

Potencial koriščenja toplote iz komunalnih odpadnih voda v Mestni občini Kranj v okviru projekta SECAP

avgust 2021

Naročnik: LEAG, Lokalna energetska agencija Gorenjske
Stara cesta 5
4000 Kranj

Zadeva: Izdelava študije potenciala koriščenja toplote iz komunalnih
odpadnih voda v Mestni občini Kranj v okviru projekta SECAP

Vrsta projektne dokumentacije: Tehnična študija

Datum in kraj izdelave mnenja: Kranj, avgust 2021

Izdelovalec: Komunala Kranj d.o.o.
Ulica Mirka Vadnova 1
4000 Kranj

Sodelujoči pri izdelavi: Jure Kristan, univ.dipl.inž.VKI
Egon Batič, univ.dipl.inž.kem.inž.
pooblaščen inženir IZS tehnolog projektant (T-0638).
Sereny Jozsef, univ.dipl.inž. hidromehanike
pooblaščen inženir MKK (13-5494, Inženirska zveza
Madžarske).
Član Madžarske hidrološke zveze (MHT) in član Madžarske
zveze za odpadne vode (MaSzeSz).

Kazalo vsebine

1. POVZETEK IN CILJ PROJEKTA.....	4
1.1. Namen izvedbe študije energetskega potenciala na kanalizacijskem omrežju.....	4
1.2. Predmet analize projekta	5
1.3. Cilji projekta.....	5
1.4. Terminski plan izvedbe projekta	6
1.5. Rezultat finančno ekonomske analize.....	6
1.6. Viri financiranja projekta.....	7
1.7. Predstavitev investitorjev.....	7
2. VHODNI PARAMETRI POTREBNI ZA REZULTAT PROJEKTA.....	8
3. MOŽNE TEHNOLOŠKE VARIANTE KORIŠČENJA TOPLOTE IZ ODPADNIH VODA.....	9
3.1. Predstavitev potencialnih tehnoloških variant	9
3.2. Potencialna tveganja projekta zajema energije iz komunalne odpadne vode.....	9
3.3. Opis možnih tehničnih rešitev	10
3.4. Osnovna izhodišča pri določanju ustrezne lokacije in tehnologije.....	11
4. LOKACIJSKI IN OKOLJSKI VIDIK PROJEKTA	15
4.1. Predstavitev najbolj potencialne tehnološke variante za lokacijo Zarica	16
4.2. Vhodni parametri novega objekta Center krožnega gospodarstva Komunala Kranj	17
4.3. Osnovne značilnosti izbranega sistema	18
5. FINANČNA ANALIZA.....	19
5.1. Primer referenčnega objekta na Madžarskem	19
5.2. Analiza stroškov in koristi	20
6. ZAKLJUČEK.....	20

1. POVZETEK IN CILJ PROJEKTA

1.1. Namen izvedbe študije energetskega potenciala na kanalizacijskem omrežju

V sklopu projekta Trajnostno energetski-podnebni načrt za občine (TEPN) oziroma SECAP (v nadaljevanju SECAP) nas je projektni partner Lokalna energetska agencija Gorenjske (v nadaljevanju LEAG) povabil k sodelovanju. Zaradi našega poznavanja tematike na področju odvajanja odpadnih voda smo se odločili dokazati energetski potencial, ki ga ima odpadna voda, ki se vsakodnevno pretaka po kanalizacijskem omrežju.

Skupni cilj SECAP je spodbujati trajnostno rast čezmejnega območja s promocijo strategij za zmanjšanje emisij ogljika za vse vrste območij, zlasti mestnih. Pri doseganju tega cilja se bodo spodbujali modeli trajnostnega razvoja, ki bodo najbolj pripomogli k izboljšanju kakovosti življenja in najmanj vplivali na podnebne spremembe. V projektu SECAP sodelujejo partnerske organizacije iz Slovenije in Italije.

Eden od glavnih razlogov, da smo se v sklopu projekta SECAP, odločili za izvedbo študije izkorišćenja energetskega potenciala pri odpadni vodi je ta, da ima odpadna voda ne glede na letni čas relativno konstantno temperaturo. Temperatura se v odvisnosti od letnega časa giblje med 10°C do 15°C. Predvsem v zimskem času lahko temperatura pade pod 10°C, kar je večinoma vpliv padavin ali topljenje snega. V mešanih kanalizacijskih sistemih je ta pojav pogostejši, medtem ko je v ločenem kanalizacijskem sistemu ta vpliv zanemarljiv, saj se padavinska voda odvaja ločeno v meteorni kanalizaciji.

Že danes se na večini slovenskih čistilnih naprav proizvaja bioplin, ki se na kogeneracijah izrablja za proizvodnjo električne energije. Večina večjih čistilnih naprav v Sloveniji take sisteme že ima in tudi uporablja. Če je sistem izrabe bioplina pravilno zasnovan proizvedena električna energija lahko predstavlja več kot 1/3 vse potrebne električne energije za delovanje čistilne naprave. Odvečna toplota pa se predvsem v zimskem času uporablja za ogrevanje gnilišč blata.

Izraba toplote iz odpadne komunalne vode pa je dokaj nov način in pristop k energetski učinkovitosti, ki se v Sloveniji kot tak še ne uporablja ali izvaja. Podobne sisteme dandanes že vidimo v nekaterih industrijskih objektih, kjer se odpadna voda izredno učinkovito uporablja v zaprtih tehnoloških krogotokih. Večinoma gre za razne hladilne sistem, pri katerih se voda zaradi hlajenja sistema segreje in v kasnejši fazi se toplota iz hladilne vode preko toplotnega izmenjevalca izkoristi za ogrevanje prostorov. Glavni motivator za tak način izrabe odpadne industrijske vode je predvsem v tem, da ima podjetje manjšo porabo pitne vode in s tem tudi nižje stroške komunalnih storitev (dobava pitne vode in odvajanje ter čišćenje industrijske odpadne vode).

Naš projekt oziroma študija izvedljivosti v sklopu projekta SECAP bo ena od možnosti trajne energetske učinkovitosti virov energije, kateri danes še niso evidentirani kot zadovoljiv samostojni vir energije. Naš cilj je dokazati in pokazati javnim kot tudi zasebnim partnerjem, da lahko z uporabo toplote iz kanalizacijskega sistema prispevamo k večji energetski učinkovitosti izrabe energije v lokalni skupnosti in s tem posledično tudi zmanjšanju emisij CO₂.

1.2. Predmet analize projekta

Predmet analize bo študija izvedljivosti izkorišćanja toplote iz komunalnih odpadnih voda v Mestni občini Kranj. V sklopu študije izvedljivosti se bomo v prvi fazi posvetili predvsem preveritvi in določitvi tehnološko najbolj potencialnih lokacij na katerih lahko v prihodnosti pričakujemo, da se bo javni ali zasebni kapital odločil za postavitev sistema toplotnega izmenjevalca na kanalizacijskem sistemu.

Ključni kriteriji, ki jih bomo upoštevali za določitev najbolj ustreznih mest so:

- zadostna in konstantna količina odpadne vode v kanalizacijskem sistemu;
- bližina poslovnih ali večstanovanjskih objektov, kjer se toplota dobljena iz sistema lahko uporablja;
- ustreznost lokacije iz vidika dostopnosti do kanalizacijskega sistema, izgradnje objekta za toplotno izmenjavo in možnosti priklopa na sisteme ogrevanja, hlajenja,...

V drugi fazi se bomo osredotočili predvsem preveritvi možnih tehnoloških opcij, ki se ta trenutek uporabljajo za sisteme izkorišćanja toplote iz komunalne odpadne vode. Marsikatero mesto v Evropi je že izvedlo ali pa razmišlja o implementaciji podobnih sistemov kot vira energije za ogrevanje kot tudi hlajenje. Predvsem v poletnih mesecih se vedno pogosteje srečujemo s tem, da v celoletni bilanci energije največ le te porabimo za hlajenje. Primernost izrabe energije iz kanalizacijskega sistema je ravno v tem, da se lahko pridobljena energija preko toplotnega izmenjevalca uporabi za hlajenje in za ogrevanje. Taka sistemi so idealna rešitev za večje poslovne in večstanovanjske objekte, ki imajo izvedeno centralno inštalacijo preko skupnih kotlovnice in inštalacij.

