

# STRATEGIJA RABE PLITVE GEOTERMALNE ENERGIJE NA PILOTNEM OBMOČJU LJUBLJANA

**Deliverable D.T4.2.3 Reviewed  
strategies for the use of shallow  
geothermal energy in the  
investigated pilot areas**

**18.09.2019**

Compiled by: Špela Gregorin<sup>1</sup> ; spela.gregorin@ljubljana.si

<sup>1</sup> City of Ljubljana

Date: 29.10.2019



## Vsebina

<b>SEZNAM SIMBOLOV .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Uvod .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Definicija pojema strategije na področju plitve geotermalne energije za pilotno območje Ljubljane.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Cilji, obseg in namen strategije .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1. Dolgoročne strateške usmeritve .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Vloga projekta GeoPLASMA-CE pri razvoju strategij.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Uvod.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Toplotne črpalke: opis tehnologije in koristi .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1. Zaprti sistemi .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2. Odprti sistemi .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.3. Primerjava lastnosti različnih sistemov .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Kratek opis pilotnega območja Ljubljane.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Trenutno stanje upravljanja toplote .....</b>	<b>11</b>
<b>Primarna energija .....</b>	<b>11</b>
<b>Končna energija .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Socialno-ekonomski dejavniki upravljanja toplote in usmeritve ukrepov, vključenih v izbrane strateške dokumente.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Obnovljivi viri energije.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Trenutne razmere na področju plitve geotermalne energije .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Razvojni načrti za geotermalne toplotne črpalke v luči direktiv EU in nacionalnih strategij .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Programi sofinanciranja naložb, vključno z napravami za obnovljive vire energije na območju Ljubljane .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3. Stroški proizvodnje toplotne energije - primerjalna analiza .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4. Identifikacija lokalnih ovir in možnosti večje rabe plitve geotermalne energije .....</b>	<b>20</b>



5. Obstoječi primeri najboljših rešitev uporabe plitve geotermalne energije in vgradnje toplotnih črpalk voda/voda in geosond na pilotnem območju Ljubljane - primeri tehničnih in poslovnih rešitev .....	21
5.1. Osnovna šola Polje .....	21
5.2. Osnovna šola Vič.....	23
5.3. Zdravstveni dom Ljubljana Moste-Polje, PE Polje .....	25
5.4. Vrtec Pedenjped, enota Zalog .....	28
5.5. Plečnikova hiša .....	29
6. Opis predlagane strategije za učinkovito in trajnostno rabo plitve geotermalne energije na pilotnem območju v Ljubljana .....	30
6.1. Cilj strategije, ciljne skupine, ciljne vrednosti in kazalniki .....	30
6.2. Pregled predlaganih nalog in projektov .....	31
7. Zaključek in smernice.....	32
8. Viri.....	33
Dodatek A.....	34
Katalog ukrepov za spodbujanje uporabe plitve geotermalne energije na območju Mestne občine Ljubljana .....	34



## SEZNAM SIMBOLOV

Mestna občina Ljubljana	MOL
Lokalni energetske koncept Mestne občine Ljubljana	LEK MOL
Akcijski načrt Lokalnega energetskega koncepta Mestne občine Ljubljana	AN LEK MOL
Učinkovita raba energije	URE
Obnovljivi viri energije	OVE
Geološki zavod Slovenije	GeoZS
Geotermalna toplotna črpalaka	GTČ
Energetski zakon	EZ - 1
Grelno število	COP



## 1. Uvod

### 1.1. Definicija pojema strategije na področju plitve geotermalne energije za pilotno območje Ljubljane

Mesto Ljubljana je že sedaj zeleno mesto in želimo si ga narediti še bolj zelenega, zato je treba vlagati v energetske učinkovitost (URE), povečati delež obnovljivih virov energije (OVE), izvajati ukrepe trajnostne mobilnosti ter izobraževati in ozaveščati širšo javnost.

Naša strategija se nanaša na dolgoročni program doseganja ciljev Lokalnega energetskega koncepta MOL (LEK MOL).

Plitva geotermalna energija je lokalno dostopen, endogeni vir toplote, ki na mestu uporabe ne povzroča škodljivih emisij. Je obnovljiv vir energije, ki se lahko uporablja hkrati za ogrevanje in hlajenje.

Plitva geotermalna energija je toplota shranjena plitvo pod površjem. Meja med plitvo in globoko geotermijo ni natančno določena, vendar se je uveljavila meja nekje na globini 400 ali 300 metrov. V Sloveniji globinska razmejitev še ni bila uporabljena, razen v primeru rudarskega zakona, kjer je za vrtine globlje od 300 metrov zahtevan rudarski projekt. Do globine 300 metrov se upošteva, da so tveganja pri tehnični izvedbi manjša in se ne zahteva rudarskega projekta.

