

Mestna občina Celje
Komisija mladi za Celje

Raziskovalna naloga

**POSODOBITEV OGREVALNEGA SISTEMA S
TOPLOTNO ČRPALKO ZRAK/VODA**

Avtor:
Maša Goličnik, S – 4. b

Mentor:
Aleš Ferlež , dipl. inž.

Celje, marec 2023

Mentor Aleš Ferlež v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Posodobitev ogrevalnega sistema s toplotno črpalko zrak/voda, katere avtor/-ica je Maša Goličnik:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

POSODOBITEV OGREVALNEGA SISTEMA S TOPLOTNO ČRPALKO ZRAK/VODA

Ključne besede: toplotna črpalka, sanitarna voda, posodobitev kotlovnice

POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem predstavila vgradnjo oziroma namestitev nove Kronotermove toplotne črpalke, ki deluje po principu zrak-voda, ki se uporablja za ogrevanje stanovanjske hiše in tople sanitarne vode ter omogoča delovanje na visokotemperaturnem radiatorskem sistemu.

Da sem prišla do izbrane toplotne črpalke sem najprej preučila delovanje toplotnih črpalk in določitev njenih moči ter na koncu analizirala trg.

S toplotno črpalko smo nadomestili star sistem ogrevanja na trda goriva, ki smo ga koristili 18 let. Staro peč smo vseeno obdržali za primer hladnejših zim.

V februarju 2023 smo investirali tudi v sončno elektrarno, zato pričakujemo znatno manjše stroške obratovanja toplotne črpalke. Investicijski stroški se bodo s to pridobitvijo v prihodnosti hitreje povrnil.

MODERNISATION OF THE HEATING SYSTEM WITH AIR/WATER HEAT PUMP

Key words: heat pump, domestic environment, sanitary water

ABSTRACT

In the research project, I presented the installation of the new Kronoterm heat pump, which works according to the air - water principle, which is used for heating a residential building and hot sanitary water and enables operation on a high - temperature radiator system.

To achieve the selection of heating pump, I first studied the operation of heat pumps and determined their power, and finally analyzed the market.

We replaced the old solid fuel heating system, which we used for 18 years, with a heat pump. However, we kept the old stove in case of colder winters.

In February 2023, we also invested in a solar power plant, which is why we expect significantly lower operating costs of the heat pump. Investment costs will be recouped faster in the future with this acquisition.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	HIPOTEZE	1
1.2	STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA	2
2	TOPLOTNA ČRPALKA	3
2.1	VIRI TOPLOTE IN VRSTE TOPLOTNIH ČRPALK	5
2.1.1	Toplotna črpalka zrak-voda	6
2.1.2	Toplotna črpalka zemlja-voda	7
2.1.3	Toplotna črpalka voda-voda	8
2.1.4	Sanitarne toplotne črpalke	9
3	PRENOVA KOTLOVNICE IN IZBIRA toplotne črpalke	10
3.1	POSNETEK STANJA OBRAVNAVANE KOTLOVNICE	10
3.2	IZBIRA VIRA TOPLOTE TOPLOTNE ČRPALKE	13
3.3	IZBIRA MOČI TOPLOTNE ČRPALKE	14
3.4	IZBIRA TOPLOTNE ČRPALKE	16
3.5	IZBRANA TČ – ADAPT 0461 ZRAK -VODA 11 kW	19
3.5.1	Zunanja enota ADAPT	22
3.5.2	Notranja stenska hidravlična enota HYDRO S«	24
3.5.3	Upravljalnik KT-2A	25
3.5.4	Kronoterm Cloud aplikacija	25
3.5.5	Krivulje zmogljivosti	25
3.6	POSTAVITEV TČ	27
3.7	PREDVIDENI OBRATOVALNI STROŠKI NOVE NAPRAVE IN VRAČILNA DOBA	30
4	PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE	34
5	ZAKLJUČEK	35

6	ZAHVALA	36
7	VIRI IN LITERATURA	37
8	Priloge	40
8.1	Priloga 1: Glavni sestavni deli zunanje enote TČ ADAPT	40
8.2	Priloga 2: Tehnični podatki zunanje enote	41
8.3	Priloga 3: Glavni sestavni deli notranje enote HYDRO S2	42
8.4	Priloga 4: Tehnični podatki notranje enote	43
8.5	Priloga 4: Osnovni vezalni shemi	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Delovanje toplotne črpalke [24]	3
Slika 2: Shema toplotne črpalke [13]	4
Slika 3: Levi krožni proces [14]	5
Slika 4: Viri toplote [19]	6
Slika 5: Toplotna črpalka zrak-voda [25]	7
Slika 6: Toplotna črpalka zemlja-voda [25]	7
Slika 7: Toplotna črpalka voda–voda [25]	8
Slika 8: Delovanje in zgradba sanitarne toplotne črpalke [26]	9
Slika 9: Obravnavan objekt (Vir: Osebni arhiv)	10
Slika 10: Peč znamke Viadrus (Vir: Osebni arhiv)	11
Slika 11: Kotlovnica pred posodobitvijo	11
Slika 12: Radiator v spalnici (Vir: Osebni arhiv)	12
Slika 13: Termostatski ventil (Vir: Osebni arhiv)	12
Slika 14: Domač sistem s TČ zrak – voda [18]	13
Slika 15: Spletni kalkulator za preračun toplotne moči TČ [22]	15
Slika 16: Grafikon za izbiro moči TČ [27]	15
Slika 17: Ponudba toplotne črpalke	20
Slika 18: Shema povezave med zunanjo in notranjo enoto [8]	20
Slika 19: Izbrana TČ Kronoterm (zunanja in notranja enota)	21
Slika 20: Zunanja enota ADAPT [8]	22
Slika 21: Skica notranje enote [8]	23
Slika 22: Upravljalnik KT-2A	23
Slika 23: Kronoterm Cloud aplikacija [8]	24
Slika 24: Krivulja zmogljivosti	25

Slika 25: Napeljava kablov iz omarice	26
Slika 26: Podstavek za zunanjo enoto	26
Slika 27: Postavitev zunanje enote TČ	27
Slika 28: Demontažni ventil	27
Slika 37: Povezava med zunanjo in notranjo enoto	28
Slika 39: Raztezna posoda	28
Slika 31: Notranja enota z elektroniko	29
Slika 32: Poraba energije v letu 2022	29
Slika 33: Delitev računa energenta pred novo TČ	31
Slika 34: Delitev računa energenta po novi TČ	32

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava cen TČ - 11 kW	16
Tabela 2: Primerjava cen TČ med 14 kW	17
Tabela 3: Poraba elektrike TČ	30

UPORABLJENE KRATICE

TČ – toplotna črpalka

HYDRO C2, S2 – modelna oznaka

R452b – hladivo

KSM – notranja enota

WR KSM 2 – oznaka za notranjo enoto

OVE – obnovljivi viri energije

URE – učinkovita raba energije

Q_{do} – dovedena energija

Q_{od} – odvedena energija

1 UVOD

Velikokrat se nam poraja vprašanje, kako, na kakšen način, s čim bi si najlažje in najceneje ogrevali domače prostore in sanitarno vodo. Letošnje leto smo se doma odločili za menjavo starega ogrevalnega sistema na trda goriva, ki nam je služil zadnjih 18 let. Vsak ogrevalni sistem ima namreč določeno življenjsko dobo in z leti izgublja na učinkovitosti kakor tudi na zanesljivosti. Pojavljati se začnejo napake pri delovanju, sistem prične puščati in izkoristek delovanja ogrevalne naprave se zmanjšuje. Posledično ogrevalni sistem ni več učinkovit in zanesljiv in v tem primeru se je smotrno odločiti za menjavo oz. posodobitev. Pri njej pa moramo biti pozorni na več dejavnikov, in sicer nove tehnologije, investicijske in obratovalne stroške, zakonodajo in seveda varovanje okolja.

Pri obnovi kotlovnice gre predvsem za menjavo sistema za ogrevanje, v mojem primeru menjava peči na trda goriva z novo toplotno črpalko. Pri obnovi je zelo pomembna pravilna izbira moči toplotne črpalke, saj toplotna črpalka premajhnih moči ne bi proizvedla dovolj toplote in ne bi uspeli zagreti prostore stanovanjske hiše do želene temperature. Za določitev moči pa je potrebno poznati toplotne izgube stavbe, v katero se toplotna črpalka vgrajuje.

1.1 HIPOTEZE

Cilj raziskovalne naloge je bil zamenjati star sistem ogrevanja z novim, in ugotoviti, kateri je najprimernejši in cenovno ugodnejši.

V raziskovalni nalogi sem si postavila naslednje hipoteze:

H1: Posodobitev kotlovnice s toplotno črpalko bo stala največ 10.000 €.

H2: Cene primerjanih toplotnih črpalk enakih toplotnih moči bodo med različnimi ponudniki razlikovale za največ 1000 €.

H3: Cena toplotne črpalke močno zavisi od moči.

H4: Delež energenta na računu za električno energijo se ne bo bistveno spremenil, le – ta bo manjši od 10 %.

H5: Stroški ogrevanja se bodo zmanjšali za približno 30 %.

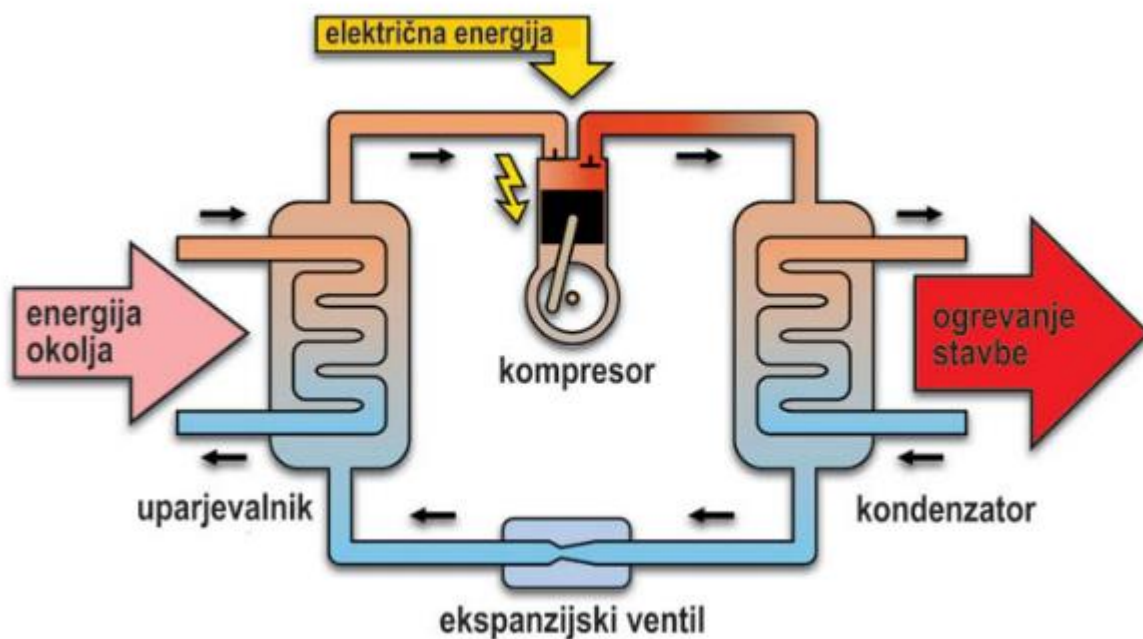
1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA

V raziskovalni nalogi sem sprva predstavila temo in si zadala hipoteze. V drugem poglavju sledi opis vrst toplotnih črpalk in njihovo delovanje. V tretjem poglavju je predstavljeno stanje obravnavane kotlovnice in izbira vira toplote ter moč toplotne črpalke. Sledi primerjava cen različnih toplotnih črpalk in izbira najprimernejše za obravnavano stanovanjsko hišo. Za izbrano črpalko je predstavljena zunanja in notranja enota, upravljalnik in Konoterm Cloud aplikacija. Sledi opis postavitve toplotne črpalke in predvidenih obratovalnih stroškov nove naprave in vračilna doba. V četrtem poglavju so predstavljeni rezultati raziskovalne naloge in na koncu še zaključek.