Danes na trgu poznamo že kar nekaj rešitev, ki večinoma temeljijo na toplotnem izmenjevanju. Iz tega razloga se bomo večinoma orientirali na rešitve, ki jih ponujajo toplotni izmenjevalci na kanalizacijskem sistemu. V sklopu študije bomo ovrednotili izbrane lokacije in možne tehnološke opcije, ki bi jih v prihodnosti lahko uporabili. Cilj študije bo izbira najbolj primerne lokacije in tehnološke rešitve za izrabo energije na kanalizacijskem sistemu v MO Kranj.

1.3. Cilji projekta

Eden največjih izzivov 21. stoletja je zadovoljevanje vseh naših energetske potreb, ki so iz leta v leto večje. V mnogih primerih tradicionalna fosilna energija ne more biti rešitev zaradi vedno strožjih okoljskih in drugih zakonskih predpisov. Klasična energija iz fosilnih goriv je tudi zaradi uvedbe emisijskih kuponov marsikje postala predraga in njena uporaba ni več ekonomična. Vedno bolj se tudi investitorju nagibajo k uporabi alternativnih virov energije in inovativnih tehnologij pridobivanja energije. Eden izmed takih novejših sistemov so gotovo toplotne črpalke, ki se danes pojavljajo v marsikaterem objektu predvsem za namene ogrevanja. Delovanje toplotne črpalke ni zapleten proces kot si to mnogi predstavljajo. Toplotne črpalke delujejo po principu soodvisnosti med temperaturo, tlakom in volumnom plina oziroma hladiva. Če plinu tlak zmanjšamo, se temperatura zniža, v kolikor ga povečamo, pa se poviša. Toplotne črpalke s pomočjo električne energije prenašajo (črpajo) toplotno energijo iz toplotnega vira (zemlja, voda ali zrak) v ogrevalni sistem.

Sistemi za zajem energije iz alternativnih virov so v veliki meri odvisni od temperature vira toplote in njene stalnosti. Ker so kanalizacijske cevi pod površino več kot 1,5 m je atmosferski vpliv na temperaturo odpadne vode zanemarljiv in zato je odpadna voda kot alternativni vir

energije še popolnoma neodkrita. V tujini se podobni projekti že pojavljajo. Med državami v Evropi, ki so že začele intenzivno izkoriščati ta vir energije so predvsem skandinavske države. V teh državah danes vidimo največ primerov dobre prakse, predvsem na novih nepremičninskih projektih.

Glavni cilj projekta bo, da določimo potencialne lokacije kjer bi se sistem koriščenja toplote iz odpadne vode realiziral, izračunamo termični potencial in poiščemo najbolj primerne tehnološke rešitve in sisteme. V sami študiji se bomo posvetili tudi krajši finančni analizi z vključeno »Cost – Benefit« analizo.

Splošni cilj projekta koriščenja energije iz komunalnih odpadnih voda je:

- potrditev možnosti izkoriščanja energije v namene ogrevanja in hlajenja;
- identifikacija potencialnih lokacij na kanalizacijskem omrežju v MO Kranj;
- možne tehnološke rešitve z okvirno finančno analizo investicije.

1.4. Terminski plan izvedbe projekta

Na podlagi dobljenih analiz, izračunov in same študije izvedljivosti bomo lahko določili možne terminske plane izvedbe projekta. Izkušnje s podobnimi projekti v Sloveniji še nimamo, zato je točen terminski plan izvedbe v tem trenutku zgolj predpostavka. Uspešnost projekta je odvisna tudi od morebitnih zasebnih investitorjev in njihove pripravljenosti sodelovanja pri projektu, saj je smiselno sistem priklopiti na večji poslovni ali stanovanjski objekt. Zadnje čase je v Kranju napovedanih kar nekaj večjih nepremičninskih projektov, ki bi lahko zajeten del energije za ogrevanje in hlajenje pridobivali iz komunalne odpadne vode. Realno pa pričakujemo, da bi se lahko projekt koriščenja energije iz komunalne odpadne vode začel realizirati med leti 2025 in 2030.

1.5. Rezultat finančno ekonomske analize

Eden glavnih rezultatov študije je energetska bilanca, ki nam dokazuje smotrnost investicije v inovativno tehnično rešitev. Ekonomsko analizo investicije v sistem izkoriščanja energije iz komunalne odpadne vode smo izvedli tako, da smo računali prihranke in dobo vračanja v primerjavi s tradicionalnim načinom pridobivanja energije iz neobnovljivih virov. Pri izračunu smo privzeli tudi to, da objekt, ki bi ga ogrevali trenutno pridobiva toploto s kotli in ni potrebna investicija v kotle. Za izvedbo ekonomske analize investicije v nov sistem za pridobivanje energije smo upoštevali dejstvo, da so celotni pripravljalni, investicijski in obratovalni stroški za izvedbo projekta sestavljeni iz:

1. stroškov projektne dokumentacije in pridobitve potrebnih zemljišč,
2. stroškov ureditve in prilagoditve obstoječe infrastrukture na kanalizacijskem sistemu (ob predpostavki izbrane tehnološke rešitve izkoriščanja energije iz komunalne odpadne vode). V tem strošku so upoštevani vsi potrebni posegi na kanalizacijskem sistemu (izkop, zamenjava cevi, izgradnja povezave do toplotnega izmenjevalca),
3. stroškov izgradnje objektov in vgradnje sistemov za energetska izrabo energije v komunalni odpadni vodi (objekt toplotnega izmenjevalca, strojna oprema, povezave od objekta do stavbe, toplotna podpostaja,...)

4. obratovalni stroški za celotno amortizacijsko obdobje.

1.6. Viri financiranja projekta

Viri financiranja projekta so odvisni od tega ali bo šlo za javno ali zasebno investicijo. Kot glavni možen vir financiranja v primeru javne investicije vidimo Sredstva kohezijske politike. V naslednjem večletnem finančnem okviru bo zagotavljanje sredstev EU usmerjeno v nove in okrepljene prednostne naloge na vseh področjih. Velik del sredstev se bo namenilo tudi za inovativne rešitve trajnostne oskrbe z energijo. Naš projekt izrabe energije iz komunalne odpadne vode ima na takih razpis izredno velike možnosti sofinanciranja. Bolj zelena, nizkoogljična Evropa je eden od prednostnih področij Komisije, saj sledi ideji krožnega gospodarstva in prilagajanjem podnebnim spremembam in obvladovanjem tveganj s področja trajnostne oskrbe z energijo. Strošek potrebne projektne dokumentacije se bo kril iz občinskega proračuna.

Glede na ekonomski potencial projekta je velika verjetnost tudi, da bi bil strošek celotnega projekta na strani privatnega kapitala. Največje zasebne investitorje vidimo iz področja energetike oziroma potencialne investitorje v nepremičninske projekte. Z omenjenim projektom lahko investitor pridobi dodatna nepovratna sredstva za zeleno energijo saj kot vir energije uporablja obnovljiv vir energije. Projekt je zanimiv tudi iz naslova investicije tretje osebe, saj bi s trženjem oziroma prodajo energije lahko finančno pokrili vse stroške projekta in si zagotovili finančno donosnost projekta. Predvsem finančno donosnost projekta bo v nadaljevanju pokazala podrobnejša finančna analiza.

1.7. Predstavitev investitorjev

Znotraj študije projekta smo identificirali tri potencialne investitorje.

- Javno podjetje Komunala Kranj d.o.o.
- Mestna občina Kranj
- Zasebni investitor

Zaradi lažjega razumevanja vseh potencialnih investitorjev smo v nadaljevanju vsakega od njih podrobno predstavili.

