih TČ zrak/voda je 3,5, pri različici zemlja/voda 4,5, pri voda/voda pa 5 (Primc, 2016). »Toplota, ki jo dovedemo ogrevanemu mediju s toplotno črpalko, je teoretično vsota toplote, odvzete viru toplote in energije, ki jo potrebujemo za pogon krožnega procesa« (Grobvšek, 2009).

Izračun grelnega števila za toplotno črpalko Stiebel Eltron, ki smo jo vgradili v naše stanovanje.

$$COP = \frac{\text{dovedena toplota}}{\text{električna moč}} = \frac{P_c}{P} = \frac{13,64 \text{ kW}}{3,27 \text{ kW}} = 4,17$$

Legenda:

$P_c$  – teoretična grelna moč [kW]

$P$  – teoretična grelna moč za pogon kompresorja [kW]

Letno grelni število, ki ga označimo SPF (Seasonal Performance Factor), je najboljši kazalnik učinkovitosti toplotne črpalke. Izraža razmerje med toploto, ki jo porabimo za ogrevanje, in električno energijo, ki jo TČ porabi za delovanje v enem letu (Grobvšek, 2009). COP je izmerjen v laboratorijskih razmerah in z delovanjem v praksi nima veliko skupnega, medtem ko se SPF nanaša na točno določen sistem kot celoto in se razlikuje od objekta do objekta. Upoštevana so tako hladna kot topla obdobja, vsa odtaljevanja zunanje enote, potencialno dopolnilno ogrevanje prostorov z drugim sistemom ipd. Pri novi namestitvi toplotne črpalke se vrednost SPF oceni. Kako natančna bo ocena, je dokaj odvisno tudi od izkušenj, ki jih ima ponudnik v posamezni regiji z določenim tipom objektov (Primc, 2016).

Ogrevalna krivulja prikazuje odvisnost med zunanjo temperaturo in temperaturo ogrevalne vode. Na primer, da je vrednost krivulje  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , to pomeni, da sistem pri zunanji temperaturi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  zagotavlja, da bo imela ogrevalna voda  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Če je zunanja temperatura nižja, bo sistem krmiljenja samodejno zagotovil toplejšo vodo v sistemu in obratno. Ogrevanje določijo serviser v nastavitvah TČ, pri čemer parametre prilagodi energetskim značilnostim objekta in bivalnim navadam prebivalcev (Primc, 2016).

S pomočjo energijskih nalepk se posredno spodbuja razvoj tehnologij, ki omogočajo nizko porabo energije. Energijska nalepka je bila prvič uvedena za gospodinjske aparate že leta 1994. Primaren namen energijske nalepke je enostaven prikaz energijske učinkovitosti aparata in s tem spodbuda kupca k nakupu energijsko učinkovitih izdelkov. S tem se tudi posredno spodbudi razvoj tehnologij, ki omogočajo nizko porabo energije. Dodatno pa se na energijski nalepki nahajajo podatki o relevantnih funkcijah naprav in na vseh je podan tudi podatek o sami hrupnosti izdelka. V spodnjem levem kotu nalepke je podatek o hrupnosti zunanje in notranje enote toplotne črpalke v dB. Zvočna moč kateregakoli vira je neodvisna od prostora, v katerem je nameščen vir, in oddaljenosti le-tega. Zvočni tlak pa je odvisen tako od prostora, v katerem se naprava nahaja, kot tudi od oddaljenosti od izvora. Eden od pomembnejših dokumentov za doseganje večje energijske učinkovitosti in manjše hrupnosti na notranjem trgu Evropske unije je Direktiva 2009/125/ES, katere primarni cilj je zmanjšati rabo energije do leta 2020 za 20 %. Omejitve pri toplotnih črpalakah, ki izhajajo iz te direktive, so podane v Uredbi 813/2013, ki določa mejne vrednosti energijske učinkovitosti in hrupnosti (Bregar, 2019).

Oskrba gospodinjstev, ki želijo biti trajnostno naravnana ekonomsko in družbeno učinkovita, morajo učinkovito uporabljati OVE. Okolju prijazno ogrevanje predstavlja uporabo virov energije, ki pri izgorevanju in nastajanju toplote ne povzročajo večjih nezaželenih emisij v kakršnem koli agregatnem stanju, kot jih okolje lahko absorbira brez škodljivih posledic v prihodnosti. Najbolje ta merila izpolnjujejo obnovljivi viri energije iz lokalnega okolja. Ti viri poleg prijaznosti do okolja zagotavljajo tudi družbene koristi, kot so zelena delovna mesta, varnost preskrbe z energijo, preprečevanje energetske revščine, neodvisnost od dobave in nihanja cene na globalnem trgu. Na poti k trajnosti je nujna uporaba OVE. Umestitev URE za OVE sama po sebi še ne daje zagotovila za uspeh trajnostnega razvoja, je pa eden glavnih dejavnikov na poti v decentralizirano proizvodnjo energije in lokalno energetsko samopreskrbo. Trajnostni razvoj in uporaba lokalnih OVE namreč nista več samo vprašanje zgolj podnebni sprememb, temveč je tudi iskanje rešitev glede cene energije, na katero nimamo vpliva. Toplotne črpalke za svoje delovanje uporabljajo velik delež OVE, posledično so okoljsko sprejemljiv in ekonomsko učinkovit način ogrevanja s pozitivnimi družbenimi učinki (Gjerkeš, 2016).



## 4.2 HRUP TOPLOTNIH ČRPALK

Delež TČ za ogrevanje stavb in sanitarne vode se povečuje iz leta v leto, zato so čedalje pogostejše tudi težave s hrupom, ki ga zaznavajo lastniki kot tudi bližnji sosedi. TČ zemlja/voda in voda/voda stojita v kotlovnici in se jih da dobro zvočno izolirati, ima večina izvedb TČ zrak/voda zunanjo enoto, katere hrup se širi v okolico. Pri navajanju jakosti hrupa se uporabljata dva izraza: zvočna moč in zvočni tlak. Zvočna moč je računsko vrednost hrupa v vseh smereh in se določa na podlagi predpisanih meritev. Zvočni tlak pa nastane povsod tam, kjer izvor hrupa povzroči valovanje in to spremeni zračni tlak. Večja ko je sprememba zračnega tlaka, bolj neugodno sprejemamo takšen hrup. Zvočni tlak je za nas tista vrednost hrupa, ki jo dejansko občutimo. Vedno je odvisna od razdalje do izvora hrupa. Znotraj hrupa pa imamo še različne frekvence zvočnega valovanja, ki so lahko za ljudi bolj ali manj moteče. V prodajnih katalogih je običajno naveden hrup TČ pri nominalni moči (ta je v območju od 50 do 70 % maksimalne moči), ne pri maksimalni, ko je najmočnejši. Glavni vzrok za hrup in vibracije TČ je kompresor, pri TČ tipa zrak/voda tudi ventilator oz. ventilatorji. Da naprava povzroči čim manj vibracij in čim manj hrupa, so ključne konstrukcijske rešitve ter materiali in ohišja, ki so uporabljeni. Pri močnejših TČ zrak/voda, ki imajo moč 11 kW ali več, odsvetujejo montažo zunanjih enot na steno, še posebej na steno spalnic in otroških sob, saj se lahko vibracije ob vklopu prenašajo v notranjost (Bavčar, 2018).

Slovenski predpisi slabo opredeljujejo vrednosti za največji dovoljeni hrup, saj sta za sprejemljive ravni odločilni klasifikacija in lokacija objekta. V bivalnih naseljih ponoči ne sme presegati 45 dB, v Avstriji in Nemčiji je omejen na 30 dB v nočnem času na meji parcele, v Švici pa celo na 28 dB. V vseh primerih se upošteva maksimalni hrup TČ, ne zgolj tisti, ko naprava deluje z zmanjšano močjo. Na hrup TČ zrak/voda vplivajo poleg maksimalne moči izbrane TČ in izbire nizko ali visokotemperaturnega režima delovanja tudi še pravilno dimenzioniranje TČ glede na potrebe objekta, moč, pri kateri TČ deluje, postavitve zunanje enote, razdalja med zunanjo in notranjo enoto, strokovna montaža in materiali okvir okrog zunanje enote (Bavčar, 2018).

Kataloški podatek o hrupu TČ predvideva prosto postavitve zunanje enote, kjer na razdalji tri metre okrog nje ni nobene ovire. V praksi je takšna postavitve zelo redka. Običajno so zunanje enote oddaljene od objekta približno pol metra. Takoj ko so ovire (zidovi objektov, terase ...) bližje, se hrup poveča. Če je zunanja enota postavljena na notranjem vogalu hiše, se zvočni tlak poveča za 6 dB, če stoji med stenami, postavljenimi v obliki črke U, pa celo za 9 dB. Pri ovirah okrog zunanje enote je zaželeno, da bi te čimbolj absorbirale hrup. Najbolj neugodna so betonska tla pod TČ in betonski zidovi okrog nje, saj odbijajo zvočne valove, ki se potem ojačani širijo, še posebej če pridejo v resonanco. Zelo dobro je, če so lahko okrog zunanje enote travne površine, hrup pa zmanjšujejo tudi zvočne pregrade, kot so grmičevje, drevesa in lesene ograde, ki pa ne smejo ovirati pretoka zraka skozi napravo (Bavčar, 2018).

### 4.3 ANALIZA SWOT ZA TOPLOTNO ČRPALKO

Analiza SWOT (prednosti, slabosti, priložnosti, nevarnosti) je strateško orodje, s pomočjo katerega celovito oblikujemo strategijo za določeno stvar. Tabela 2 prikazuje analizo SWOT za izbiro toplotne črpalke.

Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ni emisij CO<sub>2</sub></li> <li>Nizki obratovalni stroški</li> <li>Dober izkoristek energije</li> <li>Kombinacija z ostalimi načini ogrevanja</li> <li>Donosnost naložbe</li> <li>Preprosto upravljanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strošek investicije</li> <li>Strošek inštalacij</li> <li>Izvedba vgradnje</li> </ul>
Priložnosti	Nevarnosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>Razvojni potencial zelenega načina ogrevanja</li> <li>Inovativen sistem ogrevanja</li> <li>Zmanjšanje uporabe fosilnih goriv</li> <li>Povečanje okoljske ozaveščenosti ljudi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hrup</li> <li>Razmerje med ceno elektrike in alternativnimi viri energije</li> </ul>

Tabela 2: Analiza SWOT za toplotno črpalko  
(Lastni vir)

## 4.4 PREDSTAVITEV TOPLOTNIH ČRPALK

### 4.4.1 TOPLOTNA ČRPALKA ZRAK/VODA

Bistvo toplotne črpalke zrak/voda je, da je tovrstna TČ najlažja za namestitev in vzdrževanje in je najcenejša izbira. Toplotna črpalka zrak/voda je najpogostejša in najugodnejša izbira, saj jo lahko namestimo povsod, kjer imamo dostop do električne energije (Ovmelj, 2020).