### 1.2. Cilji, obseg in namen strategije

Projekt GeoPLASMA- CE na pilotnem območju Ljubljane poteka v sodelovanju med Mestno občino Ljubljana (MOL) in Geološkim zavodom Slovenije (GeoZS), ter obravnava potencial plitve geotermalne energije na območju MOL. Rezultati projekta bodo pripomogli k nadgradnji LEK MOL na področju OVE in posodobitvi AN LEK MOL.

Cilj projekta je izdelava spletnega orodja, ki bo povezovalni člen med strokovnjaki s področja geoznanosti in deležniki z različnih področij in izdelovalci energetske strategije. S tem bomo omogočili lažji dostop do informacij o možnostih rabe plitve geotermalne energije in s tem povezanimi tveganji, rezultati projekta pa bodo uporabljeni tudi pri energetskega načrtovanju in v strategijah upravljanja z OVE v MOL in Srednji Evropi.

Skladno z Direktivo 2009/28/ES ima Slovenija cilj do leta 2020 doseči najmanj 25 % delež obnovljivih virov v rabi bruto končne energije, seveda ob omejitvi rasti porabe končne energije, uveljavitvi učinkovite rabe energije in ob intenzivni spodbudi rabe obnovljivih virov energije. Naravne danosti Slovenije, njena lega ter njena geološka zgradba nudijo velik potencial za rabo obnovljivih virov energije.

MOL si je v Akcijskem načrtu LEK zastavila sledeče cilje, ciljno leto je 2020 (glede na leto 2008):

- Zamenjava fosilnih goriv z obnovljivimi viri energije (25 % delež OVE v končni rabi energije);
- Izboljšanje energetske učinkovitosti (20 % manj porabe energije);
- Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za 35 %;
- Izvajanje raziskav in uvajanje novih tehnologij za uporabo obnovljivih virov energije.

Proizvodnja toplote/hladu je sektor kjer se pričakuje največji delež zmanjšanja emisij toplogrednih plinov (do 65 %) na območju MOL. Plitva geotermalna energija bo imela pomembno vlogo pri tem cilju. V ta namen je treba izdelati/posodobiti strategijo razvoja energetskega sistemov z upoštevanjem rabe geotermalne energije.

Trenutno je delež rabe plitve geotermalne energije nizek (nekaj odstotkov). Eden od pomembnih dejavnikov za njen nizek delež je pomanjkanje informacij o naravnem geotermalnem potencialu in omejitvah za njeno rabo. Zagotavljanje teh informacij bo pripomoglo k večji rabi tovrstne energije.



### 1.2.1. Dolgoročne strateške usmeritve

V občinskih in državnih dokumentih (akcijskih načrtih in strategijah) je geotermalna energija pomembno področje, ki pa je trenutno še slabo izkoriščena. Tudi podjetja in interesna združenja poudarjajo potrebo po dolgoročnih politikah, zavezah in ciljih. Kreatorji politike morajo ustvariti stabilne pogoje za 5-10 let, saj le na ta način lahko v večji meri izkoriščajo potencial plitve geotermalne energije in ostalih obnovljivih virov energije.

V novem Državnem energetske podnebnem načrtu, Dolgoročni strategiji za nizke emisije in drugih dokumentih bo to področje obravnavano. Če bomo želeli do leta 2050 doseči cilje, bomo morali izkoristiti prav vse ukrepe, zato je potrebno poznati potencial plitve geotermije na območju MOL.

Geološki zavod republike Slovenije (GeoZS) je pripravil pregled vključitve plitve geotermalne energije v LEK-e občin. Ugotovljeno je bilo, da so podlage na lokalni ravni pomankljive, zato se trudimo izboljšati izhodišča tudi z rezultati projekta GeoPLASMA-CE.

Cilj projekta GeoPLASMA-CE je tudi kvantitativna in prostorska ocena potenciala plitve geotermalne energije za rabo s tehnologijo geotermalnih toplotnih črpalk, primernih za namene ogrevanja in/ali hlajenja. Na osnovi pridobljenih podatkov in novih meritev bo izdelan 3D geološki model za podporo pri izdelavi tematskih kart ter kot osnova za razvojne in upravljalvske strategije. Cilj je spodbujanje rabe plitve geotermalne energije na primernih območjih in s tem doseganja okoljskih (podnebnih) ciljev in dopolnitev LEK MOL.

MOL in GeoZS sodelujeta v evropskem projektu GeoPLASMA-CE, katerega glavni rezultat bo ocena plitvega geotermalnega potenciala na območju MOL in vključitev t informacije v prostorski načrt mesta.

Primeri dobre prakse iz tujine kažejo, da je zelo pomembna dostpnost do informacij o potencialu kot tudi omejitvah rabe plitve geotermalne energije.