2 TOPLOTNA ČRPALKA

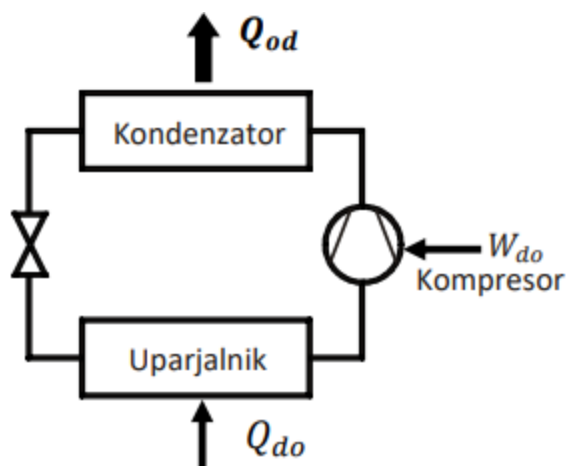
Toplotno črpalko (TČ) lahko uporabljamo za ogrevanje našega doma ali za pripravo sanitarne vode. Njena prednost je, da glavnino potrebne toplote zajema iz okolja, s pomočjo kompresorja pa temperaturo dvigne na nivo, ki je primeren za kasnejše ogrevanje.

TČ deluje na podoben princip kot hladilnik. Pri hladilniku se tekoče snovi uparijo zaradi prejete toplotne energije iz okolice in to energijo med utekočinjanjem oddajajo na želenem mestu (Carnotov krožni proces). Slednja deluje v drugi smeri (glej sliko 1): od okolice sprejme toplotno energijo in jo tako oddaja v ogrevan prostor, pri tem pa izkorišča naravni toplotni zbiralnik okolja. Sistem sestavljajo štiri enote: uparjalnik, kompresor, kondenzator in dušilnik. Toplotna energija se prenaša s hladilnim sredstvom. Hladilno sredstvo v uparjalniku sprejema toplotno energijo in izpareva. Para se v kompresorju stisne, posledica pa je, da se močno ogreje. Vroča para torej prenaša toplotno energijo v kondenzatorju na grelno vodo in se utekočinja. Ko se v dušilniku hladilno sredstvo razširi, se krožni proces ponovi. [1]



Slika 1: Delovanje toplotne črpalke [24]

Toplotna črpalka je naprava, ki služi za prečrpavanje toplote okolice z nižjega temperaturnega nivoja na višji nivo. Razlika med hladilno napravo in toplotno črpalko je samo v tem, da je osnovni namen hladilne naprave odvzem toplote oziroma hlajenje blaga (Q_{do}), osnovni namen toplotne črpalke pa je dovod toplote blagu ali prostoru (Q_{od}), kar je prikazano na sliki 2. [1]



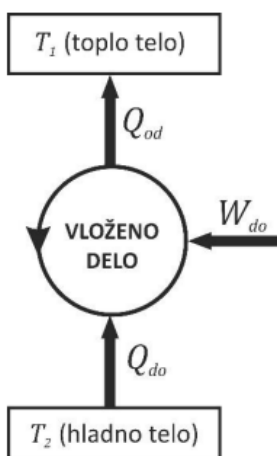
Slika 2: Shema toplotne črpalke [13]

Med delovanjem TČ se nekaj toplotne energije pretvori v drugo obliko energije, preden se pojavi kot toplotna energija na sprejemniku toplote. TČ uporablja mehansko delo ali kakšen drug način termodinamičnega dela, da doseže zastavljen prenos toplotne energije iz vira k sprejemniku toplote. Ker pa je učinek naprave pri gibanju toplotne energije enak, kakor da toplota teče, so "toplotno črpalko" poimenovali po analogiji. [1]

Vedno namreč premika toplotno energijo v nasprotno smer od začetne temperature, vendar je toplotna črpalka, ki ohranja toploto klimatiziranega prostora, lahko uporabljena za hlajenje ali ogrevanje, odvisno od tega, ali je prostor, ki ga ogreva hladnejši ali toplejši od klimatiziranega prostora. Kadar je črpalka uporabljena v namen segrevanja, se uporablja zato, ker je manj vhodnih gospodarskih virov energije, kot jih je po navadi potrebno za ustvarjanje toplotne energije. Potrebno je preoblikovati vire, ki dejansko nimajo in ne oddajajo toploto brez drugih dejavnikov (na primer električna energija) ali plinski plamen, ki je neposreden v zahtevano ogrevanje. To je zato, ker izkorišča nekaj toplotne energije iz okolja za tisti del, ki zagotavlja ogrevanje ter s tem povečuje učinkovitost procesa. [1]

Hlajenje lahko v splošnem definiramo kot postopek za doseganje temperatur, ki so nižje od temperature okolice. Namen hlajenja je hlajenje snovi, objektov in podobno. Načeloma pri

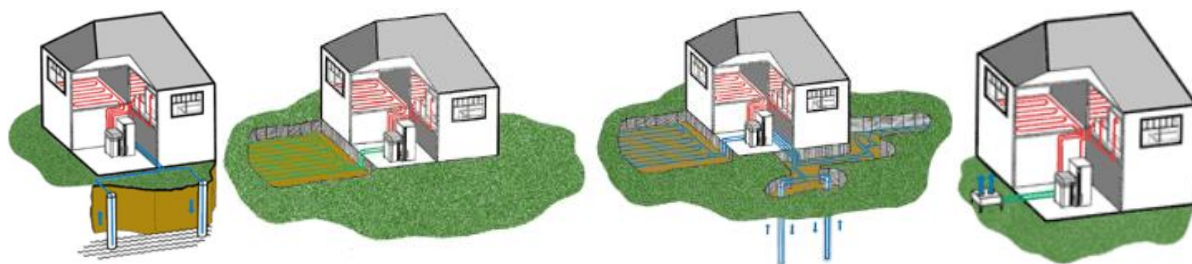
hlajenju odvajamo toploto nekemu sistemu pri temperaturah, ki so nižje od temperature okolice. Skladno z drugim glavnim zakonom termodinamike, ki v formulaciji, ki jo je podal Clausius, pravi »Toplota ne more sama od sebe prehajati z nižje na višjo temperaturo«, potrebujemo zunanje dejavnike oziroma delo za tak proces. V splošnem za hlajenje potrebujemo različne hladilne procese, ki jih poganjamo z energijo. Za hladilne sisteme so značilni levi krožni procesi, ki je prikazan na spodnji sliki (slika 3). [1]



Slika 3: Levi krožni proces [14]

2.1 VIRI TOPLOTE IN VRSTE TOPLOTNIH ČRPALK

V praksi poznamo tri najbolj pogoste vire toplote za ogrevalne sisteme, in sicer podtalno vodo, zemljo in zrak. Pri prvih dveh je potrebno investirati v sistem za ekstrakcijo toplote, bodisi vrtine za črpanje in vračanje vode v podtalnico, bodisi za zemeljski kolektor, horizontalni ali vertikalni. Toplotna črpalka, ki kot vir toplote uporablja zrak, ne potrebuje dodatnih zunanjih denarnih investicij. Potrebno pa je določiti mesto postavitve. Vsi zgoraj opisani primeri so prikazani na sliki 4. Učinkovitost zrak - voda toplotne črpalke je na splošno slabša v primerjavi z ostalimi sistemi, saj je pogojena s spremenljivo temperaturo toplotnega vira. Pozimi je lahko ta tudi do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in več, v poletnih mesecih pa preko $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. [4]



Slika 4: Viri toplote [19]

Za izbiro vira toplote velja osnovno načelo: toplotni izvori z višjo temperaturo pomenijo višje grelno število in s tem manjše stroške ogrevanja. Pri ugotavljanju razpoložljivega toplotnega vira začnemo vedno pri tistem, ki ima najvišjo povprečno letno temperaturo. V kolikor ta ni na voljo postopoma preučujemo toplotne vire z nižjimi temperaturami glede na opisano v nadaljevanju. [4]

Toplotne črpalke za ogrevanje prostorov ločimo glede na vir, iz katerega le - te zajemajo toplotno energijo. Tako poznamo [2]:

- toplotne črpalke zrak-voda,
- toplotne črpalke zemlja-voda,
- toplotne črpalke voda-voda.

2.1.1 Toplotna črpalka zrak-voda

Toplotna črpalka zrak-voda je naprava, ki za ogrevanje izkorišča toploto v zraku (slika 5). Zrak, ta je seveda brezplačen, je tako glavni vir energije za ogrevanje s TČ zrak-voda, zato bo ta za svoje delovanje potrebovala zelo malo električne energije. Takšna črpalka bo dobra izbira za vse, ki vas zanima cenovno ugodna opcija za ogrevanje v hladnih zimskih dneh. [2]

Ta vrsta TČ predstavlja najcenejšo investicijo, vendar ima tudi nekoliko manjšo zmogljivost. Čeprav zveni neverjetno, je tudi hladen zrak poln energije. TČ zrak-voda imajo zagotovljeno delovanje do zunanje temperature približno $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

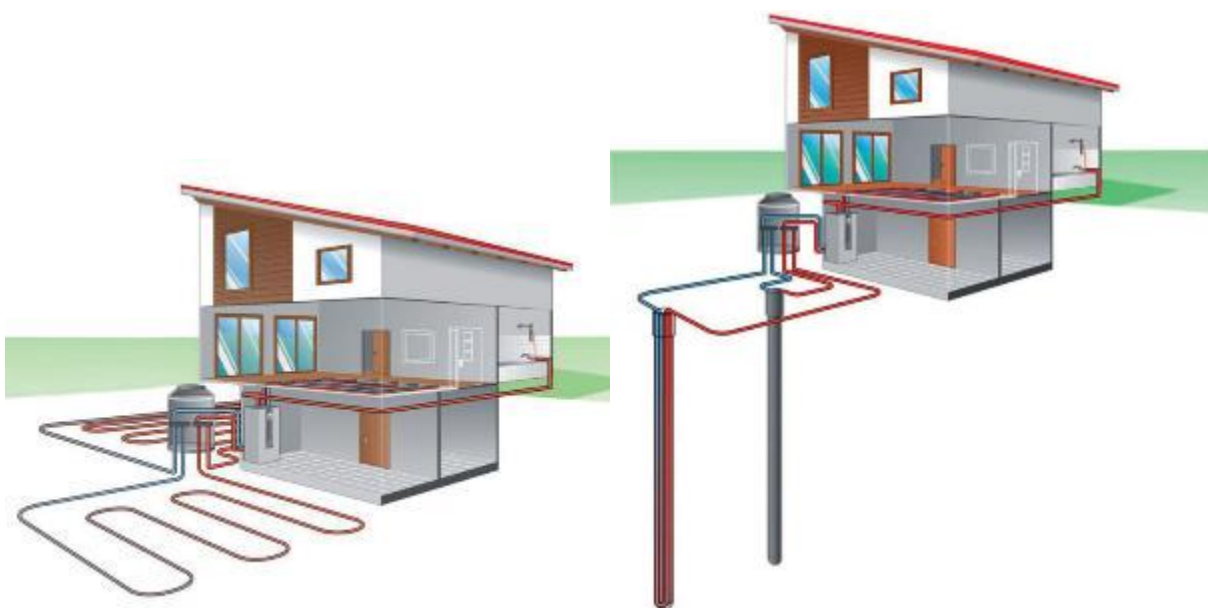
Primerne so tako za ogrevanje z radiatorji kot tudi za talno ogrevanje. Možne so izvedbe z integriranim ali ločenim bojlerjem za sanitarno vodo. Določeni tipi TČ zrak-voda lahko delujejo tudi v obratni smeri, kar pomeni, da vaše prostore tudi hladijo. Vendar pa je tak način obratovanja priporočen samo za konvektorski sistem.