Sistem omogoča izmenjavo toplote iz zraka na vodo. Sestavljen je iz zunanje črpalne enote, v kateri se nahaja kompresor, ki absorbira toploto, in notranje vodne enote. Med seboj sta povezani prek inštalacije, po kateri potuje hladivo. Zunanja enota sistema, je nameščena nekje ob objektu in črpa toploto iz okolja. Dvigne ji temperaturo in jo s pomočjo tehnologije s kompresorjem, ki izkorišča fizikalne lastnosti hladiva, prek bakrene inštalacije prenese v notranjo enoto sistema. Sistem segreva

vodo, ki potuje po sistemu vodne inštalacije do ogrevalnih enot v prostoru (talno gretje, radiatorji ...) (Kovačič, 2017).

Zrak je vir energije, ki je na voljo povsod. Najmodernejše izvedbe nam omogočajo ogrevanje, ko je zunaj temperatura do  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pri tako nizkih temperaturah zraka še vedno prihranimo do 50 % energije. Te vrste toplotnih črpalk so najugodnejše, hkrati pa tudi relativno enostavne za postavitve in vzdrževanje. Toplotne črpalke na sistem zrak/voda se povečini projektirajo tako, da pokrijejo večinoma vse toplotne izgube objekta do zunanje temperature  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pod tem območjem lahko TČ deluje skupaj z drugim ogrevalnim virom. Tako zadovoljimo več kot 98 % toplotnih potreb objekta z delovanjem TČ. Pri novejših objektih in novogradnjah se večinoma kot drugi ogrevalni vir uporablja kar običajno električno gredo (Kronoterm, 2021).

#### 4.4.2 TOPLOTNA ČRPALKA VODA/VODA

Toplotna črpalka voda/voda poskrbi za zelo visok izkoristek. Neprekinjeno deluje celotno leto, saj črpa naravni vir vode iz podtalnice, ki ima neprestano konstantno enako temperaturo, ali iz ostalih vodnih virov, za katere pa potrebujemo dovoljenje pristojnih organov. Montaža TČ voda/voda je najzahtevnejši projekt tako s finančnega kot strokovnega pogleda (Ovmelj, 2021).

Toplota, pridobljena iz vode, potuje v notranjost hidravličnega sistema, ki nato toploto prenese v terminale enote. »Sevalni terminali in ventilatorski konvektorji so primerni za to vrsto toplotne črpalke. V primerjavi z zrakom vodonosniki niso vedno na voljo ali ni dovoljeno, da se jih izkorišča. Dovoljenje za pripravo vodonosnika in namestitve toplotne črpalke voda/voda je potrebno pridobiti v skladu z lokalnimi predpisi« (Kovačič, 2017).

»Toplota podtalnice je za izkoriščanje s TČ zelo ugoden energijski vir. Njena prednost je razmeroma konstantna temperatura, ki je med  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Da lahko koristimo podtalnico, moramo ob zgradbi izvrtati v zemljo dve vrtini, eno za črpanje in drugo za vračanje podtalnice. V eno vrtino vstavimo cev s potopno črpalko. Med obratovanjem nam črpalka potiska vodo skozi toplotno črpalko, ki ji odvzame toplotno energijo in jo ohlajeno za nekaj  $^{\circ}\text{C}$  (od  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) vrača po drugi, nekaj metrov (15–20 m) oddaljeni vrtini nazaj v podtalnico. Volumen vode v sesalni vrtini mora zadostovati za neprekinjeno obratovanje pri največjih toplotnih potrebah. Za črpanje podtalnice je potrebno vodno dovoljenje, vodo pa moramo pred pričetkom del kemično analizirati. Podtalnica je torej zaradi relativno visoke temperature idealen vir toplote, saj z njo dosegamo visoka grelna števila. TČ voda/voda dajejo veliko toplotno moč ob zelo majhnih zunanjih dimenzijah. K inovativni in kompaktni izvedbi še dodatno prispeva poseben ploščni toplotni izmenjevalec iz nerjavečega jekla, s katerim prenesemo toploto iz ene tekočine na drugo.« (Kronoterm, 2021)

### 4.4.3 TOPLOTNA ČRPALKA ZEMLJA/VODA

Delovanje TČ zemlja/voda je omogočajo zemeljski kolektorji (horizontalni sistem) ali zemeljske sonde (vertikalni sistem). Energija se pridobi iz tal s pomočjo prečrpavanja vode. Ta način ogrevanja bi lahko primerjali z grelnikom vode ali bojlerjem z razliko, da toplotna črpalka v tem primeru uporablja naravni vir energije (zemlja) in ne dodatnega vira energije, kot je električna energija (Ovmelj, 2021).

Toplota iz zemlje se prenese na hidravlični sistem, ki renaša toploto v terminalne enote. Ventilatorski konvektorji in sevalne terminalne enote so primerni za to vrsto toplotne črpalke. Horizontalni talni kolektorji, tuljave, za izmenjavo toplote s prisilnim kroženjem slaniče (voda z glikolom) so vodoravno vkopani ne prav globoko v tla, odvijajo toploto iz tal ter jo dovajajo v toplotno črpalko. Pri vertikalnih zbiralnikih toplote, kjer se zahteva bolj ali manj globoko namesti, ki omogočajo izmenjavo toplote v globljih plasteh tal. Potrebno je dobiti dovoljenje za vrtanje v tla in namestitve toplotne črpalke zemlja/voda v skladu z lokalnimi predpisi (Kovačič, 2017).

V kameninah, zemlji je uskladiščena velika količina sončne energije, ki jo lahko izkoristimo za ogrevanje objekta ali sanitarne vode. Količina energije, ki jo lahko odvijamo zemlji, je odvisna od sestave tal, moči TČ, načina izkoriščanja. Odvzem toplote se izvaja s pomočjo tekočine, ki kroži v zaprtem cevnom sistemu, položenim na globini 120–130 cm pri horizontalnih kolektorjih, ali pa so cevne sonde vstavljene v vrtine na globini 60–140 m. Krožeča voda odda toploto toplotni črpalki, ki jo s pomočjo dodane električne energije pretvori na višjo temperaturo (do 63 °C), vrača pa se ohlajena na približno 4°C (Kronoterm, 2021).

### 4.5 HLAJENJE S POMOČJO TOPLOTNE ČRPALKE

Toplotna črpalka združuje dva postopka, in sicer hlajenje in ogrevanje. »Toplotne črpalke namreč poleg gretja na primarni ravni zagotavljajo tudi hlajenje na aktiven način (reverzibilne toplotne črpalke, kjer pri hlajenju obratuje kompresor črpalke) in na pasiven način (pri toplotnih črpalkah zemlja/voda in toplotnih črpalkah voda/voda, kjer pri hlajenju obratujejo samo primarne črpalke). Na drugi ravni moramo prav tako imeti zagotovljen prenos hladnega zraka v prostore, kar lahko opravimo z aktivnim hlajenjem (konvektorji) ali neaktivnim hlajenjem (talno ali stensko hlajenje)« (Kronoterm, 2021).

Najefektnejši in najugodnejši ogrevalno-hladilni sistemi so povratne TČ zrak/voda. Te TČ namreč pozimi omogočajo ugodno ogrevanje prostorov in sanitarne vode, poleti pa ogrevanje sanitarne vode in hlajenje. Določene posebne izvedbe TČ ponujajo v režimu hlajenja tudi izkoriščanje odpadne toplote hlajenja za segrevanje sanitarne vode ali bazena. Reverzibilna oz. povratna TČ zrak/voda, ki omogoča učinkovito gretje pozimi in hlajenje poleti, v obeh režimih opravlja in zagotavlja ogrevanje sanitarne vode.

Pri poslovnih objektih se velikokrat vgrajujejo konvektorji tako za ogrevanje kot za hlajenje. Glavna prednost konvektorjev pri hlajenju je, da lahko iz zraka izločamo tudi vlago, zaradi česar ni potrebno toliko znižati optimalne temperature hlajenja. Seveda pa moramo konvektorje, zlasti za ogrevanje dimenzionirati bistveno pogosteje, saj bomo lahko edino na takšen način ogrevali z nižjimi temperaturami pretoka ogrevalne vode. Vsaka stopinja celzija znižanja pretoka pa pomeni 2,5 % boljšo učinkovitost ogrevalnega sistema s TČ (Kronoterm, 2021).

## 4.6 VEČKRITERIJSKA ANALIZA ZA ODLOČANJE

Za model za izbor učinkovitih kogeneracij pri uporabi toplotnih črpalk zrak/voda lahko uporabimo več parametrske metode, ki poleg opazovanja in medsebojnega primerjanja omogočajo tudi vrednotenje alternativ. Alternative najprej ocenimo številčno (kvantitativno) ali simbolično (kvalitativno) po posameznih parametrih. Iz teh delnih ocen nato z nekim postopkom združevanja (agregacije) pridobimo končno oceno vsake alternative. Čim višja je končna ocena, tem boljša je alternativa. Na tej osnovi lahko torej izberemo najboljšo alternativo ali pa alternative razgrnemo od najboljše do najslabše (Bohanec, 2006).

Izhodišče je bilo vrednotenje z metodo Kepner-Tregoe (Kepner & Tregoe, 1981), kjer smo vrednotili alternative z opazovanjem in medsebojnim primerjanjem. Alternative po posameznih parametrih smo ocenjevali s točkami od 0 do 10, kjer 10 pomeni idealno, najboljšo, najbolj zaželeno vrednost, 0 pa najslabšo, najmanj zaželeno vrednost. Podobno smo s točkami od 1 do 10 določili uteži posameznih parametrov (Papler & Bojnec, 2016). Pri metodi K-T smo lahko določili uteži parametrov na dva načina: dogovorno, da ima najpomembnejši parameter neko konstantno utež, na primer 10, pogosto tudi 100. Uteži preostalih parametrov smo potem določili relevantno glede na najpomembnejši parameter. Druga možnost je bila, da smo uteži 100 (ali 100 %) porazdelili med vse parametre, kar pomeni, da smo uteži normirali na 100 %.