Prvi potencialni investitor je lahko javno podjetje Komunala Kranj d.o.o., ki upravlja kanalizacijski sistem in čistilne naprave. Podjetje Komunala Kranj ima bogato zgodovino in je bilo ustanovljeno z namenom, da se dolgoročno in trajno zagotavlja izvajanje obveznih gospodarskih javnih služb, kot so oskrba s pitno vodo ter ravnanje z odpadnimi vodami in odpadki. Komunala Kranj, javno podjetje, d.o.o. je gospodarska družba v lasti Mestne občine Kranj ter Občin Šenčur, Cerklje na Gorenjskem, Medvode, Naklo, Preddvor in Jezersko.

Za izvajanje in investiranje v tržne dejavnosti, kot je prodaja energije pridobljene na kanalizacijskem sistemu potrebuje podjetje potrditev vseh lastnikov, saj bi v tem primeru podjetje investiralo v tehnologijo, ki ni potrebna za osnovno delovanje podjetja. V primeru takega pristopa k projektu bi podjetje za tak projekt sredstva skoraj gotovo dobilo preko kreditiranja. Če pa bi energijo koristili na svojih lastnih objektih kot osnovno ogrevanje in tudi hlajenje pa je taka investicija del investicijskega plana podjetja in potrebuje zgolj potrditev poslovnega načrta.

Drugi potencialni investitor v projekt koriščenja toplote iz komunalnih odpadnih vod na področju Kranja bi lahko bila Mestna občina Kranj, katera je tudi lastnica kanalizacijskega omrežja. Možnost financiranja projekta bi bila tudi s pomočjo Evropskih sredstev iz naslova Kohezijske politike. Ključno pri takem investiranju pa je, da občina aktivno pristopi k pripravi vse potrebne dokumentacije, projekt uvrsti v seznam novih NRP-jev in v proračunu zagotovi zadostna sredstva. Vsekakor je za uresničitev takega pristopa potrebna predvsem pripravljenost župana, občinske uprave in mestnega sveta, da investira v projekt, ki bi rezultate prikazal šele skozi določeno obdobje delovanja. Večinoma se vsi objekti, ki se izvedejo na javni infrastrukturi prenesejo v upravljanje javnemu podjetju. S pomočjo takih ali podobnih projektov se lahko občina vedno bolj približa cilju postati energetska učinkovita nizkoogljična občina. Ta zaveza je zapisana tudi v Lokalnem energetskega konceptu, katerega cilji temeljijo na državnih strateških dokumentih in mednarodnih direktivah.

Zadnje čase se na trgu pojavlja vedno več zasebnih investorjev, ki so pripravljeni investirati sredstva v nove ekološke sisteme za proizvodnjo elektrike in toplote. Kot je bilo že poudarjeno je projekt izkoriščanja toplote iz komunalnih odpadnih voda lahko izredno zanimiv tudi za zasebne investitorje. Na obeh lokacijah ne obstaja nobenih zakonskih ovir, da investitor v tak projekt ne bi mogel biti zasebni partner. Za investicijo v projekt bi potreboval soglasje lastnika omrežja in zadostni odjem toplote. V primeru prve lokacije (območje Zarica) bi bil odjemalec oziroma kupec toplote Komunala Kranj d.o.o., na drugi lokaciji (območje bodoče Kranjske iskrice) pa bi kupec toplote bili lastniki stanovanj oziroma v njihovem imenu upravljalec večstanovanjskega objekta.

2. VHODNI PARAMETRI POTREBNI ZA REZULTAT PROJEKTA

Parametri, ki označujejo odpadno vodo glede na njihov energetski potencial, so najprej njihova temperatura in količina. Naslednja merila za oceno energetskega potenciala odpadne vode so njihova kakovost, tehnično stanje kanalizacije, razdalja med sistemom za rekuperacijo toplote in odjemalci ter vrsta odjemalcev in njihove energetske potrebe.

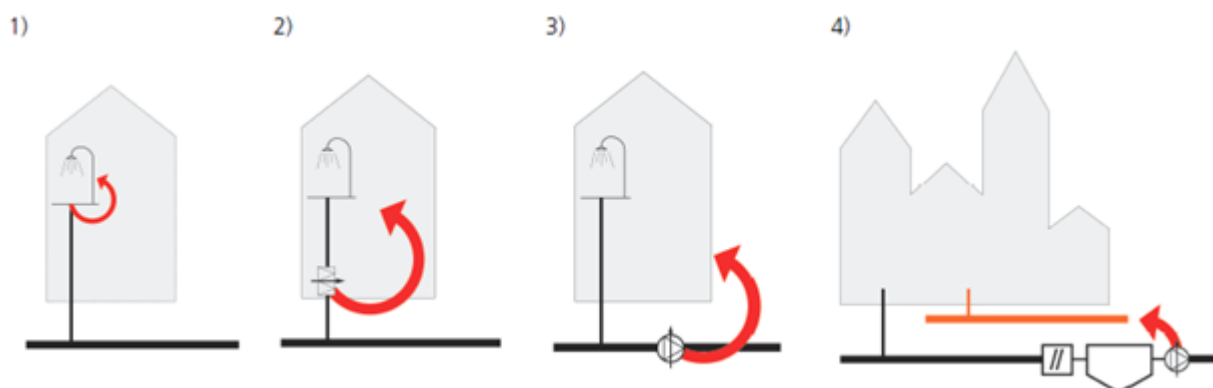
Dejanska količina sive vode, izpuščene iz stanovanjskih stavb, je odvisna od številnih dejavnikov, kot so cena vode, količina in kakovost sanitarnih pripomočkov, navad prebivalcev in naprav, ki se uporabljajo v stavbah za zmanjšanje porabe vode. Količina sive vode, ki se odvaja iz povprečnega gospodinjstva, je približno 16 m³ na mesec. Povprečna temperatura odvedene odpadne komunalne vode na iztoku iz gospodinjstva je približno 30 ° C. Ta voda se kasneje ohladi. V povprečju so temperature vode v kanalizacijskem sistemu med 10 ° C in 15 ° C. Poleti temperature lahko na določenih mestih narastejo tudi nad 15 ° C. Zaradi relativno konstantne temperature se komunalna odpadna voda lahko uporablja kot alternativni vir energije za ogrevanje in hlajenje. V primerjavi z drugimi nizkotemperaturnimi viri toplote, ki se uporabljajo kot spodnji vir energije za toplotne črpalke (tla, podzemna voda s temperaturo 7-13 ° C), odpadno vodo skozi celo leto odlikuje razmeroma visoka temperatura.

Na območju Kranja lahko na podlagi izvedenih meritev potrdimo, da se v povprečju temperatura komunalne odpadne vode giblje med 10 ° C in 15 ° C. Ker je na omrežje priklopljenih kar nekaj večjih industrijskih odjemalcev vode, ki v omrežje spuščajo odpadno vodo z nižjo temperaturo je zato le ta pri vtoku na čistilno napravo cca. 12 ° C.

3. MOŽNE TEHNOLOŠKE VARIANTE KORIŠČENJA TOPLOTE IZ ODPADNIH VODA

3.1. Predstavitev potencialnih tehnoloških variant

Tehnologija za rekuperacijo toplote vključuje izmenjevalnik toplote, nameščen on-line ali off-line na enem od štirih različnih lokacij v sistemu odvajanja komunalne odpadne vode.



Slika 1: Štiri stopnje (pozicij), iz katerih se lahko pridobi toplota (WWHR – waste water heat recovery oziroma rekuperacija toplote iz odpadne vode)

Od leve proti desni na sliki 13 so prikazane štiri stopnje, kjer lahko pridobimo toploto. Prva je na ravni komponent in se večinoma lahko uporablja v industriji, saj bi bila investicija v tak sistem v stanovanjskem objektu prevelika in neracionalna. Pri drugi poziciji govorimo o sistemu na ravni lastnine. Tudi tak način rekuperacije toplote se lahko uporablja predvsem v industriji in storitveni dejavnosti. Marsikateri novi objekti so že zasnovani, da se siva voda uporablja za potrebe splakovanja, za izkoriščanje toplote pa so pretoki na takih sistemih žal premajhni, da bi bila investicija rentabilna. V našem primeru so najbolj primerne pozicije 3 (na ravni predmestja, dela mesta) in 4 (na ravni sistema – iztok iz CCN) saj so tam zadostne količine odpadne komunalne vode in investicija v sistem zajema toplote je rentabilna.