Slika 5: Toplotna črpalka zrak-voda [25]

2.1.2 Toplotna črpalka zemlja-voda

Toplotna črpalka zemlja-voda deluje tako, da izkorišča toploto, ki je skladiščena v zemlji (slika 6). Toplota se v zemlji zbira od zgodnje pomladi do pozne jeseni. Deluje pa tako, da nakopičeno toploto izkorišča tudi takrat, ko zunaj pritise mraz. Odvzem toplote se dogaja s pomočjo tekočine, ki kroži v zaprtem sistemu cevi, položenimi na globini od 120 – 130 cm (horizontalni kolektor je prikazan na sliki 6 - levo) ali s pomočjo cevnih sond, ki so vstavljene v vrtime od 60 – 140 m (vertikalna geo-sonda je prikazana na sliki 6 - desno). Investicija v to TČ bo morda malce višja, a si velja zapomniti, da je njena prednost predvsem v tem, da so tla stabilnejši vir energije kot zrak. Njeno vzdrževanje je preprosto, njena življenjska doba pa je dolga. [2]

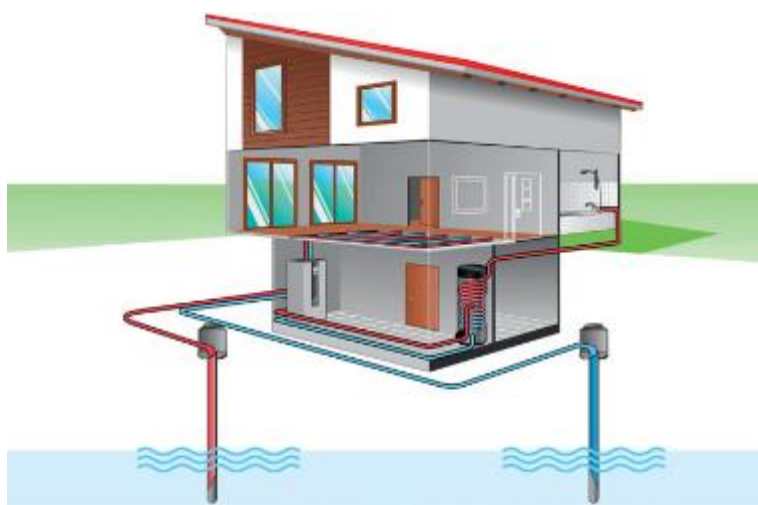


Slika 6: Toplotna črpalka zemlja-voda [25]

2.1.3 Toplotna črpalka voda-voda

Tip toplotne črpalke voda-voda bo za svoje delovanje izkoriščal temperaturo podtalne vode (slika 7). Gre za zelo učinkovit način ogrevanja, ki deluje povsem samostojno. [2]

Izkoristek ogrevanja z omenjeno TČ je tako v primerjavi z ostalimi tipi toplotnih črpalk največji, saj je temperatura podtalne vode običajno konstantna in v povprečju znaša okoli 10 stopinj. Praviloma bomo zato s to TČ dosegali večja grelna števila, torej v svojem domu omogočali boljše izkoristke skozi celo leto. To pa seveda pomeni tudi nižje zneske, ki jih bomo tokom leta namenili za električno energijo. [2]



Slika 7: Toplotna črpalka voda-voda [25]

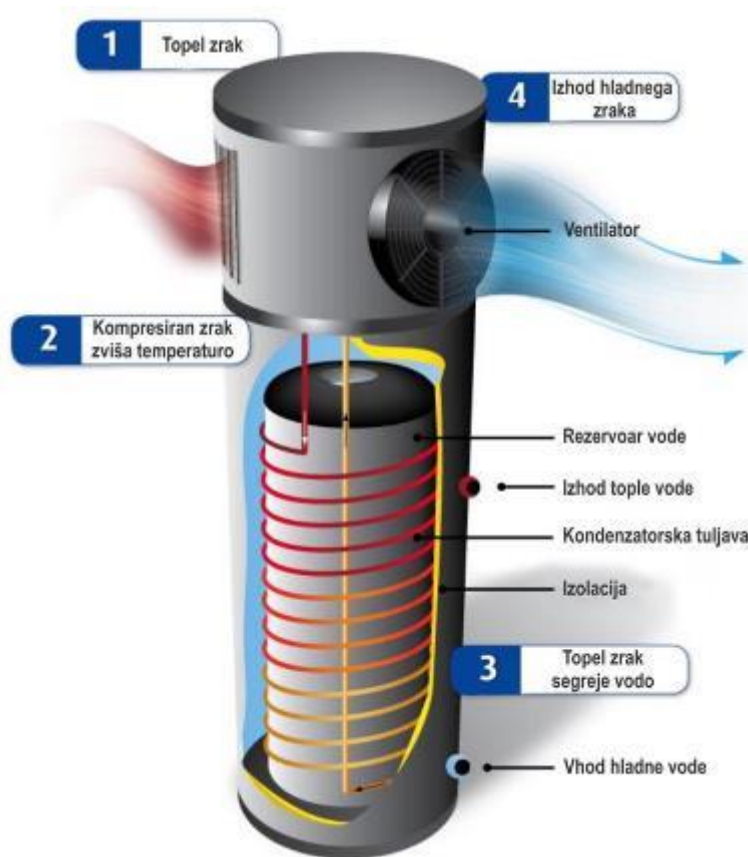
Če je prisotna podtalnica na sprejemljivi globini, se jo lahko uporablja kot vir toplote. Podtalnica ima vse leto konstantno temperaturo med 8 in 12 °C, zato je izkoristek TČ zelo visok. Za hiše z nizkimi toplotnimi izgubami je pri črpanju podtalnice iz večjih globin potrebno preveriti, ali se glede na skupni izkoristek (pogonski moči toplotne črpalke prištejete pogonsko moč potopne črpalke) tak sistem izplača ali pa je smotrneje izbrati drug vir toplote. Tak sistem bi pomenil previsoko investicijo glede na prihranke, grelna števila pa je občutno nižje. [2]

Toplotna črpalka voda-voda ima med vrtino črpanja in vrtino ponikalnice minimalno razdaljo 15 m. Prav tako je potrebno upoštevati smer pretoka podtalnice, da ne pride do kratkostičnega pretoka iz povratne v črpalno vrtino. Izvedba vrtine mora biti v skladu s predpisi, potrebujete pa tudi dovoljenje ministrstva pristojnega za okolje. Ker je podtalnica neobčutljiva na zunanje temperaturne spremembe, je smiselno in ekonomsko upravičeno izbrati toplotno črpalko, ki bo

v popolnosti pokrivala toplotne potrebe objekta. Odpadejo dodatni kotli in druga rezervna ogrevala, torej vsi bivalentni sistemi. O njih razmišljamo samo, če dobava vode iz vrtine ni zanesljiva. Ko vodo ohladimo za 5 °C, pridobimo iz nje dovolj toplote za ogrevanje povprečno velike hiše, pri tem pa moramo prečrpati nekaj več kot 2 kubična metra vode na uro. [3]

2.1.4 Sanitarne toplotne črpalke

Toplotna črpalka za sanitarno vodo za svoje delovanje izkorišča toploto iz notranjosti objekta, ki ga posledično ohlaja (slika 8). Ker gospodinjstvo s tremi osebami dnevno porabi vsaj 200 litrov tople sanitarne vode, je nujno, da hitro in učinkovito pokrijemo potrebe po njej. Sanitarna toplotna črpalka ima mnogo prednosti pred ostalimi načini ogrevanja vode. Stroški investicije se hitro povrnejo, saj so obratovalni stroški izjemno nizki. Sanitarno toplotno črpalko lahko namestimo v klet, garažo ali shrambo. Možna je tudi izvedba z vodenim zrakom, kar nam omogoča zajem ali pa oddajo zraka v sosednji prostor. [2]



Slika 8: Delovanje in zgradba sanitarne toplotne črpalke [26]

3 PRENOVA KOTLOVNICE IN IZBIRA TOPLOTNE ČRPALKE

Vsaka naprava ima svojo življenjsko dobo, posledično ima tudi vsak objekt svoj vir ogrevanja z omejeno dobo delovanja. Ker je ogrevalni sistem v stanovanjski hiši starejši, smo se ga odločili zamenjati. Želja je, da obstoječi ogrevalni sistem in pripravo sanitarne vode posodobimo z novejšim, učinkovitejšim in okolju prijaznejšim. Omenjenim zahtevam ustreza ogrevanje s toplotno črpalko.

V nalogi je obravnavana prenova dotične kotlovnice oz. zamenjava kotla s toplotno črpalko. Za omenjeno stanovanjsko hišo je potrebno najprej narediti posnetek stanja, določiti ustrezno ogrevalno moč TČ in nato izbrati še ustrezen vir toplote.

Za prenovo kotlovnice smo se odločili zaradi želje po samooskrbni hiši. V tem letu bomo na streho hiše vgradili sončno elektrarno, ki bo napajala tudi novo toplotno črpalko. Izbrali smo najbolj primerno toplotno črpalko glede porabe energije, števila družinskih članov za ogrevanje sanitarne vode in pa seveda tudi iz cenovnega vidika.

3.1 POSNETEK STANJA OBRAVNAVANE KOTLOVNICE

Obravnavala bom enostanovanjsko hišo prikazano na spodnji sliki (slika 9). Dvo-etažna je bila zgrajena leta 2004, k hiši je bil kasneje dodan prizidek, zato ima hiša raznolik tloris. Objekt se nahaja v občini Šoštanj, v naselju Bele Vode. Objekt leži na nadmorski višini 1000 m.



Slika 9: Obravnavan objekt (Vir: Osebni arhiv)

Ogrevanje objekta je izvedeno s kotlom na trda goriva znamke Viadrus (slika 10) v kombinaciji s toplotno črpalko za sanitarno vodo, ki zagotavlja oskrbo s toplo vodo izven kurilne sezone. Priprava tople vode za ogrevanje objekta in tople sanitarne vode se izvaja v kotlovnici (slika 11), ki se nahaja v pritlični etaži zgradbe. Kotel na trda goriva bo ostal v kotlovnici za rezervo.



Slika 10: Peč znamke Viadrus

(Vir: Osebni arhiv)



Slika 11: Kotlovnica pred posodobitvijo

(Vir: Osebni arhiv)

V obravnavani stanovanjski hiši je dvocevni sistem ogrevanja. Pri dvocevnih sistemih sta dovod in odvod grelne vode iz ogrevala ločena. Ogrevala so v sistemu vezana vzporedno, zato je temperatura dovoda v vsa ogrevala v zaključenem sistemu ali veji sistema enaka. Ker imamo vgrajeno peč na trda goriva, imamo t.i. visokotemperaturni sistem, kjer se toplotna oddaja vrši s konvekcijo in sevanjem, predstavnik takšnega ogrevanje je klasično radiatorsko ogrevanje (slika 12), s pomočjo katerih se ogrevajo prostori. Na njih so nameščeni termostatski ventili (slika 13), katerih naloga je natančno vzdrževanje stalne temperature v prostoru in to ob najmanjši možni porabi energije za ogrevanje, vendar na nivoju, ki je za uporabnika še sprejemljiv.



Slika 12: Radiator v spalnici

(Vir: Osebni arhiv)



Slika 13: Termostatski ventil (Vir: Osebni arhiv)

3.2 IZBIRA VIRA TOPLOTE TOPLOTNE ČRPALKE

Odločili smo se za toplotno črpalko zrak-voda, katere delovanje je predstavljeno v drugem poglavju. Prednost izbrane TČ je v tem, da je toplotni vir dostopen povsod, zanj pa ne potrebujemo vrtati lukenj ali kopati. Prav tako so ti sistemi še posebej primerni za obnovo starejših ogrevalnih sistemov, saj jih lahko uporabimo v kombinaciji z obstoječim ogrevalnim sistemom. [7]

Sistem zrak-voda sestavljajo trije med seboj neodvisni krogotoki:

- prvi krogotok zbira toploto iz zraka in jo prenese v drugi krogotok;
- drugi, hladilni krogotok, s pomočjo električne energije dvigne temperaturo in s tem doda toploto;
- tretji krogotok pa prenaša vso nastalo toploto v ogrevalni sistem zgradbe.

Prenos toplote poteka z ustreznim hladilnim sredstvom, ki se nahaja v vsakem krogotoku in ves čas spreminja agregatno stanje. Zelo pomembno je, da medij ostaja v strogo zaprtem krogotoku in ne uhaja v okolje. [7]



Slika 14: Domač sistem s TČ zrak – voda [18]

TČ zrak-voda je tudi najcenejši način uporabe, vzdrževanje je enostavno in običajno ne zahteva posebnih finančnih vložkov. Najprimernejše mesto za montažo notranje enote je klet, kjer lahko vzdržujemo stalno temperaturo in ta ne pade pod ledišče. Zaželeno je, da ima izbrana TČ tudi hranilnik toplote, da se potrebna energija za odtalitev uparjalnika vzame iz samega ogrevalnega kroga in se toplotna črpalka ne vklaplja prepogosto. [7]

Z izbrano TČ lahko ogrevamo tudi sanitarno vodo, običajno je enota povezana z zalogovnikom vode. Največja prednost je v prihrankih, saj porabi za ogrevanje vode kar trikrat manj električne energije kot običajni električni grelniki. Ker vodo v zalogovniku segrevamo na največ 60 °C, so toplotne izgube precej manjše, poleg tega pa se nabere tudi veliko manj vodnega kamna. Kljub temu je temperatura dovolj visoka, da se prepreči pojav legionele. [7]

3.3 IZBIRA MOČI TOPLOTNE ČRPALKE

Moč toplotne črpalke izračunamo glede na toplotne izgube stavbe. V povprečno izoliranih stavbah so toplotne črpalke običajno vgrajene moči od 6 do 12 kW. Ključen je vir energije in temperatura zraka, zemljine ali vode pozimi. [27]

Nakup TČ z neustrezno močjo ima lahko za posledico neučinkovito delovanje. Če TČ ne bo zagotavljala dovolj toplotne moči, bomo pozimi kljub njenemu delovanju lahko občutili hladnejšo temperaturo prostorov od želene. Nasprotno bi pretirano močna toplotna črpalka za dom zmanjševala ekonomsko učinkovitost. [28]

Obstajajo različne moči toplotnih črpalk, od 4 kW do 25 kW. Najpogosteje prodajana je toplotna črpalka z močjo 11 kW za obnovljene starejše hiše in 6 kW za nizko energijske novogradnje. V kolikor gre za novogradnjo, je potrebna moč toplotne črpalke določena v projektu za izvedbo, v delu strojnih inštalacij. [28]

Obstaja več možnosti izbire moči TČ. Pomagamo si lahko z različnimi spletnimi kalkulatorji, ki nam izračunajo približno moč TČ ter grafikoni. Kalkulatorji nam toplotno moč izračunajo na osnovi vnesenih podatkov o toplotnih izgubah zgradbe, izolacije in vgrajenih oken ali pa na osnovi porabe energenta obstoječega ogrevalnega sistema. A zavedati se moramo, da gre v tem primeru za približne izračune. V izogib napačni izbiri moči in ker je vsak dom unikaten, je zaželeno poiskati strokovni nasvet. Ker obnova kotlovnice predstavlja tudi precejšnji finančni zalogaj, smo strokovni nasvet, kljub določenemu znanju, poiskali tudi mi.