Pri metodi K-P smo združevali skupine parametrov. Pri 26 kriterijih na 4. nivoju smo dobili 12 skupin na 3. nivoju, 7 skupin na 2. nivoju in 3 glavne skupine – učinkovitost, ekologija, ekonomika in razvoj – na 1. nivoju. Z združevanjem skupin parametrov smo dobili uravnotežene in vplivne spremenljivke, ki so prikazane v tabeli 3. Z njimi smo zgradili strukturni model odločanja za toplotno črpalko.

Največji poudarek pri utežeh so imeli parametri letno grelno število, cena naložbe, hrup in subvencija. Rezultati primerjave toplotnih črpalk po metodi K-T so prikazani v tabeli 4. Po temeljiti analizi smo se odločili za toplotno črpalko Stiebel Eltron.

1. nivo	2. nivo	3. nivo	4. nivo	Metoda K-T	
1. Učinkovitost	1.1 Tehnične karakteristike	1.1.1 Stanje objekta	Velikost (tehnična in dejanska)	4	
			Starost	2	
		1.1.2 Tehnologija	Letno grelno število	10	
			1.1.3 Avtomatiziranost	Monitoring, nadzor in krmiljenje sistema	8
		1.1.4 Vdrževanja	Tehnološka temperatura	7	
			Zanesljivost naprav	6	
2. Ekologija	2.1 Okoljski vidik	2.1.1 Lokacija	Hrup zaradi delovanja naprave v okolju	9	
			Logistične in druge motnje v okolju	5	
			Izgled krajine	4	
		2.2 Osveščanje	2.2.1 Marketing in izobraževanje	Marketing	6
				Promocija dobrih praks	5
			2.2.2 Komuniciranje	Javno mnenje	5
	3. Ekonomika in razvoj	3.1 Prihranki	3.1.1 Prihranki	Cena električne energije	8
				Subvencija	9
				3.2 Stroški	3.2.1 Stroški
		Obratovni stroški	7		
		Vzdrževanje, servis	8		
		3.3 Raziskave in razvoj	3.3.1 Razvoj	Razvojni potencial	6
Izpopolnjevanje naprav	4				
3.3.2 Inovativnost, izboljšave	Možnost prenosa tehnologij			5	
3.4 Učinki	3.3.2. Ekonomski kazalniki	Širitev tehnoloških naprav	3		
		Interna stopnja donosnosti	8		
		Kaz. rentab. naložb	5		
			Doba vračanja naložbe	8	

Tabela 3: Združevanje skupin parametrov  
(Lastni vir)

Kronoterm Adapt		Euronom Exoair		Stiebel Eltron WPL 25A		Nibe f2025	
	Delež [%]		Delež [%]		Delež [%]		Delež [%]
UČINKOVITOST	26,4	UČINKOVITOST	25,8	UČINKOVITOST	27,0	UČINKOVITOST	25,8
EKOLOGIJA	22,1	EKOLOGIJA	20,2	EKOLOGIJA	22,7	EKOLOGIJA	20,9
EKONOMIKA	47,9	EKONOMIKA	45,4	EKONOMIKA	49,7	EKONOMIKA	47,2
Vsota	96,3	Vsota	91,4	Vsota	99,4	Vsota	93,9
<b>2. mesto</b>		<b>4. mesto</b>		<b>1. mesto</b>		<b>3. mesto</b>	

Tabela 4: Primerjava toplotnih črpalk po metodi K-T  
(Lastni vir)

Iz rezultatov temeljite analize smo se odločili za investicijo v toplotno črpalko Stiebel Eltron, saj je imela glede na izbrane kriterije največji delež.

Izvedli smo primerjavo, pri kateri se je spremenila cena naložbe v toplotno črpalko. Naložba v izbrano toplotno črpalko se je podražila v primerjavi z ostalimi toplotnimi črpalkami. Rezultati analize so predstavljeni v tabeli 5.

Kronoterm Adapt		Euronom Exoair		Stiebel Eltron WPL 25A		Nibe f2025	
	Delež [%]		Delež [%]		Delež [%]		Delež [%]
UČINKOVITOST	26,4	UČINKOVITOST	25,8	UČINKOVITOST	27,0	UČINKOVITOST	25,8
EKOLOGIJA	22,1	EKOLOGIJA	20,2	EKOLOGIJA	22,7	EKOLOGIJA	20,9
EKONOMIKA	48,5	EKONOMIKA	46,0	EKONOMIKA	48,5	EKONOMIKA	47,9
Vsota	96,9	Vsota	92,0	Vsota	98,2	Vsota	94,5
<b>2. mesto</b>		<b>4. mesto</b>		<b>1. mesto</b>		<b>3. mesto</b>	

Tabela 5: Primerjava toplotnih črpalk po metodi K-T, sprememba cene naložbe  
(Lastni vir)

Iz rezultatov analize vidimo, da je kljub spremembi cene naložbe še vedno najboljša izbira toplotna črpalka Stiebel Eltron.

Izvedli smo analizo, pri kateri smo spremenili subvencijo pri nakupu toplotne črpalke, saj se subvencije spreminjajo s časom ali jih ne podeljujejo. Rezultati analize so predstavljeni v tabeli 6.

Kronoterm Adapt		Euronom Exoair		Stiebel Eltron WPL 25A		Nibe f2025	
	Delež [%]		Delež [%]		Delež [%]		Delež [%]
UČINKOVITOST	26,4	UČINKOVITOST	25,8	UČINKOVITOST	27,0	UČINKOVITOST	25,8
EKOLOGIJA	22,1	EKOLOGIJA	20,2	EKOLOGIJA	22,7	EKOLOGIJA	20,9
EKONOMIKA	42,3	EKONOMIKA	39,9	EKONOMIKA	44,2	EKONOMIKA	41,7
Vsota	90,8	Vsota	85,9	Vsota	93,9	Vsota	88,3
<b>2. mesto</b>		<b>4. mesto</b>		<b>1. mesto</b>		<b>3. mesto</b>	

Tabela 6: Primerjava toplotnih črpalk po metodi K-T, sprememba subvencije  
(Lastni vir)

Iz rezultatov analize vidimo, da se je delež pri vseh toplotnih črpalkah znižal. Največji delež ima toplotna črpalka Stiebel Eltron.

## 5 PONUDBA

### 5.1 PONUDBA TOPLOTNE ČRPALKE ZRAK/VODA

Na podlagi odločitve, da izvedemo zamenjavo načina ogrevanja in s tem tudi prihranimo pri stroških ogrevanja, smo zbrali nekaj ponudb.

Odločili smo se za Stiebel Eltron toplotno črpalko, prikazano na sliki 5, z zaprtim hladilnim krogom, namenjena je izkoriščanju toplotne energije okoliškega zraka. Enota omogoča monovalentno delovanje in je namenjena zunanji postavitvi. Odlikuje jo izredno tiho in varčno obratovanje z največjim izkoristkom delovanja. TČ zrak/voda WPL 25 A ogreva prostore ter pripravlja toplo sanitarno vodo, z integrirano funkcijo hlajenja pa tudi učinkovito hladi prostore in s tem poskrbi za prijetno temperaturo v vašem domu skozi vse leto. Zaradi kvalitetnih sestavnih elementov ter posebne tehnologije inverter 3.0 tudi pri temperaturah, ki padejo precej pod točko ledišča, dosega prvorazredno učinkovitost. Naprava pri temperaturah pretoka 55 °C in 35 °C dosega celo A++ razred energijske učinkovitosti (podatki so v skladu z Uredbo EU št. 811/2013). Inverterska toplotna črpalka dosega visoke temperature ogrevanja (do 65 °C) in je rešitev za vgradnjo v starejše objekte z radiatorskim sistemom. Naprava je prilagodljiva dejanskim potrebam po ogrevanju objekta. Ponuja tudi številne druge možnosti vgradnje. Primerna je tako za novogradnje, manjše in večje objekte, eno- ali več družinske hiše (Finance, 2017).



Slika 5: Toplotna črpalka Stiebel Eltron  
(Vir: Stiebel Eltron, 2022)

V sklopu toplotne črpalke je dobavljena regulacija WPM sistema z osvetljenim signalizacijskim in tekstovnim zaslonom v slovenskem jeziku. Ima možnost nastavitve parametrov, urnikov in temperatur. Regulacija prikazuje narejeno energijo s toplotno črpalko in porabo električne energije toplotne črpalke za celoten čas delovanja in za



trenutni dan. Regulacija krmili 1 direktni, 2 mešalna ogrevalna kroga ter ogrevanje tople sanitarne vode.

Tehnični podatki:

- toplotna moč pri A+2/W35 - 13,64 kW (EN14511),
- izkoristek delovanja pri A+2/W35 - COP 4,17 (EN14511),
- toplotna moč pri A-7/W35 - 12,86 kW (EN14511),
- izkoristek delovanja pri A-7/W35 - COP 2,93 (EN14511),
- toplotna moč pri A-15/W35 - 12,05 kW (EN14511),
- izkoristek delovanja pri A-15/W35 - COP 2,69 (EN14511),
- največja temperatura pretoka 65 °C do –20 °C zunanje temperature,
- glasnost delovanja 56 dB(A) (EN12102),
- razred učinkovitosti delovanja A++/A++ (W55/W35).

Kotlovnica:

- demontaža obstoječe opreme,
- dobava in montaža nove naprave,
- sistem za regulacijo temperature mrežne vode,
- števec proizvedene toplote,
- inštalacijska dela,
- postavitve zalogovnika,
- izvedba elektroinštalacijskih del,
- zagon in regulacija opreme.

## 5.2 CILJI IN PREDNOSTI PRENOVE

Cilji in prednosti prenove ter investicije:

- vgradnja najmodernejših in energetsko učinkovitejših opreme,
- oprema kakovostnih proizvajalcev,
- manjše število okvar,
- povečanje zanesljivosti in kakovosti dobave toplote,
- prihranek energije v enakem obdobju – ocenjeno cenejše ogrevanje za 45 % glede na sedanje stanje,
- okoljski vpliv.

## 6 SOFINANCIRANJE TOPLOTNE ČRPALKE

Javni poziv naslavlja nepovratne finančne spodbude občankam in občanom za rabo OVE in večjo energetske učinkovitost stanovanjskih stavb na celotnem ozemlju Republike Slovenije. Namen javnega poziva so povečanje rabe OVE in večja energijska učinkovitost v stanovanjskih stavbah ter zmanjšanje prekomerne onesnaženosti zraka z delci PM10 ter s tem izboljšanje kakovosti zraka. Nova naložba je naložba za izvedbo enega ali več navedenih ukrepov v nadaljevanju, ki so bili izvedeni v času trajanja javnega poziva (Eko sklad, 2022).