Pri prvih dveh pozicijah se srečamo z bistveno višjo temperaturo odpadne vode in majhnimi pretoki, medtem ko imamo pri zadnjih dveh pozicijah nižje temperature ampak konstantne in večje pretoke odpadne vode. Posledično z večjimi pretoki je tudi večja energetska vrednost sistema in s tem tudi rentabilnost in upravičenost investicije v projekt rekuperacije toplote iz komunalne odpadne vode.

3.2. Potencialna tveganja projekta zajema energije iz komunalne odpadne vode

Namestitev sistema zajema energije preko rekuperacije toplote v obstoječe kanalizacijske sisteme lahko predstavlja vrsto tveganj. Evidentirana splošna tveganja so sledeča:

- a.) delovanje kanalizacijskega sistema,
- b.) delovanje čistilne naprave (v primeru, da je sistem montiran na dotoku na čistilno napravo),
- c.) delovanje sistema rekuperacije toplote,

d.) pravna in lastniška tveganja.

V nadaljevanju smo se posvetili predvsem tehničnim tveganjem, ki vplivajo na delovanje kanalizacijskega sistema. V osnovi je primarna naloga kanalizacijskega sistema odvajanje komunalne odpadne vode zato mora sistem delovati brezhibno. Pri pripravi tehnične dokumentacije za sisteme korišćenja toplote iz komunalne odpadne vode je potrebno že v fazi projektiranja misliti na sledeča tehnična tveganja, ki se zaradi slabe izbire lokacije ali stanja kanalizacijskega sistema lahko zgodijo.

Glavna tehnična tveganja, ki lahko vplivajo tudi na upravičenost investicije so:

- zmanjšana zmogljivost kanalizacije,
- zmanjšana hitrost pretoka komunalne odpadne vode,
- večja možnost sedimentacije na dnu kanalov in posledično mašenje kanalizacijskega voda,
- pojavljanje neprijetnih vonjav in morebitne poplave predvsem na mešanih kanalizacijskih vodih v katere je speljana večja količina meteorne vode.

V fazi projektiranja in določanja mikrolokacije sistema je prav tako potrebno opredeliti opredeliti in oceniti tveganja na učinkovitost čiščenja odpadne vode dol vodno po sistemu, predvsem zaradi nižanih temperatur komunalne odpadne vode kar vpliva na delovanje nitrifikacije ter spremembe profilov dotoka.

3.3. Opis možnih tehničnih rešitev

Na podlagi vhodnih podatkov kot najbolj primerna opcija v naši študiji pokazala stopnja 3 in 4. Za obe stopnji zajema toplote iz kanalizacijskega sistema smo izvedli meritve pretoka in temperaturo. Oba glavna parametra sta dokazala, da sta obe lokaciji potencialni vir zadostne količine energije tako za ogrevanje kot za hlajenje.

Temperatura odpadne vode se je na obeh lokacijah vedno gibala okoli 12°C in tudi pozimi ni padla pod 10°C. Zaradi skoraj konstantne temperature toplota odpadne vode ponuja veliko boljšo energetska učinkovitost kot toplota tal ali podtalnica. Tipične vrednosti pri sistemih izkorišćanja toplote iz komunalne odpadne vode so:

- ogrevanje (koeficient zmogljivosti COP): 5.0- 6.5 s pomočjo pomožne energije, drugače približno 4.5,
- hlajenje (razmerje energetske učinkovitosti EER): 7.5 - 8.5 s pomočjo pomožne energije, drugače približno 6.5.

Na podlagi modeliranja smo ugotovili, da za proizvodnjo ekvivalenta 1 MW električne energije sistem zahteva dnevno količino komunalne odpadne vode približno 3.400 m³/dan. Iz tega vidimo, da lastna proizvodnja odpadne vode v tipični komercialno-stanovanjski stavbi ne zadošća za vse potrebe objekta po ogrevanju / hlajenju, zato mora biti sistem priklopljen na javni kanalizacijski vod, ki ima zadostne pretoke odpadne vode.

Za izbiro najbolj ustrezne rešitve smo pregledali tveganja, ki vplivajo na izbiro tehnologije. Kot glavno tveganje na obeh lokacijah v Kranju smo evidentirali možne blokade komunalne odpadne vode tako skozi toplotni izmenjevalec, turbino oziroma kanalizacijsko cev. Velik problem lahko predstavljajo maščobe, ki se nabirajo na cevi in ostalih elementih. Iz tega razloga smo se odločili za Off-line sistem s čimer zmanjšamo možnost zamašitve sistema in

zanesljivo delovanje kanalizacijskega voda. Tudi na lokaciji ob CČN Kranj je bila ravno iz teh razlogov izbrana lokacija na iztoku iz CČN Kranj in ne na dotoku.

3.4. Osnovna izhodišča pri določanju ustrezne lokacije in tehnologije

V prejšnjih poglavjih smo zapisali, da so pri določanju ustreznosti lokacije in izbire ustrezne tehnologije najbolj pomembna podatka pretok odpadne komunalne odpadne vode in njena temperatura.

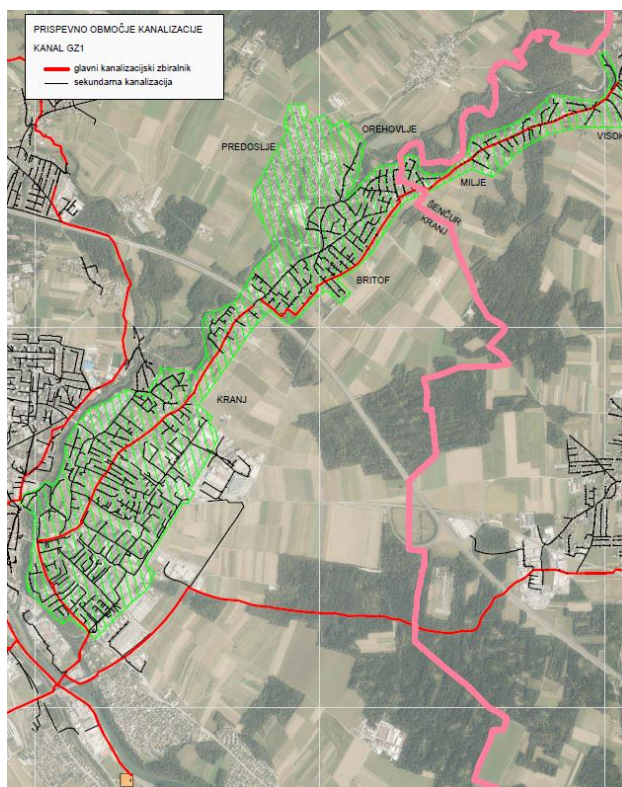
Za projekt izkoriščanja toplote iz komunalne odpadne vode smo evidentirali dve najbolj ustrezni lokaciji in sicer lokacija na Planini v bližini bodočega večstanovanjskega objekta Iskrice ter lokacija na CČN Kranj. Za obe lokaciji so bile izvedene meritve pretokov in temperature komunalne odpadne vode.

a.) Lokacija pri bodočem večstanovanjskem objektu Kranjska Iskrice – kanal GZ1

Tabela 1: Temperatura odpadne vode v letu 2020

Mesec	Povprečna temperatura, °C	Minimalna povprečna temperatura, °C	Maksimalna povprečna temperatura, °C
Januar	12,41	11,15	12,93
Februar	12,64	10,44	13,35
Marec	12,75	9,52	14,38
April	15,15	13,50	16,33
Maj	16,49	15,09	17,69
Junij	18,21	16,36	19,91
Julij	20,30	19,31	21,55
Avgust	21,74	20,68	22,52
September	20,88	17,07	21,98
Oktober	17,52	14,74	19,73
November	16,12	14,03	17,97
December	11,69	7,65	14,68
Letno povprečje	16,33	14,13	17,75

Iz tabele 2 je razvidno, da imamo na kanalu GZ1 (Kranjska Iskrice) v povprečju temperaturo 16,33 °C, oziroma od 11,69 °C izmerjeno v mesecu decembru (najnižje mesečno povprečje) do 22,52 °C izmerjeno v mesecu avgustu (najvišje mesečno povprečje). Relativno visoke temperature na kanalu GZ1 so tudi zaradi tega, ker je omenjena lokacija izredno blizu viru odpadne komunalne vode. Iz teh podatkov ugotavljamo, da je lokacija glede na temperaturni pogoj komunalne odpadne vode ustrezna.