Kljub temu smo naredili informativne preračune z več spletnimi kalkulatorji, eden izmed njih je prikazan na sliki 15. S pomočjo slednjega smo izračunali potrebno toplotno moč za ogrevanja, in sicer 8 kW. Tukaj je potrebno upoštevati še moč potrebno za ogrevanje sanitarne vode.

Izračun toplotnih izgub - ogrevanje

Spletni kalkulator za informativni izračun potrebne energije za ogrevanje prostorov.

Toplotne izgube prostora

Zunanja stena ali strop: m²

Notranja stena ali strop: m²

Okna ali vrata: m²

Pod na terenu: m²

Tip izolacije

☐ brez izolacije

☐ slabo (enostavne konstrukcije, stari objekti)

☒ dobro (standardno, skladno z zakonodajo)

☐ zelo dobro (napredne konstrukcije, dvojna izolacija)

Temperature

Željena temperatura prostora: °C

Pričakovana zunanja temperatura: °C

Temperatura sosednjih notranjih prostorov: °C

Prezračevalni dobinki

Površina tal: m²

Višina prostora: m

Število izmenjav zraka: /h

Izračunaj

Potrebna toplotna moč 8,0 kW

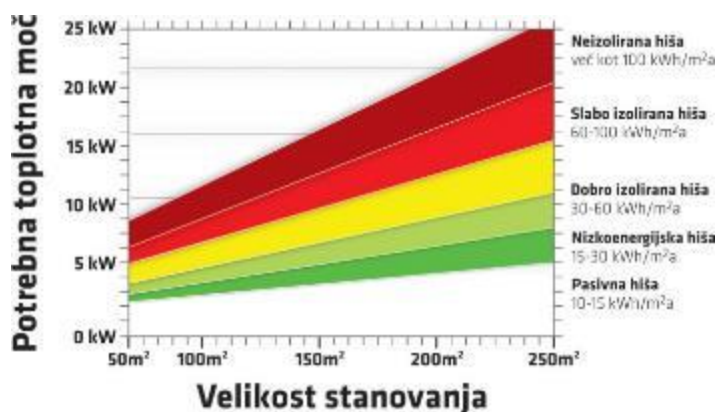
Izračun je informativen.
Za točnost izračunov ne odgovarjamo.

Klima Rent®
ugodne in trajne rešitve

Inpro d.o.o., Novo mesto, Loke 4, 8351 Straža
T: +386 7/30-84-850 F: +386 7/30-84-851 E: info@klimarent.com

Slika 15: Spletni kalkulator za preračun toplotne moči TČ [22]

Za informativni preračun moči smo se poslužili tudi grafikona. Da lahko ocenimo približno moč TČ, moramo poznati približne izgube zgradbe in površino le-te. Z upoštevanjem teh dveh parametrov pridemo do približne moči 10 kW. Skupaj s strokovnjakom za TČ smo določili moč toplotne črpalke, ki za našo stanovanjsko hišo znaša 11 kW.



Slika 16: Grafikon za izbiro moči TČ [27]

3.4 IZBIRA TOPLOTNE ČRPALKE

Na podlagi zgoraj omenjenih podatkov izbire vira toplote in moči TČ smo poiskali različne ponudbe visokotemperaturnih TČ in jih primerjali s cenovnega vidika. V spodnjih tabelah so prikazani modeli TČ s cenami in slikami. Primerjali smo TČ moči 11 kW in 14 kW. Zanimajo nas predvsem razlike v ceni.

Tabela 1: Primerjava cen TČ - 11 kW

Oznaka TČ 11 kW	Cena TČ	Slika TČ
DAIKIN VISOKOTEMPERATURN OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA ERRQ011AV1 + EKHBRD011ADV17 11KW	7.005,86 €	 [21]
HITACHI TOPLOTNA ČRPALKA YUTAKI S80 RAS-4WHNP-RWH- 4.0NFWE - 11,6 KW 400V / 3PH / 50HZ	10.364,14 €	 [21]
HITACHI TOPLOTNA ČRPALKA YUTAKI S80 RAS-4WHNP/RWH- 4.0NFE - 11,6 KW 400V / 3PH / 50HZ	9.863,94 €	 [21]

»se nadaljuje«		
»nadaljevanje«		
TČ KRONOTERM ADAPT 0416 K3 HT / HK 3F N	9.133,20 €	 [23]

Pri analizi cen TČ moči 11 kW lahko ugotovimo, da so cene primerljive. Opazimo, da cena zavisi od različnih proizvajalcev. Najcenejša TČ je od proizvajalca Daikin, medtem ko sta ceni proizvajalcev Kronoterm in Hitachi podobni. Med najcenejšo in najdražjo ceno primerjanih TČ moči 11 kW lahko razberemo, da je razlika v ceni kar 3.358, 28 €.

Tabela 2: Primerjava cen TČ med 14 kW

Oznaka TČ 14 kW	Cena TČ	Slika TČ
DAIKIN VISOKOTEMPERATURN OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA ALTHERMA EPRA14DW17 + ETBH16E6V7 14 KW	9.282,36 €	 [21]
DAIKIN VISOKOTEMPERATURN OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA ERRQ014AV1 + EKHBRD014ADV17 14KW	7.999,54 €	 [21]

»se nadaljuje«		
»nadaljevanje«		
HITACHI TOPLOTNA ČRPALKA YUTAKI S80 RAS-5WHNP/RWH- 5.0NFE - 14,2 KW 400V / 3PH / 50 HZ	10.424,17 €	 [21]
ORCA OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA VISOKOTEMPERATURNA MONO (8-16) + MITSUBISHI PUHZ- SHW140YHA 14 KW	8.588,80 €	 [21]
HITACHI TOPLOTNA ČRPALKA YUTAKI S80 RAS-5WHNP-RWH- 5.0NFWE - 14,2 KW 400V / 3PH / 50 HZ	10.924,37 €	 [21]
DAIKIN VISOKOTEMPERATURNA OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA ALTHERMA EPRA14DW17 + ETBX16E9W7 14 KW	9.990,75 €	 [21]
»se nadaljuje«		

»nadaljevanje«		
DAIKIN VISOKOTEMPERATURN OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA ALTHERMA EPRA14DW17 + ETBX16E6V7 14 KW	9.877,99 €	 [21]
DAIKIN VISOKOTEMPERATURN OGREVALNA TOPLOTNA ČRPALKA ALTHERMA EPRA14DW17 + ETBH16E9W7 14 KW	9.383,56 €	 [21]

Pri 14 kW TČ lahko razberemo, da je druga po vrstnem redu nekoliko cenejša od ostalih TČ v ponudbi, pri katerih se cena vrti okoli 9.500 €.

Povprečna cena primerjanih 11 kW TČ je 9.091,79 €, povprečna cena primerjanih 14 kW TČ pa 9.558,94 €. Razlika med povprečnimi cenami 11 in 14 kW TČ znaša 467,15 €. V ceni torej ni (nekakšne) bistvene razlike. Najdražja 11 kW TČ stane 10.364,14 €, kar je več kot je povprečna cena 14 kW TČ in le 60,03 € manj, kot je cena najdražje primerjane TČ moči 14 kW.

3.5 IZBRANA TČ – ADAPT 0461 ZRAK -VODA 11 kW

Izbrali smo Kronotermovo toplotno črpalko Adapt 0461 zrak – voda 11 kW, za katero smo pridobili ponudbo (slika 17), iz katere lahko razberemo, da smo za notranjo in zunanjo enoto investirali 9.133,20 €.

Toplotna črpalka Adapt je prilagodljiva v delovanju, vgradnji in izgledu (slika 18). Zasnovana s ciljem, da tehnologija postane nevidna, da se naprava po vgradnji čim bolj zlije z okolico, da s pojavnostjo in hrupom ne vzbuja pozornosti, hkrati pa z izjemno učinkovitostjo uporabniku

zagotavlja maksimalno udobje v smislu ogrevanja, hlajenja, nizke hrupnosti in nizkih stroškov obratovanja. Primerne so za stanovanjske hiše, za talno ali radiatorsko ogrevanje. Ista naprava se lahko uporabi za ogrevanje ali hlajenje stavbe in segrevanje sanitarne vode. Na voljo so v različnih barvah. [8]

ZŠ	Vrsta blaga oz. storitev	Količina	Cena	DDV	Cena z DDV	Popust	Vrednost EUR
1.	Adapt 0416 K3 HT / HK 3F N Zunanja kompaktna enota zrak/voda monoblok inverter: - nazivna grelna moč 11 kW (A-10/W35), - ohljuje iz prašno lakirane pocinkane jeklene pločevine, - vremensko zaščitena uparjalnik in ventilator, - adaptivno krmiljenje grelne moči, - zvočno izolirano ohljuje, - sistemski energijski razred ogrevanja prostorov 350C / 550C A+++/A++, - SCOP (EN14825) 35%/55°C - 5,21 / 3,67, - nazivna napetost 3F 400V; 50Hz, - hladivo R452B, - območje delovanja -25 °/+40 °C, - električni priključek: 5x2,5 mm ² , - varovalke: 3xC10, - dimenzije: 1050 x 1400 x 675 mm (Š/V/G), - teža: 249 kg.	1,00 KOS	8.030,00	762,85 (9,5 %)	8.792,85	10,00 %	7.227,00
2.	KRO HYDRO S2	1,00 KOS	2.118,00	201,21 (9,5 %)	2.319,21	10,00 %	1.906,20
3.	NOSILEC HIDRO P	1,00 KOS	307,00	29,17 (9,5 %)	336,165	10,00 %	276,30
4.	NOSILEC HIDRO A	1,00 KOS	51,00	4,85 (9,5 %)	55,845	10,00 %	45,90
5.	DOBAVA IN MONTAŽA Dobava in montaža toplotne črpalke MONTAŽA ZAJEMA DOBAVO TOPLLOTNE ČRPALKE SESTAVLJENJE TEMELJA IN FIKSIRANJE LE TEGA POVEZAVA MED NOTRANJO IN ZUNANJO ENOTO DO DOLŽINE 5 M PRI TEMELJU MORA BITI ZAGOTOVLJEN ODVOD KONDENZA IN DOVOD ELEKTRIKE 3X 2.5MM ² , 1X PREBOJ SKOZI STENO. HIDRAVLICNA VEZAVA OGREVANJA Z MEHANSKIM FILTROM NAČISTOČ TER VENTILI NA IZHODIH, DO DOLŽINE 5	1,00 KOS	1.500,00	142,50 (9,5 %)	1.642,50		1.500,00
6.	KRO NASTAVITEV PARAMETROV, TESTIRANJE, IN ZAGON (1-30 kW)	1,00 KOS	260,00	24,70 (9,5 %)	284,70		260,00
			Skupaj:	(Popust -1.050,60)			11.215,40
			DDV: 9,50%	od: 11.215,40			1.065,46
			Skupaj EUR:				12.280,86
			Za plačilo EUR:				12.280,86

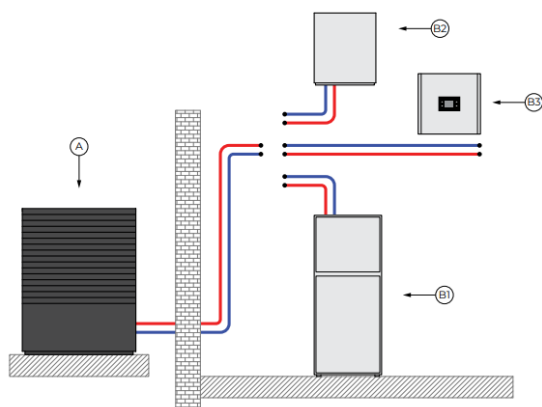
V pričakovanju pozitivnega odgovora se vam zahvaljujemo za vaše zaupanje in se veselimo nadaljnjega sodelovanja

PODPIS:

Slika 17: Ponudba toplotne črpalke

(Vir: Osebn arhiv)

Predvidevala sem, da bo obnova ogrevalnega sistema s TČ znašala okoli 10.000 EUR z delom in vgradnjo črpalke. Iz zgoraj priložene slike je lahko razvidno, da je bil investicijski strošek črpalke nekoliko višji, kot sem na začetku predvidevala. Torej smo za črpalko investirali 12.280,86 EUR.