»Ukrepi, za katere se prizna spodbuda po tem javnem pozivu so:

- vgradnja solarnega ogrevalnega sistema v stavbi,
- vgradnja kurilne naprave na lesno biomaso za centralno ogrevanje stavbe,
- vgradnja toplotne črpalke za centralno ogrevanje stanovanjske stavbe,
- zamenjava toplotne postaje ali vgradnja toplotne postaje za priklop na sistem daljinskega ogrevanja eno ali dvostanovanjske stavbe,
- vgradnja energijsko učinkovitih lesenih oken v starejši stavbi,
- toplotna izolacija fasa de starejše eno ali dvostanovanjske stavbe,
- toplotna izolacija ravne strehe, poševne strehe ali stropa proti neogrevanemu prostoru/podstrešju v starejši stavbi,
- toplotna izolacija tal na terenu ali tal nad neogrevanim prostorom/kletjo v starejši eno ali dvostanovanjski stavbi,
- vgradnja prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka v stavbi« (Eko sklad, 2022).

Za javni poziv lahko kot vlagatelj kandidira vsaka fizična oseba oz. občan, ki je investitor in:

- lastnik ali solastnik nepremičnine, stanovanjske stavbe ali stanovanja v večstanovanjski stavbi, kjer bo izveden poseg, ki je predmet javnega poziva,
- imetnik stavbne pravice na nepremičnini, kjer bo izveden poseg, ki je predmet javnega poziva,
- družinski član lastnika nepremičnine, stanovanjske stavbe ali stanovanja v večstanovanjski stavbi, kjer bo izveden poseg, ki je predmet javnega poziva,
- najemnik nepremičnine, stanovanjske stavbe ali stanovanja v večstanovanjski stavbi, kjer bo izveden poseg, ki je predmet javnega poziva.

Stanovanjska stavba oz. stanovanje, nepremičnina, kjer bo izveden poseg, ki je predmet tega javnega poziva, mora biti v izključni lasti fizične osebe.

Kot fizična oseba po javnem pozivu ne šteje samostojni podjetnik ali fizična oseba, ki samostojno opravlja dejavnost kot poklic oz. je registrirana za opravljanje dejavnosti na podlagi posebnega zakona.

Pravico do nepovratne finančne spodbude se dodeli za nakup in vgradnjo električne, plinske ali hibridne toplotne črpalke za centralno ogrevanje stanovanjske stavbe (kombinirani grelniki s TČ, TČ za ogrevanje prostorov). Toplotna črpalka mora dosegati predpisan nivo sezonske energijske učinkovitosti ogrevanja prostorov v povprečnih podnebnih razmerah. Ustreznost TČ bo preverjena na podlagi podatkovnega lista TČ, skladnega z Delegirano uredbo Komisije (EU) št. 811/2013, spremenjene z Delegirano uredbo Komisije (EU) št. 518/2014 oziroma z drugim ustreznim dokazilom.

Višina nepovratne finančne spodbude znaša do 20 % priznanih stroškov naložbe, vendar ne več kot:

- 2500 € za ogrevalno TČ tipa voda/voda ali slanica (kot npr. zemlja/voda,
- 1000 € za ogrevalno TČ tipa zrak/voda pri prvi vgradnji ogrevalnega sistema v stanovanjski stavbi oziroma če TČ ne bo zamenjala stare kurilne naprave, in sicer na celotnem ozemlju RS.

Višina nepovratne finančne spodbude znaša do 40 % priznanih stroškov naložbe, vendar ne več kot:

- 4000 € za ogrevalno TČ tipa voda/voda ali slanica (kot npr. zemlja)/voda,
- 2500 € za ogrevalno TČ tipa zrak/voda pri zamenjavi stare kurilne naprave z novo TČ na območjih občin, kjer ni sprejet Odlok o načrtu za kakovost zraka.

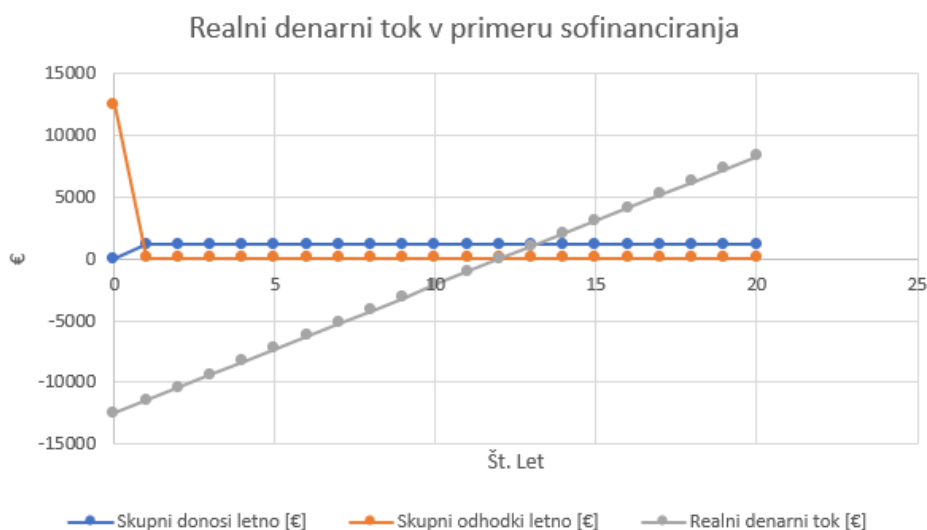
Višina nepovratne finančne spodbude znaša do 50 % priznanih stroškov naložbe, vendar ne več kot:

- 5000 € za ogrevalno TČ tipa voda/voda ali slanica (kot npr. zemlja)/voda,
- 3200 € za ogrevalno TČ tipa zrak/voda pri zamenjavi stare kurilne naprave z novo TČ na območjih občin, ki imajo sprejet Odlok o načrtu za kakovost zraka« (Eko sklad, 2022).

Na začetku leta 2022, ko smo se odločili za investicijo zamenjave načina ogrevanja stanovanjske hiše, Eko sklad ni ponujal subvencij, tako da ta opcija za nas ni bila možna. V primeru da bi dobili subvencijo v višini 2500 €, bi se doba vračanja naložbe zmanjšala za 2,4 leta na 12,02 let. Izračun realnega denarnega toka v primeru sofinanciranja prikazujeta tabela 7 in slika 6.

Realni denarni tok v primeru sofinanciranja						
i [št. Let]	leto	Skupni donosi Sd [€]	Skupni odhodki So [€]	Neto skupni donos Ndt [€]	Skupni denarni tok Kdt [€]	Realni denarni tok Rdt [€]
0	2022	0	12500	0	0	-12500
1	2023	1125	85	1040	1040	-11460
2	2024	1125	85	1040	2080	-10420
3	2025	1125	85	1040	3120	-9380
4	2026	1125	85	1040	4160	-8340
5	2027	1125	85	1040	5200	-7300
6	2028	1125	85	1040	6240	-6260
7	2029	1125	85	1040	7280	-5220
8	2030	1125	85	1040	8320	-4180
9	2031	1125	85	1040	9360	-3140
10	2032	1125	85	1040	10400	-2100
11	2033	1125	85	1040	11440	-1060
12	2034	1125	85	1040	12480	-20
13	2035	1125	85	1040	13520	1020
14	2036	1125	85	1040	14560	2060
15	2037	1125	85	1040	15600	3100
16	2038	1125	85	1040	16640	4140
17	2039	1125	85	1040	17680	5180
18	2040	1125	85	1040	18720	6220
19	2041	1125	85	1040	19760	7260
20	2042	1125	85	1040	20800	8300
		22500	14200			
Sv = Sd - So [€]			<b>8300</b>			

Tabela 7: Realni denarni tok v primeru sofinanciranja  
(Lastni vir)



Slika 6: Realni denarni tok v primeru sofinanciranja  
(Lastni vir)

## 7 FINANČNA STRUKTURA IN EKONOMSKE METODE INVESTICIJE PROJEKTA

### 7.1 LETNI STROŠKI OGREVANJA

Objekt smo do sedaj ogrevali s kurilnim oljem, kar je zaradi naraščajočih cen goriva predstavljalo vse večji strošek za gospodinjstvo. Tabela 8 predstavlja aktualen strošek ogrevanja za preteklo ogrevalno sezono.

Bivalna površina 200 m <sup>2</sup>	poraba kurilnega olja [l/leto]	Fiksni del [€]	Variabilni del [€]	Skupaj [€]
Kurilno olje	2500	150,00	2.350	2.500

*Tabela 8: Letni stroški ogrevanja – obstoječe stanje*  
(Lastni vir)

### 7.2 EKONOMIKA OGREVALNEGA SISTEMA

Vrednost investicije N [€]: 15000,00  
 Amortizacijska doba [let]: 20,00  
 Amortizacija letno [€/leto]: 750,00  
 Obstoječi stroški letno [€]: 2500,00

Pri odločitvi za investicijo v toplotno črpalko smo izvedli temeljito ekonomsko analizo stroškov s toplotno črpalko in prihrankov v primerjavi s sedanjim načinom ogrevanja na kurilno olje. Tabela 9 prikazuje strošek električne energije za toplotno črpalko.

Električna energija [kWh]	Cena [€/kWh]	Strošek [€/leto]
8594	0,16	1375

*Tabela 9: Strošek električne energije za toplotno črpalko*  
(Lastni vir)

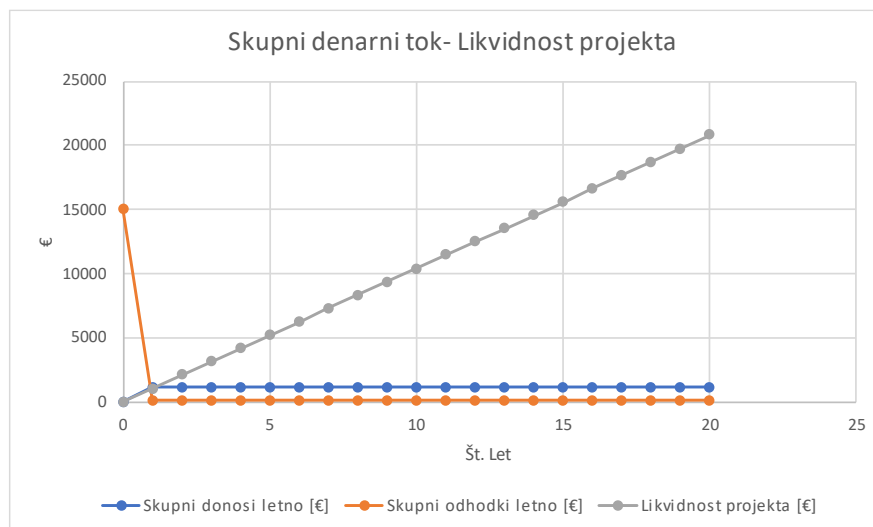
Tabela 10 prikazuje izračun prihrankov pri prehodu s kurilnega olja na ogrevanje s toplotno črpalko za obdobje 1 leta.