Slika 2: Prispevno območje kanal GZ1

Iz slike 2 je razvidno, da je na omenjeni kanal je priključen velik del aglomeracije Kranj, Britof – Predoslje, Visoko in Hotemaže. Osnova ocene količine komunalne odpadne vode temelji na običajno privzeti predpostavki, da 1 prebivalec ustvari v enem dnevu 150L odpadne vode. $1PE=150L/\text{osebo na dan}$. Večina odpadne vode, ki teče po tem kanalu je iz gospodinjstva in trgovskih objektov.

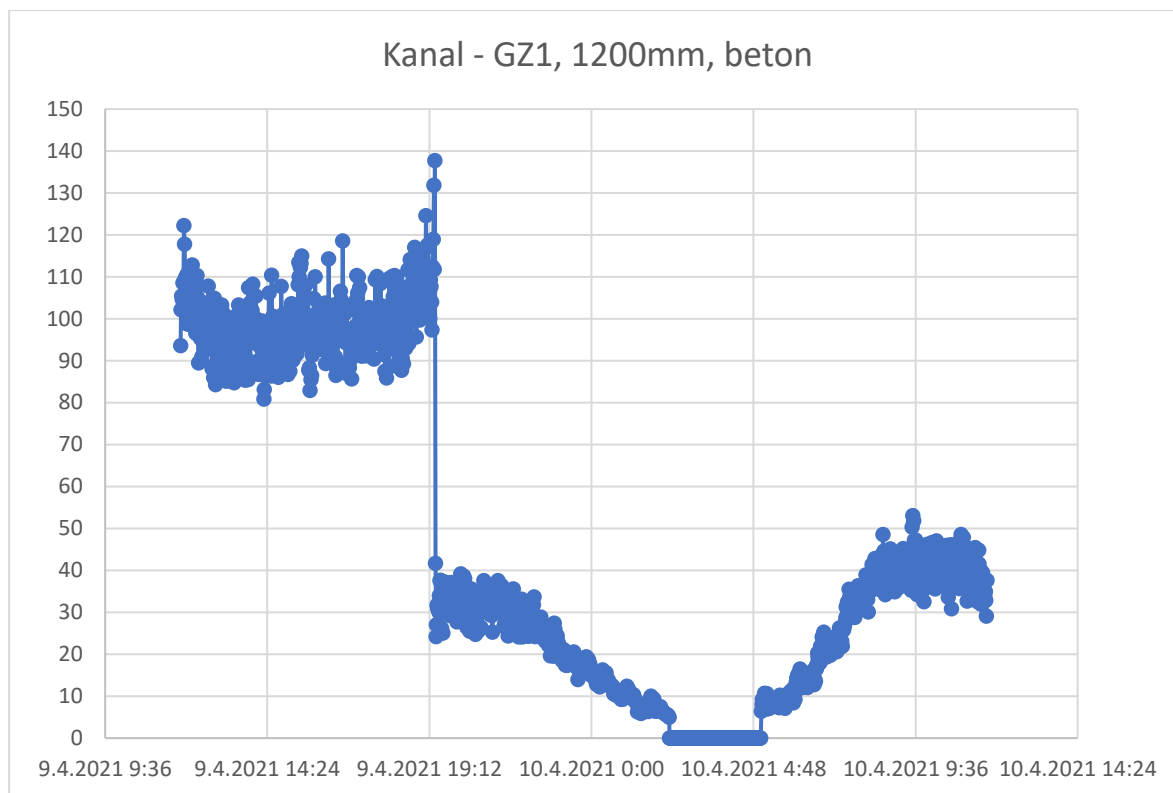
Tabela 2: Ocenjena količina odpadne vode v letu 2021

ID aglomeracije	Ime aglomeracije	PE (populacijske enote)	Število objektov	Število priključenih PE na kanal GZ1
20594	Kranj	34.496	4.624	14.362
20593	Britof - Predoslje	3.202	965	3.042
3952	Visoko	1.193	328	1.003
SKUPAJ				18.407

Iz zgoraj podanih podatkov je na kanalu GZ1 povprečna dnevna količina komunalne odpadne vode 2.761,05 m³. Ob dejstvu, da se komunalna odpadna voda ne producira 24ur na dan in predpostavki produkcije odpadne vode dobimo povprečni urni pretok komunalne odpadne vode v višini 136 m³/h v sušnem obdobju. V primeru padavin in ob dejstvu, da je kanalizacija mešanega tipa (fekalna in meteorna) lahko ta vrednost v času dežja ali nalivov dosega tudi dvokratnik sušnega pretoka – 272 m³/h.

Vsi ti paramteri potrjujejo ustreznost lokacije tudi po kriteriju pretoka komunalne odpadne vode.

Graf 1: Primer razporeda dnevnega pretoka komunalne odpadne vode v kanalu GZ1 (m³/h)



b.) Lokacija Centralna čistilna naprava Kranj

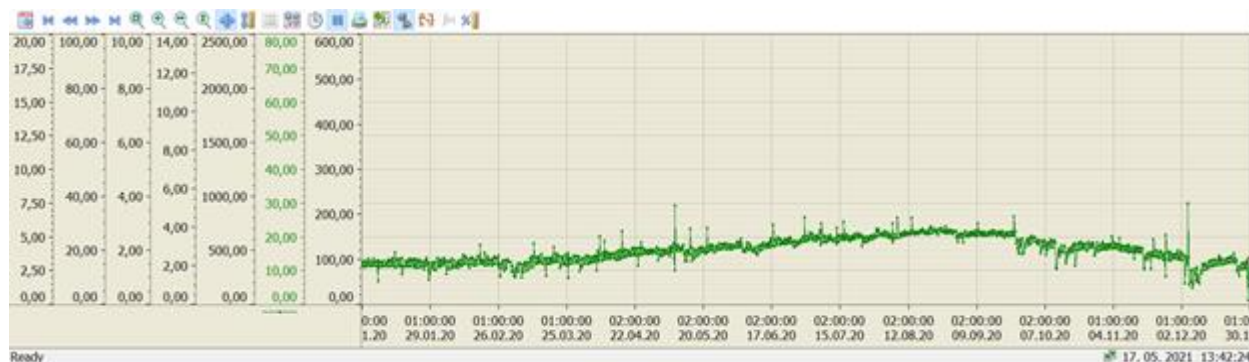
Tabela 3: Temperatura komunalne odpadne vode v letu 2020

Mesec	Povprečna temperatura, °C	Minimalna povprečna temperatura, °C	Maksimalna povprečna temperatura, °C
Januar	12,05	10,83	12,55
Februar	12,27	10,14	12,96
Marec	12,38	9,24	13,96
April	14,71	13,11	15,85
Maj	16,01	14,65	17,17
Junij	17,68	15,88	19,33
Julij	19,71	18,75	20,92
Avgust	21,11	20,08	21,86
September	20,27	16,57	21,34
Oktober	17,01	14,31	19,16
November	15,65	13,62	17,45
December	11,35	7,43	14,25
Letno povprečje	15,85	13,72	17,23

Temperatura na lokaciji CCN Kranj je bila merjena na dotoku na čistilno napravo in ne iztoku, kjer bi bila montirana naprava za izkoriščanja toplote iz odpadne vode. Temperatura na iztoku iz čistilne naprave je ponavadi 1-2 °C nižja kot na dotoku. Če upoštevamo, da je temperatura na iztoku nižja za 2 °C imamo v povprečju skozi celo leto temperaturo 13,85 °C, oziroma od 5,43 °C izmerjeno v mesecu decembru (najnižje mesečno povprečje) do 20,08 °C izmerjeno v mesecu avgustu (najvišje mesečno povprečje). Iz teh podatkov ugotavljamo, da je lokacija

glede na temperaturni pogoj komunalne odpadne vode ustrezna. V mesecu decembru smo zaznali relativno velika odklona med minimalno povprečno in maksimalno povprečno temperaturo. Iz tega razloga bo potrebno v letu 2021 ponovno opraviti meritve tudi na iztoku iz čistilne naprave.