- A Zunanja enota
- B1 Notranja kompaktna hidravlična enota HYDRO C2
- B2 Notranja stenska hidravlična enota HYDRO S2
- B3 Notranja stenska regulacijska enota WH KSM 2

Slika 18: Shema povezave med zunanjo in notranjo enoto [8]

Toplotna črpalka ADAPT skupaj z notranjo enoto HYDRO (slika 19) predstavlja popoln variabilen sistem, hladilniško in hidravlično prilagodljiv glede na toplotne potrebe objekta. Zunanja enota, kompaktna TČ zrak-voda ADAPT, se odlikuje po izredno tihem delovanju ter dovršeni obliki ter vrhunski tehnologiji, zmogljivosti in učinkovitosti. [8]

Gre za eno najtišjih toplotnih črpalk na tržišču. Neslišna notranja enota ji omogoča, da je tišja od delovanja računalnika. Ne emitira nobenih zvokov, ne moti okolice in se zlije z njo. Njena izjemna učinkovitost in inteligentno prilagajanje sta pripomogla k preboju na prvo mesto v sezonski učinkovitosti v Evropi (Bafa lista - primerjava učinkovitosti 1176 toplotnih črpalk - junij 2019). Izredno visoki sezonska učinkovitost (SCOP 5,2) in prilagodljivost pri talnem in pri radiatorskem ogrevanju predstavljata nepremagljivo varčnost. [29] Slednja je pripomogla k izbiri te črpalke v kombinaciji z notranjo enoto Hydro S2. [8]



Slika 19: Izbrana TČ Kronoterm (zunanja in notranja enota)

Posebno pozornost je namenjena tudi skrbi za okolje - uporabljeni so okolju prijazni elementi, ki se prijetno zlijejo z okolico, in novo hladivo, ki je lažje razgradljivo in posledično zmanjša vpliv na toplogredne izpuste. Uporabljeno je popolnoma novo hladivo R452b, ki ne škoduje ozonu in ima kar 67 % nižji ogljični odtis od obstoječih hladiv. Nova generacija okolju prijaznih TČ je tako edina, ki ob varčni uporabi zagotavlja tudi učinkovito rabo energije in obnovljivih virov energije. Novo zvočno izolirano ohišje v vseh pogojih in prostorih zagotavlja izredno tiho, skoraj neslišno delovanje. [8]

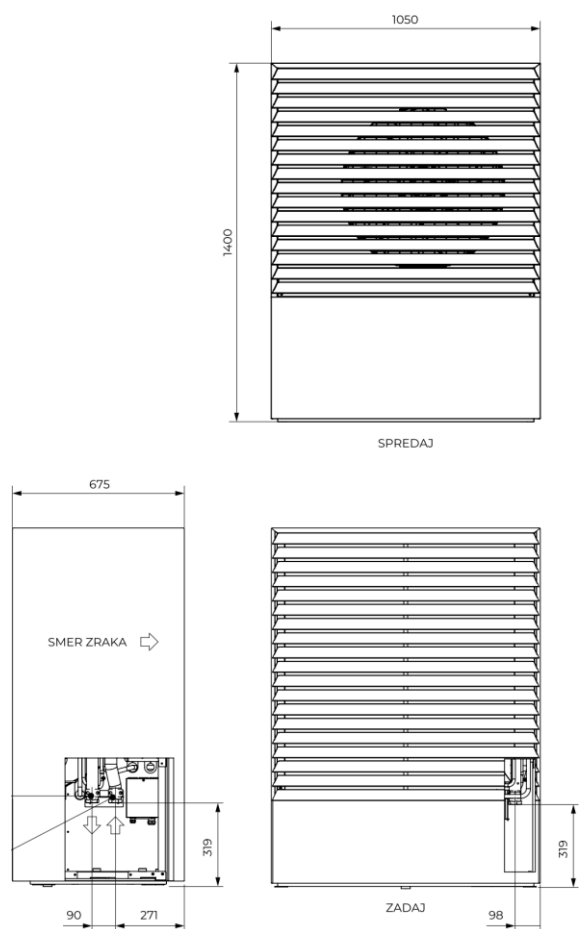
Ima enostavno upravljanje na daljavo tako, da z mobilno aplikacijo »Cloud.Kronoterm« lahko spremljamo vedno in povsod. Želeno temperaturo lahko nastavimo pred prihodom domov, se izognemo obiskom serviserjev, saj bodo lahko večino napak odpravili na daljavo. In če napake

ne bomo opazili, nas bo na nepravilno delovanje opozorila naprava kar sama. Ročno popisovanje porabe in stroškov ni več potrebno, saj lahko vse, tudi proizvedeno toploto ter njeno učinkovitost pregledno spremljamo na aplikaciji. [8]

Umetna inteligenca bo na podlagi pridobljenega znanja delovanje prilagajala glede na vremenske napovedi ter celo glede na potrebe in potrebe objekta. Tako bomo z njo dosegali do 30 % višjo učinkovitost in porabili malo prostora, približno 0,5 m². Zaradi enostavnega in hitrega zagona se bomo lahko ogrevali še isti dan. [8]

3.5.1 Zunanja enota ADAPT

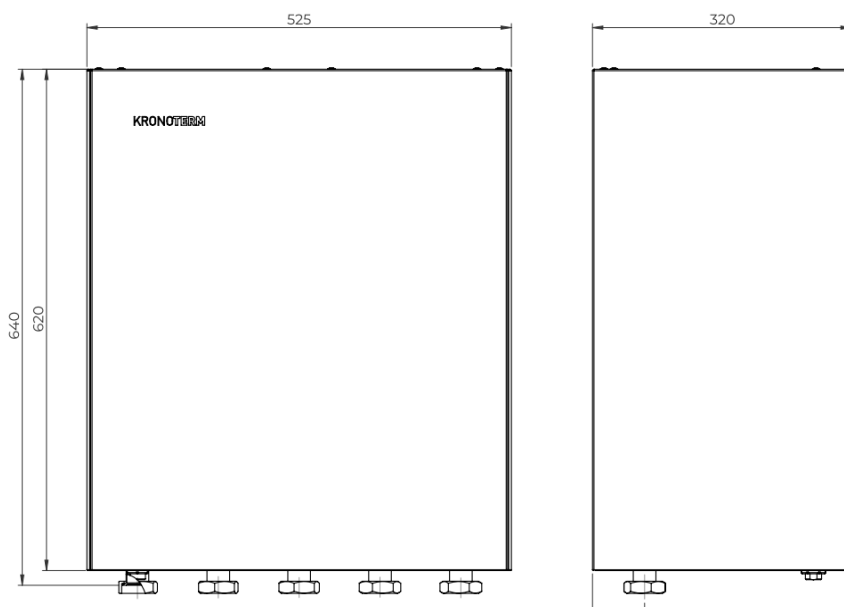
Ohišje je velikosti 1400 x 1050 mm ter globine 675 mm (slika 20). Narejeno je iz prašno lakirane pocinkane jeklene pločevine, opcijsko je lahko tudi iz nerjavečega jekla ali corten pločevine. Vgrajen ima vremensko zaščiten uparjalnik in ventilator. Slednji ima bionično oblikovane lopatice za minimalno hrupnost. Ima prilagodljivo toplotno moč naprave, adaptivno krmiljenje grelni moči in vgrajeno obtočno črpalko. Uparjalnik ima veliko prenosno površino in velike med-lamelne razmake ter posebno zvočno izolirano ohišje. [8] Glavni sestavni deli zunanje enote so v prilogi 1, tehnični podatki pa v prilogi 2.



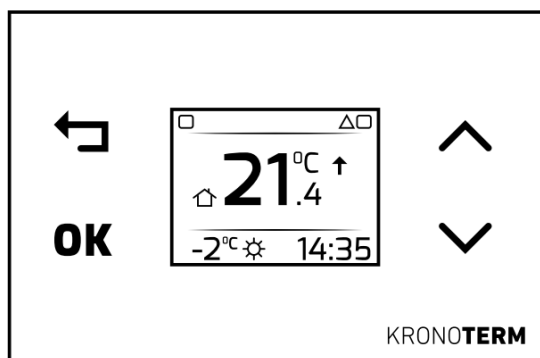
Slika 20: Zunanja enota ADAPT [8]

3.5.2 Notranja stenska hidravlična enota HYDRO S«

Notranja hidravlična enota za stensko vgradnjo je velikosti 640 x 525 mm ter globine 320 mm (slika 21). Ohišje je iz prašno lakirane jeklene pločevine v beli barvi. Enota ima funkciji ogrevanja in hlajenja z integriranim 3-potnim ventilom za preklop med ogrevanjem in hlajenjem ter segrevanjem sanitarne vode. Ogromno sestavnih delov je integriranih v sistem. Ti so 6 kW električno grelo (3 x 2 kW), magnetni ločevalnik nečistoč, tipalo tlaka ogrevalnega sistema, tipalo pretoka vode, varnostni ventil za ogrevalni sistem ipd. [8] Glavni sestavni deli notranje enote so prikazani v prilogi 3 in tehnični podatki v prilogi 4. Natančna povezava oz. osnovne vezalne sheme so prikazane v prilogi 5.



Slika 21: Skica notranje enote [8]



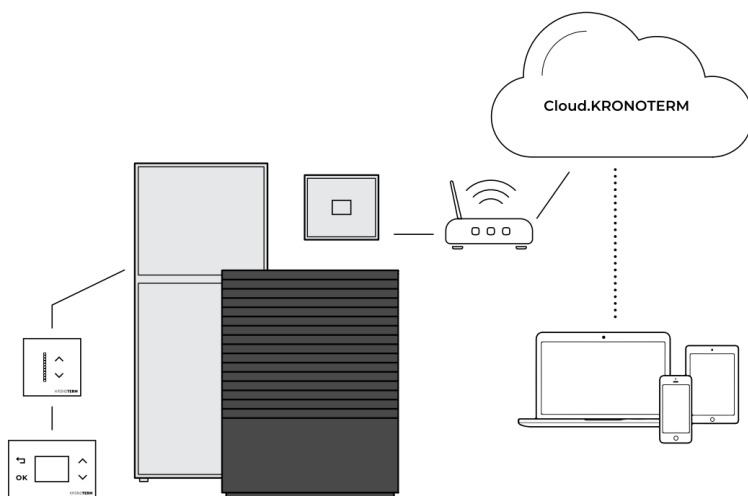
Slika 22: Upravljalnik KT-2A

3.5.3 Upravljalnik KT-2A

Upravljalnik (slika 22) je namenjen za reguliranje toplotne črpalke ADAPT, notranjih enot (Hydro, WR KSM 2) in ogrevalnega sistema kot tudi za sekundarni sistem in pripravo tople sanitarne vode. Z njim nadziramo in nastavljamo sobno temperaturo ter način delovanja (ogrevanje ali hlajenje). Prikazuje tudi statusov delovanja TČ, temperaturo okolice, preko njega lahko tudi odpravljamo napake.

3.5.4 Kronoterm Cloud aplikacija

CLOUD.KRONOTERM nam omogoča pregled in upravljanje TČ, njenih ogrevalnih krogov ter pregled porabe in obratovalnih stroškov. Edini pogoj za pregled in upravljanje je, da je naprava povezana z internetom (slika 23). Beleženje vseh dogodkov in preko 30 obratovalnih parametrov omogoča podporni ekipi celovit vpogled in bliskovito diagnostiko v primeru motenj v delovanju. Vsi zajeti podatki se uporabljajo za stalne izboljšave, ki se samodejno prenesejo v napravo in pripomorejo pri povečanju udobja in znižanju obratovalnih stroškov. Slednja omogoča tudi, da že vgrajena naprava sčasoma postaja pametnejša in boljša. [8]



Slika 23: Kronoterm Cloud aplikacija [8]

3.5.5 Krivulje zmogljivosti

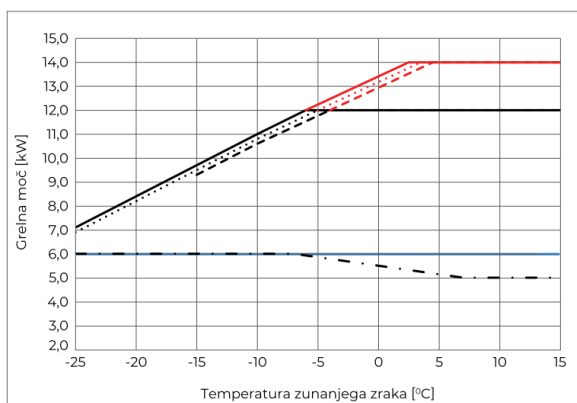
Maksimalna grelna moč toplotne črpalke je odvisna od izbranega načina delovanja:

- Boost: Toplotna črpalka ima v tem načinu višjo maksimalno moč, višjo hrupnost in nižjo učinkovitost.
- Optimal: Toplotna črpalka ima v tem načinu najvišjo učinkovitost in optimalno razmerje med toplotno močjo in hrupnostjo.