Električna energija	Kurilno olje
8594 kWh	2500 l
0,16 €/kWh	1 €/l
1375 €	2500 €
<b>Prihranki</b>	
1125 €	

Tabela 10: Prihranki pri spremembi ogrevanja  
(Lastni vir)

### 7.2.1 SKUPNI DENARNI TOK

Skupni denarni tok zajema vse donose in odhodke, torej tudi lastna in tuja sredstva in naložbe, ki se pojavljajo v življenjski dobi projekta, se pravi v dobi izgradnje in izkoriščanja (Bizjak, 2008). Na sliki 7 je prikazana grafična likvidnost projekta. Tabela 11 prikazuje skupni denarni tok oz. likvidnost projekta.



Slika 7: Skupni denarni tok – likvidnost projekta  
(Lastni vir)

Skupni denarni tok (likvidnost projekta)					
i [Št. Let]	leto	Skupni donosi Sd [€]	Skupni odhodki So [€]	Neto skupni donos Ndt [€]	Skupni denarni tok Kdt [€]
0	2022	0	15000	0	0
1	2023	1125	85	1040	1040
2	2024	1125	85	1040	2080
3	2025	1125	85	1040	3120
4	2026	1125	85	1040	4160
5	2027	1125	85	1040	5200
6	2028	1125	85	1040	6240
7	2029	1125	85	1040	7280
8	2030	1125	85	1040	8320
9	2031	1125	85	1040	9360
10	2032	1125	85	1040	10400
11	2033	1125	85	1040	11440
12	2034	1125	85	1040	12480
13	2035	1125	85	1040	13520
14	2036	1125	85	1040	14560
15	2037	1125	85	1040	15600
16	2038	1125	85	1040	16640
17	2039	1125	85	1040	17680
18	2040	1125	85	1040	18720
19	2041	1125	85	1040	19760
20	2042	1125	85	1040	20800
		22500	16700		
		Sv = Sd - So [€]		5800	

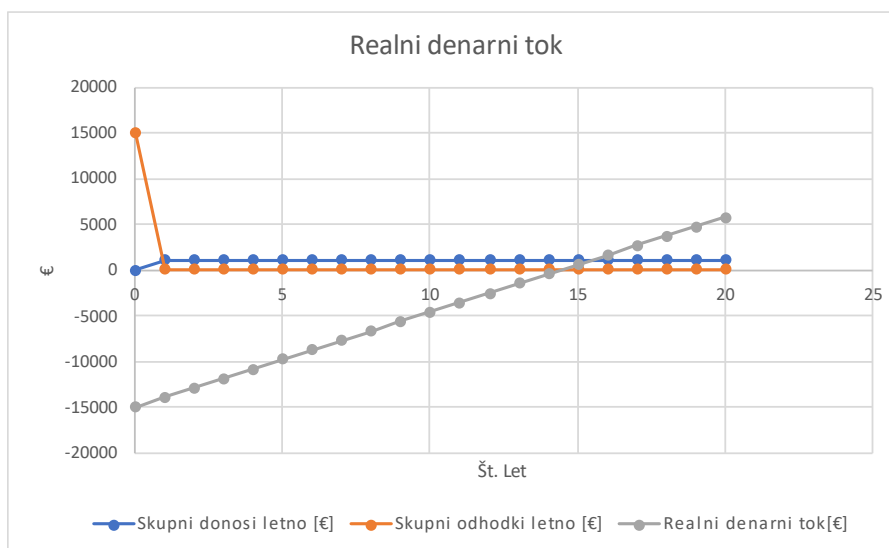
Tabela 11: Skupni denarni tok  
(Lastni vir)

## 7.2.2 REALNI DENARNI TOK

Realni denarni tok predstavlja vse prihodke in odhodke s stališča investitorja v življenjski dobi projekta (Bizjak, 2008). Tabela 12 prikazuje realni denarni tok.

Realni denarni tok						
i [št. Let]	leto	Skupni donosi Sd [€]	Skupni odhodki So [€]	Neto skupni donos Ndt [€]	Skupni denarni tok Kdt [€]	Realni denarni tok Rdt [€]
0	2022	0	15000	0	0	-15000
1	2023	1125	85	1040	1040	-13960
2	2024	1125	85	1040	2080	-12920
3	2025	1125	85	1040	3120	-11880
4	2026	1125	85	1040	4160	-10840
5	2027	1125	85	1040	5200	-9800
6	2028	1125	85	1040	6240	-8760
7	2029	1125	85	1040	7280	-7720
8	2030	1125	85	1040	8320	-6680
9	2031	1125	85	1040	9360	-5640
10	2032	1125	85	1040	10400	-4600
11	2033	1125	85	1040	11440	-3560
12	2034	1125	85	1040	12480	-2520
13	2035	1125	85	1040	13520	-1480
14	2036	1125	85	1040	14560	-440
15	2037	1125	85	1040	15600	600
16	2038	1125	85	1040	16640	1640
17	2039	1125	85	1040	17680	2680
18	2040	1125	85	1040	18720	3720
19	2041	1125	85	1040	19760	4760
20	2042	1125	85	1040	20800	5800
		22500	16700			
		Sv = Sd - So [€]		5800		

Tabela 12: Realni denarni tok  
(Lastni vir)



Slika 8: Realni denarni tok  
(Lastni vir)



Slika 8 nam prikazuje dobo vračanja naložbe. Kot je razvidno, bo naložba povrnjena med 14. in 15. letom, kar je sprejemljivo. Natančen izračun je razviden iz naslednje enačbe:

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{N}{Sd - So} = 15000/1040 = 14,42 \text{ let}$$

Legenda:

EVS – doba vračanja naložbe

N – vrednost naložbe

Sd – donosi v letu

So – odhodki v letu

Naša naložba se povrne v 14,42 letih.

### 7.2.3 SEDANJA VREDNOST PROJEKTA

Sedanja vrednost projekta nam pove, koliko je projekt vreden danes. Do tega podatka pridemo s pomočjo metode sedanje vrednosti projekta:

$$SV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1 + r)^i}$$

Legenda:

SV – sedanja vrednost projekta

i – tekoči indeks časovnih obdobj

n – število obdobj v življenjski dobi delovanja

r – diskontna stopnja

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

V kolikor je izpolnjen pogoj  $SV \geq 0$ , pravimo, da je projekt sprejemljiv (Bizjak, 2008).

Tabela 13 prikazuje sedanjo vrednost projekta z upoštevanjem diskontne stopnje.

Sedanja vrednost projekta SV								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja (1+r) <sup>i</sup>	diskontni faktor 1/(1+r) <sup>i</sup>	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r
0	2022	0	15000	0,03	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1125	85	0,03	1,03	0,97	1092,23	82,52
2	2024	1125	85	0,03	1,06	0,94	1060,42	80,12
3	2025	1125	85	0,03	1,09	0,92	1029,53	77,79
4	2026	1125	85	0,03	1,13	0,89	999,55	75,52
5	2027	1125	85	0,03	1,16	0,86	970,43	73,32
6	2028	1125	85	0,03	1,19	0,84	942,17	71,19
7	2029	1125	85	0,03	1,23	0,81	914,73	69,11
8	2030	1125	85	0,03	1,27	0,79	888,09	67,10
9	2031	1125	85	0,03	1,30	0,77	862,22	65,15
10	2032	1125	85	0,03	1,34	0,74	837,11	63,25
11	2033	1125	85	0,03	1,38	0,72	812,72	61,41
12	2034	1125	85	0,03	1,43	0,70	789,05	59,62
13	2035	1125	85	0,03	1,47	0,68	766,07	57,88
14	2036	1125	85	0,03	1,51	0,66	743,76	56,20
15	2037	1125	85	0,03	1,56	0,64	722,09	54,56
16	2038	1125	85	0,03	1,60	0,62	701,06	52,97
17	2039	1125	85	0,03	1,65	0,61	680,64	51,43
18	2040	1125	85	0,03	1,70	0,59	660,82	49,93
19	2041	1125	85	0,03	1,75	0,57	641,57	48,47
20	2042	1125	85	0,03	1,81	0,55	622,89	47,06
Skupaj		22500	16700				16737,16	16264,59
SV= Sd - So		5800				NSV	472,57	

Tabela 13: Sedanja vrednost projekta z diskontiranjem  
(Lastni vir)

Diskontne vrednosti skupnih donosov morajo biti večje od diskontnih vrednosti skupnih odhodkov. V našem primeru celotni odhodki pomenijo naložbo v sorazmerni del nove kotlovnice, celotni prihodki pa pomenijo razliko v prihrankih med kurjavo na kurilno olje in kurjavo na sekance, neto učinki po poročanju stroškov.

Upoštevamo diskontno stopnjo 3 % za izračun sedanje vrednosti naložbe (koliko sredstev moramo imeti danes, da bi v zadanem času ob donosnosti dosegli prihodnjo vrednost). Torej ocenili smo, da bi v primeru nalaganja sredstev na banki dobili 3 % obresti.

## 7.2.4 INTERNA STOPNJA DONOSNOSTI

ISD izračunamo po metodi interne stopnje donosnosti. Gre za kazalnik interne donosnosti projekta, kazalnik učinkovitosti. Upoštevamo, da je sedanja vrednost enaka nič, torej izenačeni so vsi donosi in odhodki v celotni dobi delovanja (Bizjak, 2008).

$$0 = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{(Sd - So)}{(1+r)^i}$$

Legenda:

- i – tekoči indeks časovnih obdobj
- n – število obdobj v življenjski dobi delovanja
- r – diskontna stopnja
- Sd – skupni donosi
- So – skupni odhodki

Diskontna stopnja ni vnaprej določena, ampak jo je potrebno izračunati. R izračunamo s postopkom diskontiranja in z metodo interpolacije. Želimo se namreč približati tisti diskontni stopnji, ki nam izpolni v pogoj, to je vrednost nič.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSV_p}{NSV_p - NSV_n} = 3 + (4 - 3) \cdot \frac{472,57}{472,57 - (-866,06)} = 3,35 \%$$

Pri diskontni stopnji 3 % v tabeli 14 je vrednost donosov NSV = 472,57 € in pri diskontni stopnji 4 % v tabeli 15 je vrednost donosov NSV = -866,06 €. Interna stopnja donosnosti znaša 3,35 %.