Graf 2: Temperatura komunalne odpadne vode na CČN Kranj



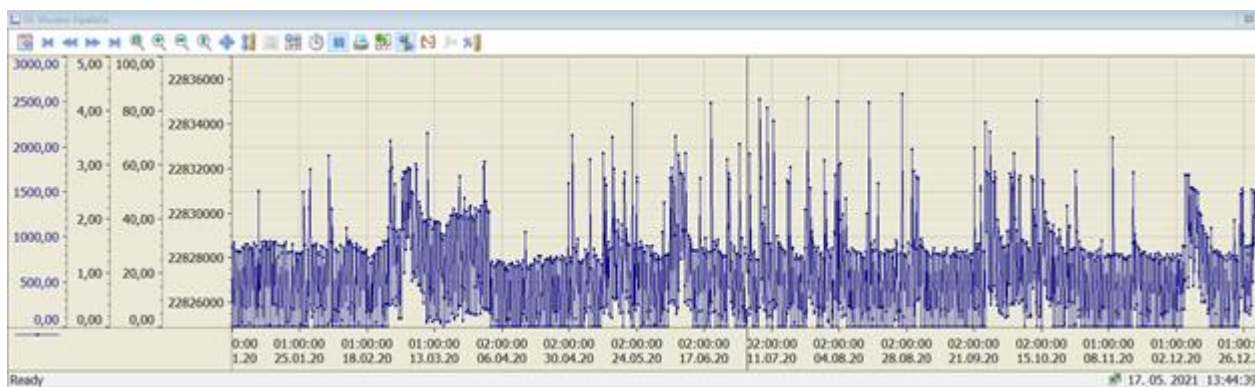
Na CČN Kranj se odvajajo odpadne vode v deloma ločenem, deloma mešanem sistemu kanalizacije MO Kranj, Občine Šenčur in Občine Naklo. Prav tako se na napravi čistijo predobdelane odpadne vode industrije ter izcedne vode zaprtega odlagališča odpadkov Tenetiše. Del obremenitve predstavljajo tudi dovozi grezničnih gošč, blata malih komunalnih čistilnih naprav in maščobnikov.

Pred čistilno napravo je pod nivojem zemljišča zgrajen deževni bazen (3900 m³), s črpališčem razbremenjevanja za zmanjšanje maksimalnega pretoka odpadne vode skozi čistilno napravo in za preprečitev prelivov neobdelane odpadne vode v reko Savo. Omenjeni deževni bazen pa tudi pomaga, da se temperatura na samem dotoku ob nalivih bistveno ne zniža saj meteorna voda znižuje temperaturo komunalne odpadne vode.

Tabela 4: Pretok komunalne odpadne vode na dotoku na CČN Kranj

Mesec	Povprečni pretok, m ³ /h	Minimalni pretok, m ³ /h	Maksimalni pretok, m ³ /h
Januar	354,05	298,10	753,44
Februar	386,94	320,27	1.035,39
Marec	514,71	326,02	1.169,59
April	321,66	294,41	489,06
Maj	467,13	296,27	1.033,36
Junij	550,50	308,94	1.307,21
Julij	436,89	274,36	989,94
Avgust	405,33	299,78	822,81
September	445,94	302,71	1.156,03
Oktober	565,30	332,31	1.044,42
November	369,99	306,78	820,94
December	657,09	308,71	1.278,57
Letno povprečje	456,29	305,72	991,73

Graf 3: Pretok odpadne vode na dotoku na CČN Kranj



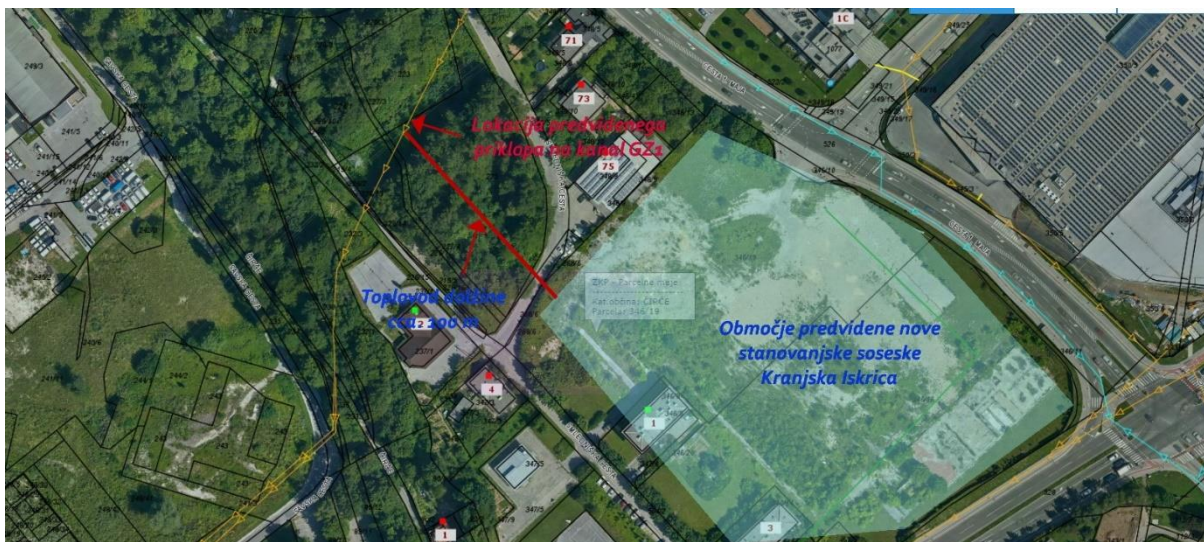
Dnevni povprečni pretok komunalne odpadne vode na CČN Kranj je 456,29 m³/h. Tudi minimalni povprečni dotoki na CČN Kranj so več kot zadostni, da lahko potrdimo ustreznost lokacije.

Na podlagi izvedenih meritev na obeh lokacijah lahko potrdimo, da imata lokaciji energetski potencial izkorišćenja energije tako za ogrevanje v zimskem času in hlajenje v letnem času.

4. LOKACIJSKI IN OKOLJSKI VIDIK PROJEKTA

Za oba projekta je predvidena lokacija ob javnem kanalizacijskem omrežju, ki je v lasti občine in v upravljanju Komunale Kranj d.o.o. Če bi bil investitor zasebno podjetje, bi le ta potreboval soglasje občine in upravljalca. Pred tem bi morala biti opravljena študija izvedljivosti z več mesečnimi meritvami temperature in pretoka. Temperatura bi se morala v primeru lokacije na kanalu GZ1 meriti tudi na nižje ležečih lokacijah. V primeru izrabe toplote iz iztoka na CČN Kranj bi bile meritve potrebne zgolj na iztoku. Iz lokacijskega vidika je glavni element v tem, da potrebujemo odjemalce pridobljene toplote, zato so možne lokacije na delih, kjer so predvidene stanovanjsko poslovne gradnje z energetsko potrebo večjo od 100 kW. Obe lokaciji imata v perspektivi predvidene take objekte, zato sta iz lokacijskega vidika.