- Silent: Toplotna črpalka ima v tem načinu nižjo hrupnost, nižjo maksimalno toplotno moč in nižjo učinkovitost. [8]

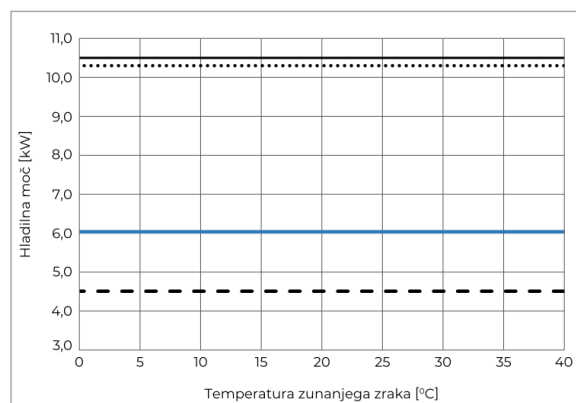
Na spodnji sliki (slika 24) sta prikazani krivulji zmogljivosti za gretje in hlajenje izbrane TČ glede na način delovanja, ki je omogočen. Z desne spodnje slike (slika 24) je razvidno, da je grelna moč zelo odvisna od temperature zunanjega zraka.

Grelna moč



— W35°C - max. OPTIMAL W45°C - max. OPTIMAL
 - - - W55°C - max. OPTIMAL - · - - minimal
 — W35°C - max. BOOST W45°C - max. BOOST
 - - - W55°C - max. BOOST — max. SILENT

Hladilna moč



— W18°C - max. OPTIMAL W7°C - max. OPTIMAL
 - - - minimal — max. SILENT

Slika 24: Krivulja zmogljivosti [8]

3.6 POSTAVITEV TČ

Za postavitev toplotne črpalk smo prvotno morali napeljati elektriko za dovod energije do zunanje enote, zunaj za hišo smo pripravili betonski podstavek, na katerem je postavljena zunanja enota. Potrebno je bila tudi posodobitev vezave v sami kotlovnici. Zamenjali smo tudi raztežno posodo.

Električna energija

Za novo toplotno črpalko smo iz električne omarice (slika 25) morali napeljati dovod elektrike skozi steno, čez kotlovnico do garaže, nato pa skozi steno do zunanje povezave s zunanjo enoto. Priklop električne energije je izveden s kablom 5 x 2,5 mm².



Slika 25: Napeljava kablov iz omarice

(Vir: Osebni arhiv)

Podstavek za zunanjo enoto

Podstavek in dovod električne energije za zunanjo enoto smo pripravili sami (slika 26).



Slika 26: Podstavek za zunanjo enoto

(Vir: Osebni arhiv)

Postavitev in priklop zunanje enote

Na slikah (slika 27) je prikazana zunanja enota TČ, cevi za povezavo do notranje enote skozi steno do garaže, komunikacijski kabli in dovod elektrike. Zunanjo enoto smo postavili na že predhodno postavljen podstavek iz betona, skozi katerega so napeljani kabli za povezovalne cevi do kotlovnice v notranjosti hiše.



Slika 27: Postavitev zunanje enote TČ

(Vir: Osebni arhiv)

Vgradnja notranje enote

Spodnja slika (slika 28) prikazuje priklop notranje enote. Na levi demontažni ventil, na desni pa priklop na sanitarno vodo.



Slika 28: Demontažni ventil

(Vir: Osebni arhiv)

Povezava zunanje in notranje enote

Za delovanje TČ je bilo potrebno narediti še povezavo med notranjo in zunanjo enoto. Slednja je malo daljša.



Slika 37: Povezava med zunanjo in notranjo enoto

(Vir: Osebni arhiv)

Raztezna posoda

Vgradili smo novo raztezno posodo. Raztezna ali ekspanzijska posoda je posoda, ki se uporablja kot nadomestilo za povečanje volumna, povezane s širitvijo tekočina med njenim segrevanjem.



Slika 39: Raztezna posoda

(Vir: Osebni arhiv)

Priklop na ogrevalni sistem za gretje radiatorjev

Na koncu je sledil še priklop na obstoječi visoko temperaturni ogrevalni sistem. Slika 31 prikazuje notranjo enoto z vso potrebno elektroniko za delovanje črpalke in ogrevalnega sistema.

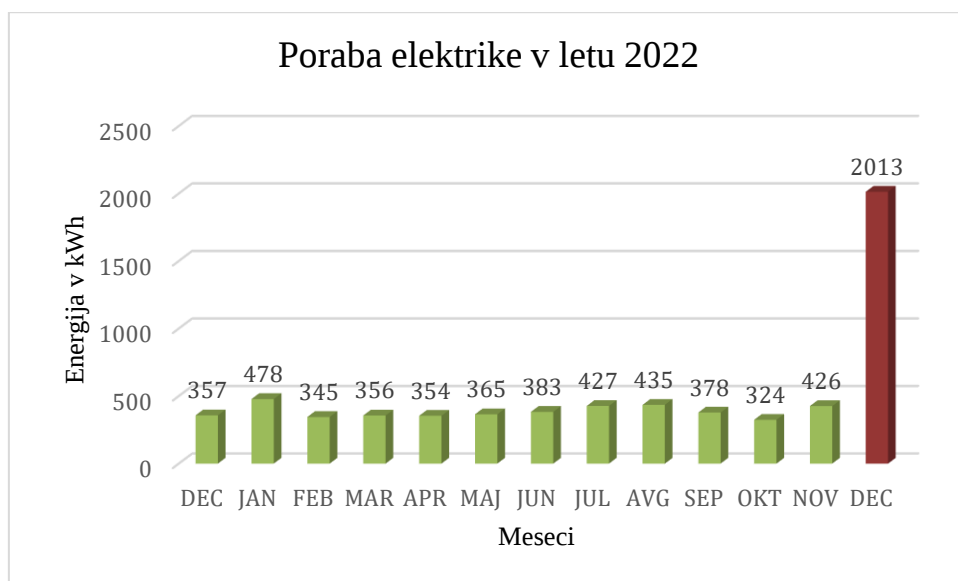


Slika 31: Notranja enota z elektroniko

(Vir: Osebni arhiv)

3.7 PREDVIDENI OBRATOVALNI STROŠKI NOVE NAPRAVE IN VRAČILNA DOBA

Predvidevam, da bo obratovalni strošek toplotne črpalke znašal okoli 200 EUR električne energije na mesec. Na sliki 32 je prikazana poraba električne energije v letu 2022. Z zeleno barvo so označeni meseci z ogrevanjem na drva, z rdečo (december) pa je bila v uporabi že nova TČ.



Slika 32: Poraba energije v letu 2022

Iz slike je razvidno, da smo v mesecu decembru leta 2022 porabili znatno več energije za ogrevanje, saj je bilo zunaj hladneje, prav tako smo že uporabljali nov sistem ogrevanja. Decembra smo porabili 2013 kWh električne energije, kar pa je znašalo 198,26 EUR. Skupaj z omrežnino in prispevki smo za ta mesec plačali 316,45 EUR. Novembra 2022 smo za električno energijo plačali 80,93 EUR, kar je v primerjavi z decembrsko položnico znatno nižje.

Zanimala nas je tudi dnevna poraba električne energije, zato smo izvajali meritev porabljene energije od 12. do 31. decembra (tabela 3).

Tabela 3: Poraba elektrike TČ

Dan	Stanje števca	Dnevna poraba
12	32626	/
13	32712	86 kWh
14	32797	85 kWh
15	32870	73 kWh
16	32930	60 kWh
17	33008	78 kWh
18	33075	67 kWh
19	33150	75 kWh
20	33226	76 kWh
21	33290	64 kWh
22	33342	52 kWh
23	33394	52 kWh
24	33445	51 kWh
25	33485	40 kWh
26	33533	48 kWh
27	33579	46 kWh
28	33624	45 kWh
29	33669	45 kWh
30	33715	46 kWh
31	33752	37 kWh

Iz tabele je razvidno, da je dnevna poraba električne energije nihala od 37 do 86 kWh. Slednja ni odvisna le od porabe TČ, ampak seveda tudi od vseh ostalih elektronskih naprav, življenjskega sloga ter seveda praznikov oz. časov dopusta v tem času.

Od 20. 2. 2023 pa smo se priklopili v omrežje s sončno elektrarno, s čimer bomo znatno zmanjšali stroške obratovanja domačega sistema ogrevanja. To pa je bil tudi prvotni plan menjave starega sistema.

Skupna poraba energije v letu 2022 je bila 6.641 kWh. V zadnjem mesecu tega leta smo za električno energijo s omrežnino in dajatvami za ogrevanje plačali 316,45 €. Decembra smo torej

porabili 2013 kWh električne energije. Povprečna dnevna poraba v decembru je bila 64,94 kWh, povprečna dnevna letna poraba pa 18,19 kWh.

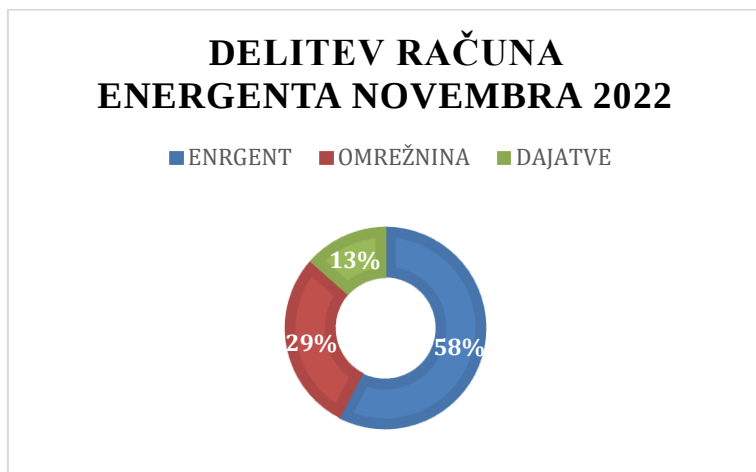
Cena energenta pa je v tem trenutku regulirana z uredbo. Najvišja dovoljena drobnoprodajna cena za električno energijo za gospodinjske odjemalce in za porabo v skupnih prostorih večstanovanjskih stavb in skupnih prostorih v mešanih večstanovanjsko-poslovnih stavbah znaša [30]:

- za višjo dnevno tarifno postavko 0,11800 EUR/kWh,
- za nižjo dnevno tarifno postavko 0,08200 EUR/kWh,
- za enotno dnevno tarifno postavko 0,09800 EUR/kWh.

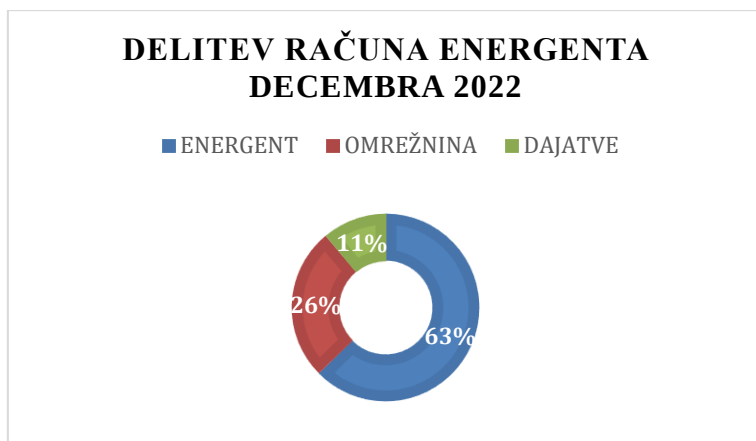
Sestava računa pred in po uporabi TČ

Račun za dobavljeno električno energijo je sestavljen iz treh vsebinskih sklopov: električna energija, omrežnina ter prispevki, trošarina in DDV. [31]

Zanimalo me je, kakšna je bila delitev računa električne energije pred in po montaži TČ. Ali se je delež bistveno spremenil? Za primerjavo sem vzela zadnja dva računa v letu 2022, čigar porazdelitvi sta prikazani na spodnjih dveh slikah (sliki 33 in 34).