Interna stopnja donosa ISD 1, diskontiranje								
i [St. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja (1+r)	diskontni faktor 1/(1+r)	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r
0	2022	0	15000	0,03	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1125	85	0,03	1,03	0,97	1092,23	82,52
2	2024	1125	85	0,03	1,06	0,94	1060,42	80,12
3	2025	1125	85	0,03	1,09	0,92	1029,53	77,79
4	2026	1125	85	0,03	1,13	0,89	999,55	75,52
5	2027	1125	85	0,03	1,16	0,86	970,43	73,32
6	2028	1125	85	0,03	1,19	0,84	942,17	71,19
7	2029	1125	85	0,03	1,23	0,81	914,73	69,11
8	2030	1125	85	0,03	1,27	0,79	888,09	67,10
9	2031	1125	85	0,03	1,30	0,77	862,22	65,15
10	2032	1125	85	0,03	1,34	0,74	837,11	63,25
11	2033	1125	85	0,03	1,38	0,72	812,72	61,41
12	2034	1125	85	0,03	1,43	0,70	789,05	59,62
13	2035	1125	85	0,03	1,47	0,68	766,07	57,88
14	2036	1125	85	0,03	1,51	0,66	743,76	56,20
15	2037	1125	85	0,03	1,56	0,64	722,09	54,56
16	2038	1125	85	0,03	1,60	0,62	701,06	52,97
17	2039	1125	85	0,03	1,65	0,61	680,64	51,43
18	2040	1125	85	0,03	1,70	0,59	660,82	49,93
19	2041	1125	85	0,03	1,75	0,57	641,57	48,47
20	2042	1125	85	0,03	1,81	0,55	622,89	47,06
Skupaj		22500	16700				16737,16	16264,59
SV= Sd - So		5800					NSV	472,57

Tabela 14: Interna stopnja donosa ISD 1, diskontiranje, r = 3 %  
(Lastni vir)

Interna stopnja donosa ISD 2, diskontiranje								
i [Št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja (1+r) <sup>i</sup>	diskontni faktor 1/(1+r) <sup>i</sup>	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2022	0	15000	0,04	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1125	85	0,04	1,04	0,96	1081,73	81,73
2	2024	1125	85	0,04	1,08	0,92	1040,13	78,59
3	2025	1125	85	0,04	1,12	0,89	1000,12	75,56
4	2026	1125	85	0,04	1,17	0,85	961,65	72,66
5	2027	1125	85	0,04	1,22	0,82	924,67	69,86
6	2028	1125	85	0,04	1,27	0,79	889,10	67,18
7	2029	1125	85	0,04	1,32	0,76	854,91	64,59
8	2030	1125	85	0,04	1,37	0,73	822,03	62,11
9	2031	1125	85	0,04	1,42	0,70	790,41	59,72
10	2032	1125	85	0,04	1,48	0,68	760,01	57,42
11	2033	1125	85	0,04	1,54	0,65	730,78	55,21
12	2034	1125	85	0,04	1,60	0,62	702,67	53,09
13	2035	1125	85	0,04	1,67	0,60	675,65	51,05
14	2036	1125	85	0,04	1,73	0,58	649,66	49,09
15	2037	1125	85	0,04	1,80	0,56	624,67	47,20
16	2038	1125	85	0,04	1,87	0,53	600,65	45,38
17	2039	1125	85	0,04	1,95	0,51	577,54	43,64
18	2040	1125	85	0,04	2,03	0,49	555,33	41,96
19	2041	1125	85	0,04	2,11	0,47	533,97	40,34
20	2042	1125	85	0,04	2,19	0,46	513,44	38,79
Skupaj		22500	16700				15289,12	16155,18
SV= Sd - So		5800				NSV	-866,06	

Tabela 15: Interna stopnja donosa ISD 2, diskontiranje,  $r = 4\%$   
(Lastni vir)

## 7.2.5 EKONOMSKI KAZALNIKI UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI

### Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti

Kazalnik gospodarnosti oblikuje odnos med poslovnimi učinki in stroški (Papler, 2021).

$$E = \frac{Sd}{So} = \frac{16737,16}{16264,59} = 1,03 \quad (r = 3\%)$$

Legenda:

E – kazalnik gospodarnosti

Sd – skupni donos projekta

So – skupni odhodki projekta

Kazalnik pove, da smo v poslovnem procesu ustvarili več, kot smo porabili.

### Kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnost naložb

Kazalnik donosnosti naložb opredelimo kot razmerje med dobičkom in vloženim kapitalom in ga izrazimo v %. Opredeljuje uspešnost poslovanja v finančnem pomenu (Papler, 2021).

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100(\%) = \frac{472,57}{15.000} \cdot 100 = 3,15 \% (r = 3 \%)$$

Legenda:

D – kazalnik donosnosti naložb ali rentabilnosti

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

N – vrednost naložbe

### Kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnosti vseh sredstev

Kazalnik nam prikaže letni donos v odstotkih od skupnih odhodkov za naložbo. Če je > 0, pomeni, da je naložba rentabilna (Papler, 2021).

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100 (\%) = \frac{472,57}{16.264,59} \cdot 100 = 2,91 \% (r = 3 \%)$$

Legenda:

Do – kazalnik donosnosti odhodkov ali rentabilnost

Sd – skupni donosi

So – skupni odhodki

## 7.2.6 ANALIZA OBČUTLJIVOSTI

Investicijo smo analizirali na primeru zmanjšanja prihrankov za 10 % zaradi dviga cene energentov. Pri diskontni stopnji  $r = 2\%$  v tabeli 16 je neto sedanja vrednost pozitivna, pri diskontni stopnji  $r = 3\%$  v tabeli 17 je neto sedanja vrednost negativna.

Interna stopnja donosa ISD 3, nižji prihranki								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja $(1+r)^i$	diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r
0	2022	0	15000	0,02	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1012,5	85	0,02	1,02	0,98	992,65	83,33
2	2024	1012,5	85	0,02	1,04	0,96	973,18	81,70
3	2025	1012,5	85	0,02	1,06	0,94	954,10	80,10
4	2026	1012,5	85	0,02	1,08	0,92	935,39	78,53
5	2027	1012,5	85	0,02	1,10	0,91	917,05	76,99
6	2028	1012,5	85	0,02	1,13	0,89	899,07	75,48
7	2029	1012,5	85	0,02	1,15	0,87	881,44	74,00
8	2030	1012,5	85	0,02	1,17	0,85	864,16	72,55
9	2031	1012,5	85	0,02	1,20	0,84	847,21	71,12
10	2032	1012,5	85	0,02	1,22	0,82	830,60	69,73
11	2033	1012,5	85	0,02	1,24	0,80	814,32	68,36
12	2034	1012,5	85	0,02	1,27	0,79	798,35	67,02
13	2035	1012,5	85	0,02	1,29	0,77	782,70	65,71
14	2036	1012,5	85	0,02	1,32	0,76	767,35	64,42
15	2037	1012,5	85	0,02	1,35	0,74	752,30	63,16
16	2038	1012,5	85	0,02	1,37	0,73	737,55	61,92
17	2039	1012,5	85	0,02	1,40	0,71	723,09	60,70
18	2040	1012,5	85	0,02	1,43	0,70	708,91	59,51
19	2041	1012,5	85	0,02	1,46	0,69	695,01	58,35
20	2042	1012,5	85	0,02	1,49	0,67	681,38	57,20
Skupaj		20250	16700				16555,83	16389,87
SV= Sd - So		3550				NSV	165,95	

Tabela 16: Interna stopnja donosnosti, 10 % nižji prihranki,  $r = 2\%$   
(Lastni vir)

Interna stopnja donosa ISD 4, nižji prihranki								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja (1+r) <sup>i</sup>	diskontni faktor 1/(1+r) <sup>i</sup>	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r
0	2022	0	15000	0,03	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1012,5	85	0,03	1,03	0,97	983,01	82,52
2	2024	1012,5	85	0,03	1,06	0,94	954,38	80,12
3	2025	1012,5	85	0,03	1,09	0,92	926,58	77,79
4	2026	1012,5	85	0,03	1,13	0,89	899,59	75,52
5	2027	1012,5	85	0,03	1,16	0,86	873,39	73,32
6	2028	1012,5	85	0,03	1,19	0,84	847,95	71,19
7	2029	1012,5	85	0,03	1,23	0,81	823,26	69,11
8	2030	1012,5	85	0,03	1,27	0,79	799,28	67,10
9	2031	1012,5	85	0,03	1,30	0,77	776,00	65,15
10	2032	1012,5	85	0,03	1,34	0,74	753,40	63,25
11	2033	1012,5	85	0,03	1,38	0,72	731,45	61,41
12	2034	1012,5	85	0,03	1,43	0,70	710,15	59,62
13	2035	1012,5	85	0,03	1,47	0,68	689,46	57,88
14	2036	1012,5	85	0,03	1,51	0,66	669,38	56,20
15	2037	1012,5	85	0,03	1,56	0,64	649,89	54,56
16	2038	1012,5	85	0,03	1,60	0,62	630,96	52,97
17	2039	1012,5	85	0,03	1,65	0,61	612,58	51,43
18	2040	1012,5	85	0,03	1,70	0,59	594,74	49,93
19	2041	1012,5	85	0,03	1,75	0,57	577,41	48,47
20	2042	1012,5	85	0,03	1,81	0,55	560,60	47,06
Skupaj		20250	16700				15063,44	16264,59
SV= Sd - So		3550				NSV	-1201,14	

Tabela 17: Interna stopnja donosnosti, 10 % nižji prihranki,  $r = 3\%$   
(Lastni vir)

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} = 2 + (3 - 2) \cdot \frac{165,95}{165,95 - (-1201,14)} = 2,12\%$$

V primeru da pride do 10 % nižjih prihrankov, znaša interna stopnja donosnosti naložbe 2,12 %.