Obe lokaciji se nahajata na območju MO Kranj. Prva lokacija se nahaja ob kolektorju za komunalne odpadne vode GZ1 na območju Planine. Projekt Kranjska Iskrica je trenutno v idejni fazi projektiranja. V naši študiji je izpostavljen zgolj energetski potencial, ki ga ima komunalna odpadna voda na lokaciji kanala GZ1. Kot je razvidno bo potrebno do območja zgraditi še cca. 100 m toplovoda. Točnih podatkov energetske potrebe bodočih objektov nimamo.



Slika 3: Lokacija Planina – bodoče poslovno stanovanjsko naselje Kranjska Iskra

Lokacijo, ki jo bomo v nadaljevanju podrobneje obdelali je predvidena v komunalni coni Zarica. Na tem mestu se nahaja Centralna čistilna naprava Kranj z vsemi pripadajočimi objekti ter servisni center Vodovoda.



Slika 4: Lokacija komunalna cona Zarica z novimi predvidenimi objekti (Center krožnega gospodarstva)

Na lokaciji Zarica se planira izgradnja nove upravne stavbe Center krožnega gospodarstva Zarica, ki želi postati inovativen primer trajnostne gradnje, ki enakovredno upošteva ekološka, ekonomska ter družbeno kulturološka merila. V najboljši možni meri želi inovativno vključevati vrhunske dosežke stroke in hkrati omogočiti rastočo in prilagodljivo strukturo pri umeščanju najnovjših in prihodnjih tehnologij, ki varujejo zdravje človeka ter varčujejo z energetskimi in snovnimi viri ter varujejo in ohranjajo okolje.

4.1. Predstavitev najbolj potencialne tehnološke variante za lokacijo Zarica

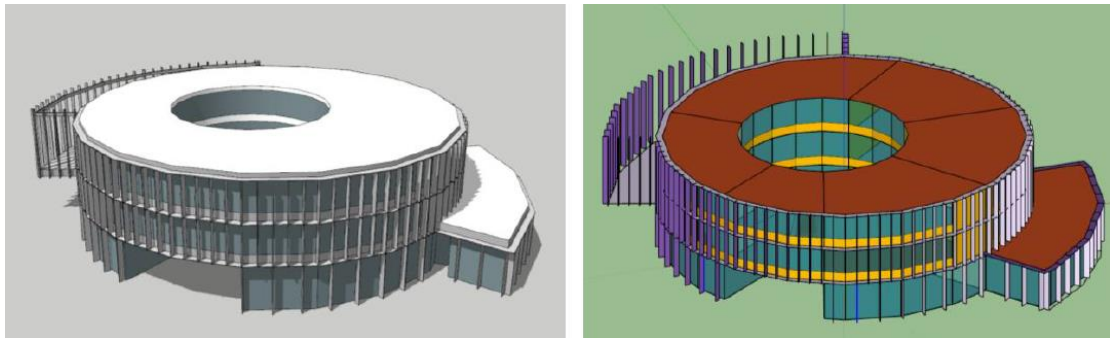
Potencialno tehnološka varianta katero predlagamo je v osnovi ista za apliciranje na kanalizacijskemu sistemu ali na iztoku iz CCN Kranj in je uporabna tako za gretje kot tudi za hlajenje.

Razlika glede vgradnje je le v tem, da je potrebno odpadno vodo v primeru vgradnje na kanalizacijski sistem pred toplotnimi izmenjevalniki predhodno očistiti delcev ter maščob (mehansko predčistiti). Mehansko predčiščenje in zalogovnik se lahko montira pod nivojem terena. Pri uporabi očiščene odpadne vode iz CČN Kranj to ni potrebno ker je odpadna voda že očiščena delcev in maščob.

Dodali bi še, da bi bilo priporočljivo (ne glede na mesto vgradnje) pred toplotnega izmenjevalnika vgraditi zalogovnik (pretočno akumulacijo) zaradi zagotavljanja čim boljše energetske izravnave v obdobjih nizkih pretokov.

4.2. Vhodni parametri novega objekta Center krožnega gospodarstva Komunala Kranj

Za določitev termičnih karakteristik stavbe je bila v sklopu idejnega projekta narejena numerična simulacija stavbe s korakom ene ure s programsko opremo TRNSYS za dva režima delovanja, in sicer za režim 20-26 (notranja temperatura prostorov 20 °C tekem ogrevalne sezone in 26 °C tekem poletja, v prehodnem obdobju se temperature giblje med 20 °C in 26 °C) ter režim 21-25, ki omogoča višje toplotno ugodje.



Slika 5: Levo 3D model stavbe, desno termični model stavbe

Vse TRNSYS simulacije so bile narejene za naslednje robne pogoje:

- uporabljeni podatki vremena: standardno meteorološko leto za Ljubljano
- azimuth južne fasade stavbe
- infiltracija: 0,1 in 0.6 izmenjave svežega zraka na uro.

V nadaljevanju sta bili obdelani dve opciji in sicer, da ima stavba senčenje oziroma ga nima. Za našo analizo smo za določitev potrebne moči za ogrevanje / hlajenje vzeli podatke, da stavba ima senčenje in da ima notranje vire energije. Kot notranji vir energije smo vključili 53 ljudi, ki smo jih porazdelili na površino objekta. Pri tem je bila upoštevana lahka sedeča sktivnost po standard ISO 7730 (skupna oddaja 120W toplote, od tega 65W občutne toplote) in da vsak zaposleni uporablja računalnik z monitorjem (140 W), ki deluje ko so zaposleni v stavbi.

V modelu je upoštevano kontinuirano ogrevanje / hlajenje stavbe za 8760 ur v letu. Termične cone v modelu imajo skupno površino 2.200 m² in volumen 8.255 m³.

a.) Režim 20-26 z 0,1 izmenjave zraka na uro (0,1 ACH)

Rezultati so pokazali, da je maksimalna potrebna moč ogrevanja 65,9 kW, maksimalna potrebna moč hlajenja pa znaša 47,5 kW. Za ogrevanje je potrebnih 129,4 MWh toplote, za

hlajenje pa 17,1 MWh hladu. To pomeni, da stavba za ogrevanje rabi 58,8 kWh/m², za hlajenje pa 7,8 kWh/m². Stavbo je potrebno ogrevati 5.936 ur na leto, hladiti pa 1.890 ur.

b.) Režim 20-26 z 0,6 ACH

Rezultati so pokazali, da je maksimalna potrebna moč ogrevanja 110,3 kW, maksimalna potrebna moč hlajenja pa znaša 46,1 kW. Za ogrevanje je potrebnih 249,8 MWh toplote, za hlajenje pa 8,7 MWh hladu. To pomeni, da stavba za ogrevanje rabi 113,6 kWh/m², za hlajenje pa 4 kWh/m². Stavbo je potrebno ogrevati 6.484 ur na leto, hladiti pa 1.192 ur.

c.) Režim 21-25 z 0,1 ACH

Rezultati so pokazali, da je maksimalna potrebna moč ogrevanja 68,3 kW, maksimalna potrebna moč hlajenja pa znaša 51,2 kW. Za ogrevanje je potrebnih 143,4 MWh toplote, za hlajenje pa 22,9 MWh hladu. To pomeni, da stavba za ogrevanje rabi 65,2 kWh/m², za hlajenje pa 10,4 kWh/m². Stavbo je potrebno ogrevati 6.351 ur na leto, hladiti pa 2.293 ur.

d.) Režim 21-25 z 0,6 ACH

Rezultati so pokazali, da je maksimalna potrebna moč ogrevanja 114,1 kW, maksimalna potrebna moč hlajenja pa znaša 53,8 kW. Za ogrevanje je potrebnih 274,7 MWh toplote, za hlajenje pa 14,2 MWh hladu. To pomeni, da stavba za ogrevanje rabi 124,9 kWh/m², za hlajenje pa 6,5 kWh/m². Stavbo je potrebno ogrevati 6.875 ur na leto, hladiti pa 1.576 ur.