Slika 33: Delitev računa energenta pred novo TČ



Slika 34: Delitev računa energenta po novi TČ

Iz zgornjih slik (sliki 33 in 34) lahko razberemo, da smo po montaži nove TČ za energent odšteli 5% višji strošek na položnici kot novembra. Medtem ko sta se deleža omrežnine in dajatev zmanjšala. Iz česar lahko sklepamo, da večja poraba pomeni večji stroškovni delež energenta na položnici.

4 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE

Moja prva hipoteza je bila, da nas bo posodobitev kotlovnice s toplotno črpalko stala 10.000 €. Hipotezo smo ovrgli, saj nas je posodobitev kotlovnice stala 12.280,86 €. Cena vgrajena Kronotermove toplotne črpalke moči 11 kW nas je stala 9.133,20 €, a je bilo treba k tej ceni prišteti še delo ter ostale potrebne komponente, tako da smo na koncu za posodobitev kotlovnice odšteli 2.280,86 € nad pričakovanji.

Prav tako smo ovrgli drugo hipotezo, ki se je glasila, da se bodo cene primerjanih toplotnih črpalk enakih toplotnih moči med različnimi ponudniki razlikovale za 1000 €. Pri analizi cen TČ moči 11 kW smo ugotovili, da so cene primerljive. Ugotovili smo, da cena zavisi od različnih proizvajalcev. Najcenejša TČ je bila od proizvajalca Daikin, medtem ko sta ceni proizvajalcev Kronoterm in Hitachi podobni. Med najcenejšo in najdražjo ceno primerjanih TČ moči 11 kW lahko razberemo, da je razlika v ceni kar 3.358,28 €. Pri 14 kW TČ lahko razberemo, da se cena vrti okoli 9.500 €, a ljub temu nastane razlika med najcenejšo in najdražjo izvedbo, ki je bistveno večja od naše hipoteze, saj le ta znaša skoraj 3.000 €.

Naša tretja hipoteza je bila, da cena toplotnih črpalk močno zavisi od moči. Tudi to hipotezo smo ovrgli. Povprečna cena primerjanih 11 kW TČ je 9.091,79 €, povprečna cena primerjanih 14 kW TČ pa 9.558,94 €. Razlika med povprečnimi cenami 11 in 14 kW TČ znaša 467,15 €. V ceni torej ni (nekakšne) bistvene razlike. Najdražja 11 kW TČ stane 10.364,14 €, kar je več, kot je povprečna cena 14 kW TČ in le 60,03 € manj, kot je cena najdražje primerjane TČ moči 14 kW.

Naša četrta hipoteza je bila, da se delež sestavnih delov računa za električno energijo ne bo bistveno spremenil. To hipotezo lahko potrdimo. V primerjavi, da smo po montaži nove TČ za energent odšteli 5% višji strošek na položnici kot novembra. Medtem ko sta bila deleža omrežnine in dajatev zmanjšana, iz česar lahko sklepamo, da večja poraba pomeni večji stroškovni delež energenta na položnici, a ta ni večji od 10 %.

Zadnja hipoteza je bila, da se bodo s posodobitvijo kotlovnice zmanjšali stroški ogrevanja. To hipotezo smo deloma potrdili, saj še nimamo realnih rezultatov. V mesecu februarju smo postali samooskrbni s sončno elektrarno. Pričakujemo, da se bodo investicijski stroški hitreje povrnili.

5 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi sem si na začetku zadala hipoteze. Prikazala sem tudi strukturo raziskovalnega dela.

V drugem poglavju sem opravila raziskavo trga. Predstavila sem vrste toplotnih črpalk na trgu in opisala, kako delujejo. Zraven sem priložila tudi slike. Predstavila sem vire toplote.

V tretjem poglavju sem predstavila prenovitev kotlovnice in izbrala novo toplotno črpalko. Predstavila sem nekaj različnih ponudb TČ in izbrala vir toplote. Podrobno sem predstavila izbrano TČ ADAPT 0416 (notranjo in zunanjo enoto, upravljalnik, Kronoterm Cloud aplikacijo ...). V tem poglavju sem prikazala tudi krivulje zmogljivosti TČ. V nadaljevanju raziskovalne naloge sledi predstavitev poteka dela montaže nove TČ in meritev porabe energije nove TČ po enem mesecu delovanja.

V četrtem poglavju sledi predstavitev rezultatov raziskovalne naloge, na koncu v zadnjem pa so navedeni vsi uporabljeni viri in literatura.

Ne glede na nastale težave, ki so se pojavile med potekom raziskovalne naloge, sem jih s pomočjo staršev, spleta, lastnega znanja in mentorja uspešno razrešila.

Z raziskovalno nalogo sem spoznala več o posameznih toplotnih črpalkah in kako delujejo, hkrati pa sem se osredotočila na to, ki smo jo izbrali sami. Predstavila sem star sistem ogrevanja in opisala delovanje peči na trda goriva, hkrati pa sem predstavila delovanje novega. V nalogi je predstavljena mesečna poraba energije po vgradnji črpalke in poraba energije, ko smo na streho dodali še sončno elektrarno in smo s tem postali samooskrbni in pridobivamo svojo energijo.

6 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju za pomoč in vodenje pri raziskovalni nalogi. Zahvaljujem se profesorici za slovenščino, ki je lektorirala nalogo, in staršem za moralno podporo pri izvedbi raziskovalne naloge.

7 VIRI IN LITERATURA

- [1] Kako deluje toplotna črpalka [online]. 2023 (citirano 27. 2. 2023). Dostopno na naslovu: https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/05_Kako_deluje_toplotna_crpalka.pdf
- [2] Vrste toplotnih črpalk [online]. 2023. (citirano 21. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.petrol.si/znanje-in-podpora/2020/clanki/katere-vrste-toplotnih-crpalk-poznamo.html>
- [3] TČ voda/voda [online]. 2023. (citirano 21. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.knut.si/toplotne-crpalka/toplotne-crpalka-voda-voda>
- [4] Toplotni viri za ogrevalne sisteme [online]. 2023. (citirano 21. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://kronoterm.com/toplotni-viri-za-ogrevalne-sisteme/>
- [5] Ogrevalne toplotne črpalke [online]. 2023. (citirano 21. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://kronoterm.com/produkti/ogrevalna-toplotna-crpalka/>
- [6] Toplotna črpalka [online]. 2023 (citirano 21. 2. 2023). Dostopno na naslovu: https://sl.wikipedia.org/wiki/Toplotna_%C4%8Drpalka
- [7] Kako deluje toplotna črpalka zrak voda [online]. 2023 (citirano 27. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://svet-klime.si/kako-deluje-toplotna-crpalka-zrak-voda/>
- [8] Kronoterm produktni list [online]. 2023 (citirano 27. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://kronoterm.com/wp-content/uploads/2020/10/98-19-24-5420-11-Adapt-Hydro-C2-Hydro-S2-Produktni-list.pdf?dwpfuha=1677053096>
- [9] Atlas okolja [online]. 2023. (citirano 27. 2. 2023). Dostopno na naslovu: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso
- [10] Daikin visokotemperaturna ogrevalna toplotna črpalka [online]. 2023. (citirano 27. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.emundia.si/daikin-visokotemperaturna-ogrevalna-toplotna-crpalka-altherma-epra14dw17-etvx16s23e9w7-14-kw>
- [11] Sanitarna toplotna črpalka [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://kronoterm.com/produkti/sanitarne-toplotne-crpalka/>
- [12] Shema delovanja TČ [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu:

<https://www.papler.si/delovanje>

- [13] Shema TČ [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu:

https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/05_Kako_deluje_toplotna_crpalka.pdf

- [14] Levi krožni proces [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu:

https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/05_Kako_deluje_toplotna_crpalka.pdf

- [15] Delovanje TČ zrak – voda v praksi [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.varcevanje-energije.si/toplotne-crpalk/kako-toplotna-crpalka-zrak-voda-deluje-v-praksi.html>

- [16] Toplotna črpalka zemlja – voda [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://toplotnacralka.org/toplotna-crpalka-zemlja-voda/>

- [17] Toplotna črpalka voda – voda [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.vsi.si/atlas-trading/toplotna-crpalka-voda-voda>

- [18] Domač sistem s TČ zrak – voda [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: https://www.varcevanje-energije.si/images/stories/2014/OSTALO/Najboljse_toplotne_crpalk_ponudniki.jpg

- [19] Viri toplote za toplotno črpalko [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: https://www.termoshop.si/viri-toplote-za-toplotno-crpalko/?gclid=Cj0KCQiA6fafBhC1ARIsAIjL8mcQJ4-BpK-SXrlog9qKsWKEdCAUiLBfL_t6SrxNbyzs0QUqHZQhllaAtJXEALw_wcB

- [20] Delovanje TČ zrak – voda in voda – voda [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.menerga.si/blog/2020/10/05/geotermalna-toplotna-crpalka-voda-voda-toplotna-crpalka-zrak-voda/>

- [21] Emundia.si, toplotne črpalke. [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: https://www.emundia.si/ogrevanje/toplotne-crpalk/ogrevalne-toplotne-crpalk/visokotemperaturne-toplotne-crpalk/kompleti/kompleti-brez-bojlerja/filter/nazivna_moc-14_kw-11_kw-page

- [22] Izračun toplotnih izgub - ogrevanje. [online]. 2023. (citirano 21. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.klimarent.com/si/kalkulator-ogrevanje/index.php?calculate=gretje#calc>
- [23] TČ zrak - voda [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: https://kronoterm.com/landing/toplotna-crpalka-adapt-2/?gclid=CjwKCAiAr4GgBhBFEiwAgwORrSll3dx8tQD4bp5qeJbSLfYCK-QOpui11U5giNx5Gi11N55is4BPDxoCheUQA_vD_BwE
- [24] Toplotna črpalka - poraba elektrike, prihranki in stroški. [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.varcevanje-energije.si/toplotne-crpalka/toplotna-crpalka-poraba-elektrike-prihranki-in-stroski.html>
- [25] Mnenja uporabnikov toplotnih črpalk iz prve roke. [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.varcevanje-energije.si/novice-rss-zanimivosti/mnenja-uporabnikov-toplotnih-crpalk-iz-prve-roke.html>
- [26] Toplotna črpalka za sanitarno vodo. [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.varcevanje-energije.si/toplotne-crpalka/toplotne-crpalka-za-segrevanje-sanitarne-vode.html>
- [27] Izračun moči toplotne črpalke. [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.varcevanje-energije.si/toplotne-crpalka/izracun-moci-toplotne-crpalka.html>
- [28] Moč toplotne črpalke – kakšno moč toplotne črpalke izbrati? [online]. 2023. (citirano 2. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://svet-klime.si/moc-toplotne-crpalka-kaksno-moc-toplotne-crpalka-izbrati/>
- [29] Toplotna črpalka ADAPT. [online]. 2023. (citirano 27. 2. 2023). Dostopno na naslovu: <https://kronoterm.com//toplotna-crpalka-adapt-najboljsa-na-bafa-listi-november-2019/>
- [30] Uredba o spremembi in dopolnitvi Uredbe o določitvi cene električne energije. [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED8625>
- [31] Obrazložitev računa. [online]. 2023. (citirano 1. 3. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.agen-rs.si/gospodinjski/elektrika/obrazlozitev-racuna>

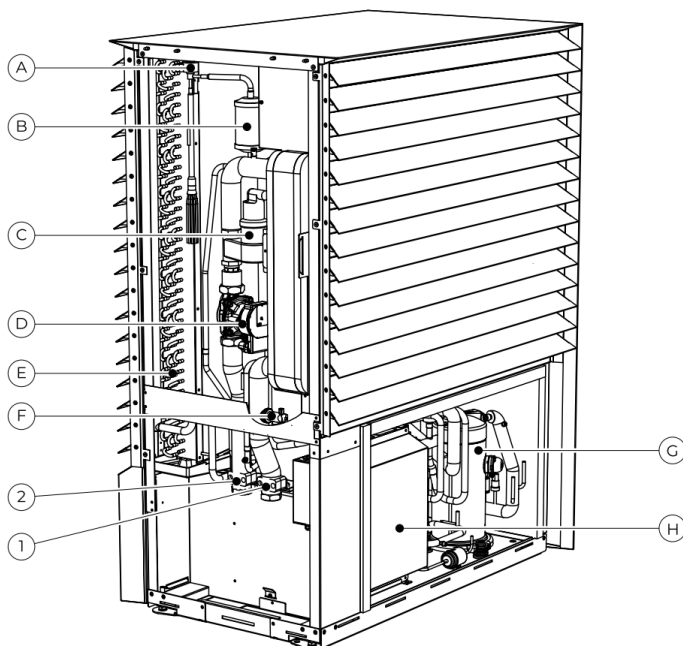
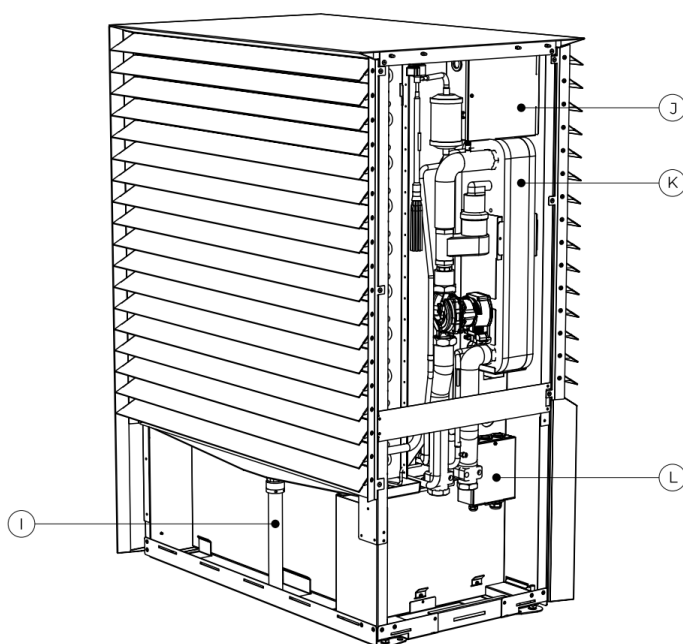
8 PRILOGE