Investicijo smo analizirali tudi na primeru povečanja dohodkov za 10 % ter izračunali interno stopnjo donosnosti. Pri diskontni stopnji  $r = 3\%$  v tabeli 18 je neto sedanja vrednost pozitivna, pri diskontni stopnji  $r = 4\%$  v tabeli 19 je neto sedanja vrednost negativna.

V primeru da pride do 10 % višjih odhodkov, znaša interna stopnja donosnosti naložbe 3,26 %.

Interna stopnja donosa ISD 7, višji odhodki								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja $(1+r)^i$	diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2022	0	15000	0,03	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1125,00	93,5	0,03	1,03	0,97	1092,23	90,78
2	2024	1125,00	93,5	0,03	1,06	0,94	1060,42	88,13
3	2025	1125,00	93,5	0,03	1,09	0,92	1029,53	85,57
4	2026	1125,00	93,5	0,03	1,13	0,89	999,55	83,07
5	2027	1125,00	93,5	0,03	1,16	0,86	970,43	80,65
6	2028	1125,00	93,5	0,03	1,19	0,84	942,17	78,30
7	2029	1125,00	93,5	0,03	1,23	0,81	914,73	76,02
8	2030	1125,00	93,5	0,03	1,27	0,79	888,09	73,81
9	2031	1125,00	93,5	0,03	1,30	0,77	862,22	71,66
10	2032	1125,00	93,5	0,03	1,34	0,74	837,11	69,57
11	2033	1125,00	93,5	0,03	1,38	0,72	812,72	67,55
12	2034	1125,00	93,5	0,03	1,43	0,70	789,05	65,58
13	2035	1125,00	93,5	0,03	1,47	0,68	766,07	63,67
14	2036	1125,00	93,5	0,03	1,51	0,66	743,76	61,81
15	2037	1125,00	93,5	0,03	1,56	0,64	722,09	60,01
16	2038	1125,00	93,5	0,03	1,60	0,62	701,06	58,27
17	2039	1125,00	93,5	0,03	1,65	0,61	680,64	56,57
18	2040	1125,00	93,5	0,03	1,70	0,59	660,82	54,92
19	2041	1125,00	93,5	0,03	1,75	0,57	641,57	53,32
20	2042	1125,00	93,5	0,03	1,81	0,55	622,89	51,77
Skupaj		22500	16870				16737,16	16391,04
SV= Sd - So		5630				NSV	346,12	

Tabela 18: Interna stopnja donosnosti, višji odhodki za 10 %,  $r = 3\%$   
(Lastni vir)

Interna stopnja donosa ISD 8, višji odhodki								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja $(1+r)^i$	diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2022	0	15000	0,04	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1125,00	93,5	0,04	1,04	0,96	1081,73	89,90
2	2024	1125,00	93,5	0,04	1,08	0,92	1040,13	86,45
3	2025	1125,00	93,5	0,04	1,12	0,89	1000,12	83,12
4	2026	1125,00	93,5	0,04	1,17	0,85	961,65	79,92
5	2027	1125,00	93,5	0,04	1,22	0,82	924,67	76,85
6	2028	1125,00	93,5	0,04	1,27	0,79	889,10	73,89
7	2029	1125,00	93,5	0,04	1,32	0,76	854,91	71,05
8	2030	1125,00	93,5	0,04	1,37	0,73	822,03	68,32
9	2031	1125,00	93,5	0,04	1,42	0,70	790,41	65,69
10	2032	1125,00	93,5	0,04	1,48	0,68	760,01	63,17
11	2033	1125,00	93,5	0,04	1,54	0,65	730,78	60,74
12	2034	1125,00	93,5	0,04	1,60	0,62	702,67	58,40
13	2035	1125,00	93,5	0,04	1,67	0,60	675,65	56,15
14	2036	1125,00	93,5	0,04	1,73	0,58	649,66	53,99
15	2037	1125,00	93,5	0,04	1,80	0,56	624,67	51,92
16	2038	1125,00	93,5	0,04	1,87	0,53	600,65	49,92
17	2039	1125,00	93,5	0,04	1,95	0,51	577,54	48,00
18	2040	1125,00	93,5	0,04	2,03	0,49	555,33	46,15
19	2041	1125,00	93,5	0,04	2,11	0,47	533,97	44,38
20	2042	1125,00	93,5	0,04	2,19	0,46	513,44	42,67
Skupaj		22500	16870				15289,12	16270,70
SV= Sd - So		5630				NSV	-981,58	
ISD		3,26%						

Tabela 19: Interna stopnja donosnosti, višji odhodki za 10 %,  $r = 4\%$   
(Lastni vir)



## 7.2.7 ANALIZA COST BENEFIT, OKOLJSKI VPLIV

Tabela 20 prikazuje analizo Cost benefit in posledično tudi okoljski vpliv zamenjave kurilnega olja na ogrevanje s toplotno črpalko.

Proces	Letna poraba	Izpust CO <sub>2</sub>		Vrednost izpusta	Okoljske koristi		
	[MWh]	[kg/MWh]	[kg/leto]		[kg/20 let]	[€/leto]	[€/20 let]
kurilno olje	23,00	270,00	6210,00	124200,00	0,08	496,80	9936,00
toplotna črpalka	20,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
Razlika	3,00		6210,00	124200,00		496,80	9936,00

*Tabela 20: Analiza Cost benefit  
(Lastni vir)*

Iz tabele ugotovimo, da pri toplotni črpalki ni izpusta CO<sub>2</sub>, pri kurilnem olju pa izpust znaša 6210 kg CO<sub>2</sub> na leto. Gre za velik prispevek k trajnostni naravnosti ohranjanja okolja.

Cenovno to pomeni 496,8 € ovrednotene okoljske koristi letno. Vrednost 1 kg = 0,08 € (Daugul, 2022).

Naredili smo tudi analizo, kjer smo pri donosih upoštevali okoljske koristi, ki jih pridobimo z menjavo načina ogrevanja. Rezultati so predstavljeni v tabeli 21 in tabeli 22.

Če pri interni stopnji donosnosti upoštevamo tudi okoljske koristi, znaša ISD 8,08 %.

Kazalnik gospodarnosti oz. ekonomičnosti (E) v tem primeru znaša 1,11. Donosnost naložbe (D) znaša 5,90 %, donosnost odhodkov (Do) pa 5,59 %. Doba vračanja (t) v tem primeru znaša 9,76 let.

Interna stopnja donosa ISD 5, CBA								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja $(1+r)^i$	diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2022	0	15000	0,08	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1621,80	85	0,08	1,08	0,93	1501,67	78,70
2	2024	1621,80	85	0,08	1,17	0,86	1390,43	72,87
3	2025	1621,80	85	0,08	1,26	0,79	1287,44	67,48
4	2026	1621,80	85	0,08	1,36	0,74	1192,07	62,48
5	2027	1621,80	85	0,08	1,47	0,68	1103,77	57,85
6	2028	1621,80	85	0,08	1,59	0,63	1022,01	53,56
7	2029	1621,80	85	0,08	1,71	0,58	946,30	49,60
8	2030	1621,80	85	0,08	1,85	0,54	876,21	45,92
9	2031	1621,80	85	0,08	2,00	0,50	811,30	42,52
10	2032	1621,80	85	0,08	2,16	0,46	751,21	39,37
11	2033	1621,80	85	0,08	2,33	0,43	695,56	36,46
12	2034	1621,80	85	0,08	2,52	0,40	644,04	33,75
13	2035	1621,80	85	0,08	2,72	0,37	596,33	31,25
14	2036	1621,80	85	0,08	2,94	0,34	552,16	28,94
15	2037	1621,80	85	0,08	3,17	0,32	511,26	26,80
16	2038	1621,80	85	0,08	3,43	0,29	473,39	24,81
17	2039	1621,80	85	0,08	3,70	0,27	438,32	22,97
18	2040	1621,80	85	0,08	4,00	0,25	405,85	21,27
19	2041	1621,80	85	0,08	4,32	0,23	375,79	19,70
20	2042	1621,80	85	0,08	4,66	0,21	347,95	18,24
Skupaj		32436	16700				15923,07	15834,54
SV= Sd - So		15736				NSV	88,53	

Tabela 21: Interna stopnja donosnosti pri CBA,  $r = 8\%$   
(Lastni vir)

Interna stopnja donosa ISD 6, CBA								
i [št. Let]	leto	Skupni donosi brez diskon. Sd [€]	Skupni odhodki brez diskon. So [€]	Diskontni faktor r	Diskontna stopnja $(1+r)^i$	diskontni faktor $1/(1+r)^i$	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju
0	2022	0	15000	0,09	1,00	1,00	0,00	15000,00
1	2023	1621,80	85	0,09	1,09	0,92	1487,89	77,98
2	2024	1621,80	85	0,09	1,19	0,84	1365,04	71,54
3	2025	1621,80	85	0,09	1,30	0,77	1252,33	65,64
4	2026	1621,80	85	0,09	1,41	0,71	1148,92	60,22
5	2027	1621,80	85	0,09	1,54	0,65	1054,06	55,24
6	2028	1621,80	85	0,09	1,68	0,60	967,03	50,68
7	2029	1621,80	85	0,09	1,83	0,55	887,18	46,50
8	2030	1621,80	85	0,09	1,99	0,50	813,93	42,66
9	2031	1621,80	85	0,09	2,17	0,46	746,72	39,14
10	2032	1621,80	85	0,09	2,37	0,42	685,07	35,90
11	2033	1621,80	85	0,09	2,58	0,39	628,50	32,94
12	2034	1621,80	85	0,09	2,81	0,36	576,61	30,22
13	2035	1621,80	85	0,09	3,07	0,33	529,00	27,73
14	2036	1621,80	85	0,09	3,34	0,30	485,32	25,44
15	2037	1621,80	85	0,09	3,64	0,27	445,25	23,34
16	2038	1621,80	85	0,09	3,97	0,25	408,48	21,41
17	2039	1621,80	85	0,09	4,33	0,23	374,75	19,64
18	2040	1621,80	85	0,09	4,72	0,21	343,81	18,02
19	2041	1621,80	85	0,09	5,14	0,19	315,42	16,53
20	2042	1621,80	85	0,09	5,60	0,18	289,38	15,17
Skupaj		32436	16700				14804,68	15775,93
SV= Sd - So		15736				NSV	-971,25	
ISD		8,08%						

Tabela 22: Interna stopnja donosnosti pri CBA,  $r = 9\%$   
(Lastni vir)

### 7.3 PRIMERJALNA ANALIZA KAZALNIKOV, POVZETEK REZULTATOV

V tabeli 23 je prikazan pregled vseh kazalnikov, ki so pomembni za končno odločitev pri investiciji v normalnem stanju, pri tveganjih in analizi Cost benefit.