4.3. Osnovne značilnosti izbranega sistema

- Uporaba sistema s toplotno črpalko prihrani energijo.
- Gre za zaprt sistem, zato v okolju ne povzroča vonja ali nevarnih odpadkov.
- Uporablja se lahko tako pozimi kot poleti.
- Toplotni izmenjevalec je nameščen zunaj kanalizacijskega voda v betonski konstrukciji, kjer ga je mogoče upravljati in vzdrževati v stabilnih tehničnih pogojih.
- Toploto se lahko izkoristi tik ob kanalizacijskem vodu ali na večji razdalji.
- Različne tehnološke komponente (kanalizacijska komora, izmenjevalniki toplote, črpalka) se lahko nahajajo na istem mestu ali na večji razdalji drug od drugega
- Namestijo se lahko nad tlemi ali pod tlemi. Relativno majhna potreba po prostoru.
- Ker je tehnologijo mogoče namestiti pod zemljo, jo je mogoče uporabiti v gosto poseljenih območjih in ne le na obrobju (kot je to pri vetrnih, sončnih itd. elektrarnah).
- Izvedba možna samo v desetih mesecih.
- Življenjska doba tehnologije je najmanj 15 let, nekatere komponente pa se lahko sčasoma obnovijo ali zamenjajo.

- Tehnologija je lahko podprta z uveljavljeno metodologijo vzdrževanja in ciklom, vključno z nadzornim računalnikom, ki pošilja opozorila o dejanjih, ki jih je treba izvesti (kot del upravljanja na daljavo).
- Ta tehnologija ne spremeni sestave odpadne vode (nič ne doda in nič ne odstrani), ampak samo spremeni njeno temperaturo. Filtriranje je v bistvu mehanski proces z minimalno porabo energije.
- Delovanje je mogoče upravljati na daljavo s spletnega mesta na kateri koli razdalji od objekta.
- Tehnologijo je mogoče integrirati v obstoječi ogrevalni objekt ali pa vzpostaviti kot del greenfield projekta.
- Kapitalni izdatki: Vzpostavitev ogrevalnega in hladilnega sistema, ki lahko proizvede 1 MW toplote, stane približno 1 milijon EUR. Tej vsoti je potrebno dodati še stroške načrtovanja in preostale opreme in objektov.
- Tehnologijo je mogoče idealno uporabiti na mestnih območjih.
- Zmanjšanje CO₂ emisij.

5. FINANČNA ANALIZA

5.1. Primer referenčnega objekta na Madžarskem

Za določitev bolj podrobne finančne analize smo vzeli primer objekta, ki je podobne velikosti kot bi bil v Kranju in je v uporabi na Madžarskem, točneje v Budimpešti.

Osnovne značilnosti referenčnega objekta:

- Hlajenje/gretje,
- Kapaciteta 1MW,
- Priklop na kanalizacijski sistem,
- Leto izvedbe: 2012.

Tabela 5: Osnovni parametri referenčnega objekta

Parameter	Vrednost
Pretok odpadne vode	90 - 120m ³ /h
Povprečna temperatura odpadne vode	15 - 17 °C
Temperatura povratne odpadne vode (gretje)	10°C
Temperatura povratne odpadne vode (hlajenje)	25°C
Parameter v grelnem režimu za dve toplotni črpalki	645,8+569 = 1.214,8kW
Parameter v hladilnem režimu za dve toplotni črpalki	567,4+505 = 1.072,4kW
COP	6,78 - 8,24
DT (gretje)	35/20°C
DT (hlajenje)	6/16°C
Pretok vode (gretje)	25 + 25m ³ /h
Pretok vode (hlajenje)	25 + 13m ³ /h
Preostala potreba po električni energiji	43 kW
Investicija (ocena)	1,3 Mio EUR

5.2. Analiza stroškov in koristi

Za analizo stroškov smo povzeli podatke iz referenčnega objekta na Madžarskem. Na podlagi podobnih investicij v tujini lahko sklepamo, da je kompleten strošek izvedbe Sistema za izkoriščanje energije iz komunalne odpadne vode približno 1 milijon EUR za 1 MW napravo.

V našem primeru na podlagi izračunov lahko pridemo do naslednjega energetskega potenciala.

a.) Lokacija na kanalu GZ1

Ob pretoku 136m³ odpadne vode na uro dobimo energetski potencial v višini 0,8MW. Ocena investicije v kolikor bi ga energetski potencial v celoti izkoristili bi bila približno 0,8 milijona EUR.

b.) Lokacija Zarica (na iztoku iz CČN Kranj, iztok)

Ob pretoku 450m³ odpadne vode na uro dobimo energetski potencial v višini 2,5 – 3 MW energije. Energetski potencial na omenjeni lokaciji bi zadoščal tako za novo upravno stavbo kot tudi za ostale objekte na območju komunalne cone Zarica. Ocena investicije v kolikor bi energetski potencial v celoti izkoristili znaša cca 2 milijona EUR.

COP faktor poenostavljeno pomeni, da za 1 kW vložene energije dobimo 4 kW energetskega potenciala. Predvideni COP faktor za predlagani sistem znaša 4 za ogrevanje oziroma 3,5 za hlajenje. Učinkovitost izkoriščanja energije za gretje ali hlajenje je tudi zelo odvisno od oddaljenosti prostorov oziroma objekta od samega vira. Zato je v prihodnosti potrebno za vsako od lokacij narediti podrobno študijo z daljšimi meritvami temperature in pretokov ter točno določiti energetske potrebe. Skratka potrebno bo izdelati tehnično dokumentacijo vsaj na nivoju idejnih zasnov za pridobitev projektnih in drugih pogojev glede na Gradbeni zakon.

Na osnovi take podrobnejše dokumentacije je možno nato tudi izračunati vračilni rok investicije ter določiti vse obratovalne stroške.

6. ZAKLJUČEK

Ključni koraki za smernice za rekuperacijo toplote iz komunalne odpadne vode kažejo na katere vidike je treba največkrat pomisliti. Vrstni red ključnih vidikov je lahko drugačen. V nekaterih primerih, zlasti za mesta, ki razmišljajo o namestitvi takih sistemov, bi bilo smiselno da najprej analizirajo kanalizacijsko omrežje in poiščejo najbolj primerne sektorje. Pogosto je treba upoštevati tudi lokalne specifikke in zakonodajo. V nekaterih primerih je po zakonu uporaba kanalizacijskega omrežja dovoljena zgolj za transport odpadne vode. Pridobivanje dovoljenj, v tem primeru gradbenega dovoljenja se lahko zaradi neustrezne zakonodaje, ki ne predvideva gradnje takih objektov na kanalizacijskem omrežju bistveno podaljša. Pogosto se odločevalci prvič srečajo s takim projektom.

Pri načrtovanju takega projekta je potrebno upoštevati tudi okoljski vidi, saj bi lahko zaradi izgrajenega obkoda komunalne odpadne vode povzročilo morebitna puščanja in pronicanje v podtalnico. Pogosto imajo omrežja različne tipe cevi, kar je tudi eden od ključnih podatkov pri načrtovanju. Ne glede na vidike in tveganja, ki so se nam pojavila skozi celotno študijo lahko rečemo, da je rekuperacija energije za ogrevanje in hlajenje iz komunalne odpadne vode danes eden od najbolj inovativnih in učinkovitih sistemov pri doseganju brezogljične družbe. Investicija v tak sistem ni majhna, vendar ko pogledamo koliko denarja danes EU namenja za

zelene vire energije lahko rečemo, da je na koncu taka rešitev poceni ter iz ekološkega in družbenega vidika pametna.

V sklopu naše študije smo dokazali, da obe lokaciji na območju MO Kranj imata potencial izkorišćenja toplote iz komunalne odpadne vode. Na obeh lokacijah so predvideni novi varčni objekti, kar pomeni še en razlog več, da se namesto klasičnih sistemov ogrevanja predvidi rekuperacija toplote na kanalizacijskem omrežju. Želimo, da bo tako EU kot država Slovenija v prihodnosti namenila še več sredstev za take vire energije. Sami sistemi so relativno majhni in se jih lahko uporabi v samih mestnih središčih, kjer so pretoki in temperature komunalne odpadne vode relativno veliki, kar še dodatno povečuje konkurenčnost takih sistemov.