8.1 Priloga 1: Glavni sestavni deli zunanje enote TČ ADAPT

Legenda

- 1 VSTOP – G 5/4" NN*
- 2 IZSTOP – G 5/4" NN*
- A Elektronski ekspanzijski ventil
- B Dehidrator
- C Odzračevalnik
- D EC obtočna črpalka
- E Uparjalnik
- F Pretočno stikalo
- G Kompresor
- H Elektronski pogon kompresorja
- I Odvod kondenzata
- J Elektro omara krmilnika zunanje enote
- K Ploščni prenosnik toplote/kondenzator
- L Priklop el. napajanja in komunikacije z notranjo enoto

* Privijalo z ravnim tesnjenjem



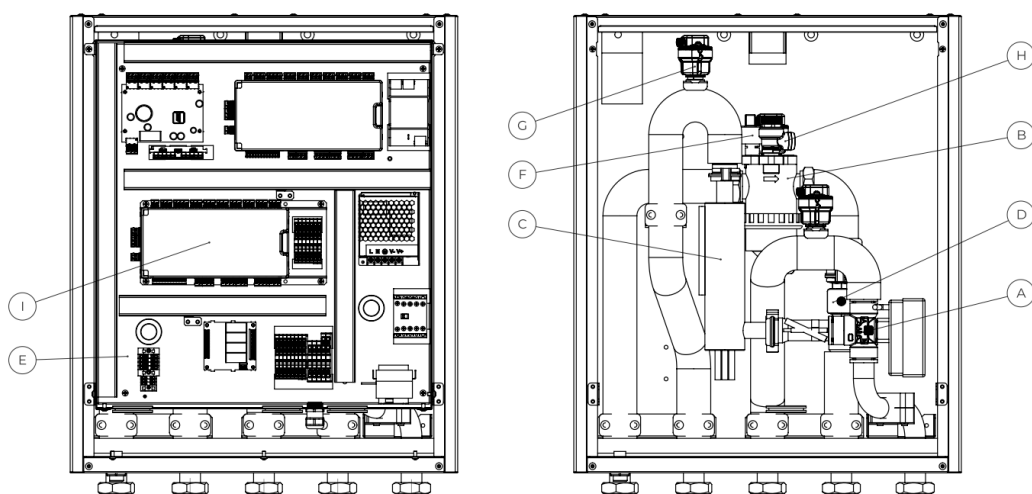
8.2 Priloga 2: Tehnični podatki zunanje enote

NAPRAVA	Enota	ADAPT 0312	ADAPT 0416	ADAPT 0724
PRIPADAJOČA NOTRANJA ENOTA				
Oznaka	HYDRO S2, HYDRO C2, WR KSM 2	HYDRO S2, HYDRO C2, WR KSM 2	HYDRO S2, WR KSM 2	
IZVEDBA				
Vir toplote	Zrak	Zrak	Zrak	
Ponor toplote	Voda	Voda	Voda	
Krmilnik	KSM	KSM	KSM	
Postavitev toplotne črpalke	Zunanja	Notranja	Notranja	
Postavitev krmilne enote	V notranji enoti	Integrirana	V notranji enoti	
Kompresor	1 x spiralni s spremenljivo hitrostjo	1 x spiralni s spremenljivo hitrostjo	1 x spiralni s spremenljivo hitrostjo	
Pogon kompresorja	DC Inverter	DC Inverter	DC Inverter	
Ventilator	Aksialni s spremenljivimi vrtljaji	Aksialni s spremenljivimi vrtljaji	Aksialni s spremenljivimi vrtljaji	
Odtaljevanje	Aktivno (sprememba smeri hladiva)	Aktivno (sprememba smeri hladiva)	Aktivno (sprememba smeri hladiva)	
Električno grelo	V notranji enoti	V notranji enoti	V notranji enoti	
Preklopni ventil	V notranji enoti	V notranji enoti	V notranji enoti	
Senzor pretoka vode	V notranji enoti	V notranji enoti	V notranji enoti	
Stikalo pretoka vode	Integriran	Integriran	Integriran	
Senzor tlaka v ogrevalnem sistemu	V notranji enoti	V notranji enoti	V notranji enoti	
Obtočna črpalka, sekundar	Integrirana	Integrirana	Integrirana	
Varnostni ventil ogrevalni sistem	V notranji enoti	V notranji enoti	V notranji enoti	
ZMOGLJIVOST PO STANDARDU EN 14511				
OGREVANJE		Grelna moč/električna moč/COP	Grelna moč/električna moč/COP	Grelna moč/električna moč/COP
A7/W30-35	kW/kW/-	9,0 / 1,80 / 5,00	12,0 / 2,35 / 5,10	18,0 / 3,67 / 4,90
A2/W30-35	kW/kW/-	9,0 / 2,22 / 4,05	12,0 / 2,93 / 4,10	18,0 / 4,86 / 3,70
A-7/W30-35	kW/kW/-	8,5 / 2,62 / 3,25	11,0 / 3,49 / 3,15	15,7 / 5,15 / 3,05
A-10/W30-35	kW/kW/-	8,1 / 2,61 / 3,10	10,8 / 3,55 / 3,10	15,6 / 5,20 / 3,00
A7/W47-55	kW/kW/-	9,0 / 3,00 / 3,00	12,0 / 3,87 / 3,10	18,0 / 5,54 / 3,25
A-10/W47-55	kW/kW/-	7,5 / 3,66 / 2,05	10,3 / 5,02 / 2,05	15,4 / 7,00 / 2,20
HLAJENJE		Hladilna moč/električna moč/EER	Hladilna moč/električna moč/EER	Hladilna moč/električna moč/EER
A35/W12-7	kW/kW/-	8,0 / 3,14 / 2,55	11,0 / 4,23 / 2,60	18,0 / 7,83 / 2,30
A35/W23-18	kW/kW/-	8,0 / 2,00 / 4,00	11,0 / 2,75 / 4,00	18,0 / 4,93 / 3,65

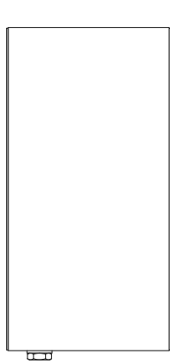
8.3 Priloga 3: Glavni sestavni deli notranje enote HYDRO S2

Glavni sestavni deli

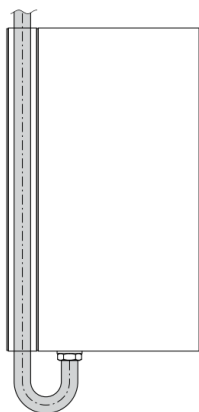
- A 3-potni preklopni ventil
- B Magnetni ločevalnik nečistoč
- C Električno grelo 6 kW (3 x 2 kW)
- D Tipalo pretoka vode
- E Elektro omara z regulatorjem KSM in razširitvenim modulom KSM+ 2
- F Tipalo tlaka ogrevalnega sistema
- G Avtomatski odzračevalni lonček
- H Varnostni ventil – ogrevalni sistem
- I Razširitveni modul KSM+ 2 (opcija)



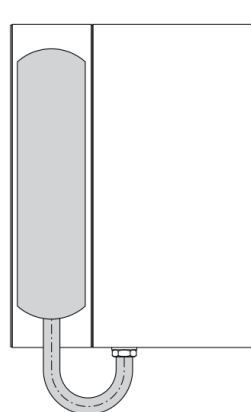
Konfiguracije notranje enote HYDRO S2



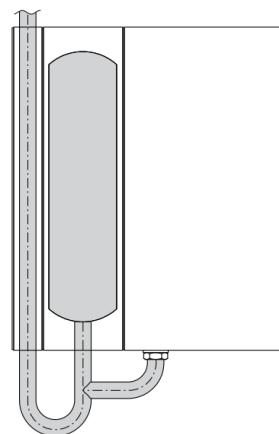
HYDRO S2
Osnovna izvedba



HYDRO S2 + HYDRO A2
Osnovna povezava s konzolnim
distančnikom za cevno povezavo



HYDRO S2 + HYDRO P2
Izvedba z zalogovnikom volumna
40 l



HYDRO S2 + HYDRO A2 + HYDRO P2
Izvedba z zalogovnikom volumna 40
in distančnikom za cevno povezavo

8.4 Priloga 4: Tehnični podatki notranje enote

NAPRAVA	Enota	HYDRO S2	HYDRO C2
ELEKTRIČNI PODATKI*			
ELEKTRIČNI PODATKI 1F			
Frekvenca	Hz	50	50
Nazivna napetost	V	~ 230 V	~ 230 V
Električno gredo		1 x 2 kW ~ 230 V	2 x 2 kW ~ 230 V
Max. obratovalni tok	A	11,8	20,6
Max. električna moč	kW	2,6	4,6
Varovalke	A	1 x C16	1 x C20
Napajalni električni kabel	mm ²	3 x 2,5	3 x 4
Tip napajalnega električnega kabla		H05VV-F	H05VV-F
ELEKTRIČNI PODATKI 3F			
Frekvenca	Hz	50	50
Nazivna napetost	V	3N ~ 400	3N ~ 400
Električno gredo		3 x 2 kW ~ 230 V	3 x 2 kW ~ 230 V
Max. obratovalni tok	A	11,8	11,8
Max. električna moč	kW	6,6	6,6
Varovalke	A	3 x C16	3 x C16
Napajalni električni kabel	mm ²	5 x 2,5	5 x 2,5
Tip napajalnega električnega kabla		H05VV-F	H05VV-F
*Za priključno moč sistema, napajalne kable in dimenzije varovalk glejte navodila za pripravo vgradnje.			
SEKUNDARNA STRAN (PONOR TOPLOTE) – VODA			
Priporočene dimenzije cevi do naprave 0312 in 0416	DN	25	25
Priporočene dimenzije cevi do naprave 0724	DN	32	/
Max. tlačni padec pri nazivnem pretoku vode Adapt 0312*	kPa	11,5	20
Max. tlačni padec pri nazivnem pretoku vode Adapt 0416*	kPa	20	26
Max. tlačni padec pri nazivnem pretoku vode Adapt 0724*	kPa	45	/
* Preračunano pri pogoju A2/W30-35;			
VOLUMEN			
Bojler	l	/	200
Toplotne izgube Q _{st} po EN 12897	kWh / 24 h	/	1,27
Zalogovnik	l	40	40
Toplotne izgube Q _{st} pri 55 °C	kWh / 24 h	1,2	1,2
Toplotne izgube Q _{st} pri 35 °C	kWh / 24 h	0,335	0,335
DIMENZIJE IN MASA – TRANSPORTNA			
Dimenzije (Š x V x G)	mm	600 x 750 x 450	640 x 2035 x 790
Masa	kg	36	148
DIMENZIJE IN MASA – NETO			
Dimenzije (Š x V x G)	mm	525 x 620 x 320	602 x 1812 x 684
Masa	kg	27	135
KOMUNIKACIJA			
Povezava med zun. in notr. enoto		FTP 5e kabel/2x2x0,6 mm ² (LiVCY)	FTP 5e kabel/2x2x0,6 mm ² (LiVCY)
Priključitev na BMS		MODBUS protokol (UTP kabel – priključek RJ45) – RS 485	MODBUS protokol (UTP kabel – priključek RJ45) – RS 485
Priključitev na internet		UTP kabel – priključek RJ45 - Ethernet	UTP kabel – priključek RJ45 - Ethernet

8.5 Priloga 4: Osnovni vezalni shemi