Kazalci	Osnovni pogoji	Tveganja		CBA
		nižji prihranki - 10%	višji odhodki +10%	
	normalno 0%			
<b>NSV</b>	472,57 €	165,95 €	346,12 €	88,53 €
<b>ISD</b>	3,35%	2,12%	3,26%	8,08%
<b>E</b>	1,03	1,01	1,02	1,11
<b>D</b>	3,15%	1,11%	2,31%	5,90%
<b>Do</b>	2,91%	1,01%	2,11%	5,59%
<b>t [let]</b>	14,42	16,17	14,54	9,76
<b>Razlika ISD v odstotnih točkah</b>				
normalno vs nižji prihranki -10%		-1,23		
normalno vs višji odhodki +10%		-0,09		
normalno vs CBA		4,73		

Tabela 23: Primerjalna analiza kazalnikov  
(Lastni vir)

ISD v normalnem stanju je 3,35 %, ISD pri analizi občutljivosti, kjer sem upošteval 10 % nižje prihranke, pa je 2,12 %, razlika so tveganja, ki znašajo 1,23 odstotne točke. ISD 2,12 % je majhna in v takšnem primeru bi morali zelo razmisliti, ali je sploh smiselno iti v investicijo, glede na to da se razmere na trgu zelo hitro spreminjajo.

ISD v normalnem stanju je 3,35 %, ISD pri analizi občutljivosti, kjer sem upošteval 10 % višje odhodke, pa je 3,26 %, razlika so tveganja, ki znašajo 0,09 odstotne točke.

ISD v normalnem stanju je 3,35 %, ISD pri analizi Cost benefit pa je 8,08 %, razlika so tveganja, ki znašajo 4,73 odstotne točke. V prihodnosti bo ta vpliv verjetno še večji in cena na kg CO<sub>2</sub> še višja, tako da je s tega vidika smotno iti v investicijo, da prispevamo k trajnostnemu, zelenemu razvoju Evrope in sveta.

## 8 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo na konkretnem primeru dokazali, da je ogrevalni sistem z uporabo toplotne črpalke zelo praktičen in konkurenčen. Dosegli smo zastavljene cilje in dobili odgovore na predhodno zastavljena vprašanja. Za ogrevanje konkretnega objekta smo določili verzijo TČ zrak/voda, ki se je izkazala za ekonomsko zelo ugodno, saj je interna stopnja donosnosti spremenljiva kljub visoki začetni naložbi.

Občina Šenčur je z dokumentom, kot je Lokalni energetskega koncept, pridobila "osebno izkaznico" na področju energetskega stanja in strategije ter ciljev na tem področju v prihodnje. Večstanovanjski objekti oz. samostojni stanovanjski objekt, kot je ta v diplomskem delu, so projekti, ki naj bi se tega LEK-a posluževale, saj usmerja razvoj in pristopa k zmanjševanju izpustov CO<sub>2</sub> v okolje.

Obstoječi in dostopni strokovni viri ocenjujejo, da onesnaževanja z izpusti CO<sub>2</sub> v primeru ogrevanja s toplotnimi črpalkami praktično ni, tako je okoljski cilj dosežen. Država bi morala zato še bolj konkretno pristopiti k podeljevanju subvencij in z vzpodbudami širši družbi omogočiti prehode na okolju prijaznejše sisteme za ogrevanje.

## 9 LITERATURA IN VIRI

*Atlas trajnostne energije.* (2022). Atlas Trajnostne Energije.

<http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Atlas-trajnostne-energije>.

Bavčar, J. (2018, 30. april). *Toplotne črpalke: Hrup odvisen od modela, režima delovanja, postavitve in montaže.* Delo in Dom. Pridobljeno 10. 8. 2022 z naslova <https://deloindom.delo.si/energija-in-okolje/ogrevanje-in-hlajenje/toplotne-crpalke-hrup-odvisen-od-modela-rezima-delovanja-postavitve-in-montaze>.

Bizjak, F. (2008). *Osnove ekonomike podjetja za Inženirje.* Založba Univerze v Novi Gorici.

Bohanec, M. (2006). *Odločanje in modeli.* DMFA založništvo.

Bregar, T. (2019). Emisije hrupa zunanje enote toplotne črpalke zrak/voda. *GIB.*

Daugul, L. (2022, 18. januar). *Kaj so emisijski kuponi in zakaj se dražijo.* RTV SLO. Pridobljeno 15. 8. 2022 z naslova <https://www.rtvsllo.si/okolje/kaj-so-emisijski-kuponi-in-zakaj-se-drazijo/608842>.

Eko sklad. (2022). *Toplotne črpalke: Subvencija.* Eko Sklad. Pridobljeno 10. 8. 2022 z naslova <https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/toplotne-crpalke/toplotne-crpalke-subvencija-2>.

Energetski zakon. (2014, 7. marec). *Energetski zakon.* Uradni List RS. Pridobljeno 25. 7. 2022 z naslova <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO6665>.

Enoma. (2016). *Kako deluje toplotna črpalka.* Enoma. Pridobljeno 10. 7. 2022 z naslova <https://enoma-ogrevanje.si/blog-toplotne-crpalke/kako-deluje-toplotna-crpalka>.

Finance. (2017, 27. marec). *Stiebel Eltron toplotna črpalka.* Finance. Pridobljeno 10. 7. 2022 z naslova <https://www.finance.si/8855341/Stiebel-Eltron-toplotna-crpalka-navdusuje-tudi-v-praksi>.

Gjerkeš, H. (2016, 31. marec). *Toplotne črpalke in drugi OVE: Stroškovno učinkovito in do okolja prijazno ogrevanje.* Delo in Dom. Pridobljeno 15.8. 2022 z naslova <https://deloindom.delo.si/toplotne-crpalke/toplotne-crpalke-drugi-ove-stroskovno-ucinkovito-do-okolja-prijazno-ogrevanje?fbclid=IwAR2OPxBVXLOBYigbaPsnFX3ddrx9kO3Ln5t5MvavaNTEYI76TF5iisdaGA>.

- Grobovšek, B. (2009). *Praktična uporaba toplotnih črpalk*. Energetika marketing.
- Husejnovič. (2022, 9. avgust). *Katero vrsto ogrevanja izbrati? Dom in Vrt*. Pridobljeno 10. 8. 2022 z naslova <https://www.dominvrt.si/dom/vrste-ogrevanja.html>.
- Kepner, C. H., & Tregoe, B. B. (1981). *The new rational manager*. Pinceton Research Press. [www.kepner-tregoe.com](http://www.kepner-tregoe.com).
- Kovačič, R. (2017, 6. marec). *O toplotnih črpalkah*. Svet Klime. Pridobljeno 10. 7. 2022 z naslova <https://svet-klime.si/o-toplotnih-crpalkah/>.
- Kronoterm. (2021). *Kako deluje toplotna črpalka*. Kronoterm. Pridobljeno 10. 7. 2022 z naslova [https://kronoterm.com/osnove-toplotne-crpalke/toplotna-crpalka-kako-deluje/?gclid=Cj0KCQjwrs2XBhDjARIsAHVymmSHKZxm\\_AK8Olhx6yga1qY4EI3LGjHrvK2baQcVb3N2UZyjEnj4\\_4aAnAAEALw\\_wcB](https://kronoterm.com/osnove-toplotne-crpalke/toplotna-crpalka-kako-deluje/?gclid=Cj0KCQjwrs2XBhDjARIsAHVymmSHKZxm_AK8Olhx6yga1qY4EI3LGjHrvK2baQcVb3N2UZyjEnj4_4aAnAAEALw_wcB).
- Kurilno olje*. (2021). Poceni Ogrevanje. Pridobljeno 10. 7. 2022 z naslova <https://www.poceniogrevanje.com/ogrevanje-na-kurilno-olje/>.
- Labudović, B. (2006). *Priročnik za ogrevanje*. Energetika marketing.
- LEK Šenčur. (2022). Lokalni energetski koncept Občine Šenčur. *Občina Šenčur*.
- Ovmelj, M. (2020, 21. september). *Kaj je toplotna črpalka, kako deluje in kakšne so razlike*. Svet Klime. Pridobljeno 7. 8. 2022 z naslova <https://svet-klime.si/kaj-je-toplotna-crpalka-kako-deluje-in-kaksne-so-razlike/>.
- Ovmelj, M. (2021, 21. februar). *Zvočna izolacija toplotne črpalke*. Svet Klime. Pridobljeno 7. 8. 2022 z naslova <https://svet-klime.si/zvocna-izolacija-toplotne-crpalke/>.
- Papler, D. (2021). *Metodologija za ekonomsko ovrednotenje upravičenosti naložbe*.
- Papler, D., & Bojnec, Š. (2016). Večkriterijska analiza DEX za kogeneracijo z lesno biomaso. *DAES*, 303–317.
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. (2010). Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. *Uradni List RS*. Pridobljeno 7. 8. 2022 z naslova <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10043>.
- Primc, B. (2016, 21. september). *Okoljsko sprejemljiv način ogrevanja*. Zveza Potrošnikov Slovenije. Pridobljeno 7. 8. 2022 z naslova <https://www.zps.si/okolje-topmenu-320/energija-topmenu-321/8076-okoljsko-sprejemljiv-nacin-ogrevanja-9>

2016.

Uredba komisije (EU) št. 813/2013. (2013). Uredba komisije (EU) št. 813/2013. *Uradni List Evropske Unije*.

Uredba komisije (EU) št. 814/2013. (2013). Uredba komisije (EU) št. 814/2013. *Uradni List Evropske Unije*.

Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih kurilnih naprav, Uradni list RS (2019).

Pridobljeno 25. 7. 2022 z naslova

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7731>.

Wikipedia. (2019, 6. junij). *Kurilno olje*. Wikipedia. Pridobljeno 10. 7. 2022 z naslova [https://sl.wikipedia.org/wiki/Kurilno\\_olje](https://sl.wikipedia.org/wiki/Kurilno_olje).

Zorec, M. (2022). *Kako toplotna črpalka pridobi brezplačno toploto*. Varčno

Ogrevanje. Pridobljeno 7. 8. 2022 z naslova <http://www.varcno>

[ogrevanje.si/delovanje-toplotne-crpalke.html](http://ogrevanje.si/delovanje-toplotne-crpalke.html).