### 1.3. Vloga projekta GeoPLASMA-CE pri razvoju strategij

MOL ima potencial za izkoriščanje OVE. Groba ocena obstoječe zmogljivosti vseh geotermalnih sistemov za ogrevanje znaša 2554 kW, za hlajenje pa 670 kW (Janža in sod., 2017). Okvirna proizvodnja energije z geotermalnimi toplotnimi črpalkami pa znaša 2,99 GWh za ogrevanje in 0,35 GWh za hlajenje (Janža in sod., 2017).

Rezultati projekta GeoPLASMA-CE se bodo uporabljali za izpolnjevanje ciljev OVE v mednarodnih zavezah, v katere je MOL vključena. Tematska karta geotermalnih potencialov za pilotno območje Ljubljane bo vključena v mestni prostorski načrt in bo služila kot podlaga za okvir strategij trajnostnega razvoja mesta Ljubljane. Z rezultati projekta GeoPLASMA-CE (karta geotermalnega potenciala) bomo lahko povečali delež plitve geotermalne energije, ki nam bo tako pomagal doseči naše zastavljene cilje za OVE.



## 2. Uvod

V Evropi je danes raba obnovljivih virih energije (OVE) v porastu, deloma zaradi težnje po zmanjšanju energetske odvisnosti od uvoza energentov, deloma zaradi zavez COP 21 (Paris 2015) o zmanjšanju izpustov CO<sub>2</sub>, in deloma tudi zaradi nižje cene energije, pridobljene na ta način. Eden izmed obnovljivih virov energije je tudi geotermalna energija.

### 2.1. Toplotne črpalke: opis tehnologije in koristi

Za rabo geotermalne energije je na voljo širok spekter tehnologij. Njihova uporabnost se ravna zlasti po nivoju temperature toplotnega vira, zato se na področju rabe pogosto uporablja delitev na plitvo in globoko geotermalno energijo. Raba plitve geotermalne energije navadno sega do globine okrog 400 m, s temperaturo do približno 25 °C. Toplotna črpalka je naprava, ki črpa toploto iz nižje temperaturnega okolja (npr. površinska voda, tla, podzemna voda, kamnine) v višje temperaturno okolje (npr. centralno ogrevanje). Toplotne črpalke za svoje delovanje potrebujejo električno energijo. Geotermalne toplotne črpalke izkoriščajo dejstvo, da temperatura pod površjem ostaja relativno stalna skozi celo leto, toplejša kot zrak nad njo med zimo in hladnejša med poletjem, podobno kot v kraški jami. Pozimi se prenaša shranjena toplota iz tal ali podzemne vode v zgradbo, poleti pa iz zgradbe nazaj v podzemlje. Z drugimi besedami, tla delujejo pozimi kot vir toplote in poleti kot ponor toplote. Toplotne črpalke prenašajo toploto s kroženjem hladilnega sredstva skozi kompresijsko ekspanzijski cikel:

- V toplotnem izmenjevalcu (uparjalniku) hladilno sredstvo kroži pri zelo nizki temperaturi. Ko hladilno sredstvo pri toplotni izmenjavi s primarnim fluidom prične izparevati, absorbira velike količine latentne izparilne toplote,
- Hladilno sredstvo v obliki pare pri višji temperaturi potuje skozi kompresor, ki ga poganja električna energija. Pri stiskanju plina temperatura narašča. Stisnjen plin se zato pojavi iz kompresorja z visoko temperaturo,
- Tako ogreto hladilno sredstvo potuje skozi drug toplotni izmenjevalec (kondenzator), kjer se toplota odda v krogotok centralnega ogrevanja. Para prične kondenzirati nazaj v tekočino, kar oddaja še več latentne toplote.
- Hladilno sredstvo dokonča cikel s preходом skozi ekspanzijski ventil, pri čemer se temperatura hladilnega sistema zniža.

Delovna temperatura, na katero moramo segreti fluid v toplotni črpalki, je odvisna od sistema centralnega ogrevanja:

- >60 °C v primeru starega konvencionalnega sistema centralnega ogrevanja z vročo vodo,
- 45-55 °C v primeru modernejšega nizkotemperaturnega sistema centralnega ogrevanja z veliko površino radiatorjev,
- 30-45 °C v primeru talnega vodnega centralnega ogrevanja in
- 25-30 °C v primeru uporabe kroženja toplega zraka za ogrevanje.

Nivo, na katerega moramo dvigniti temperaturo vode v toplotni črpalki, zelo vpliva na njen grelno število. Dana toplotna črpalka nima stalnega grelnega števila (COP), le-ta je odvisen od pogojev delovanja in temperature. Višja kot je delovna temperatura toplotne črpalke ali nižja kot je temperatura vira toplote, nižja je učinkovitost. COP je tem višji, tem manjša kot je razlika med vhodno in izhodno temperaturo toplotne črpalke.



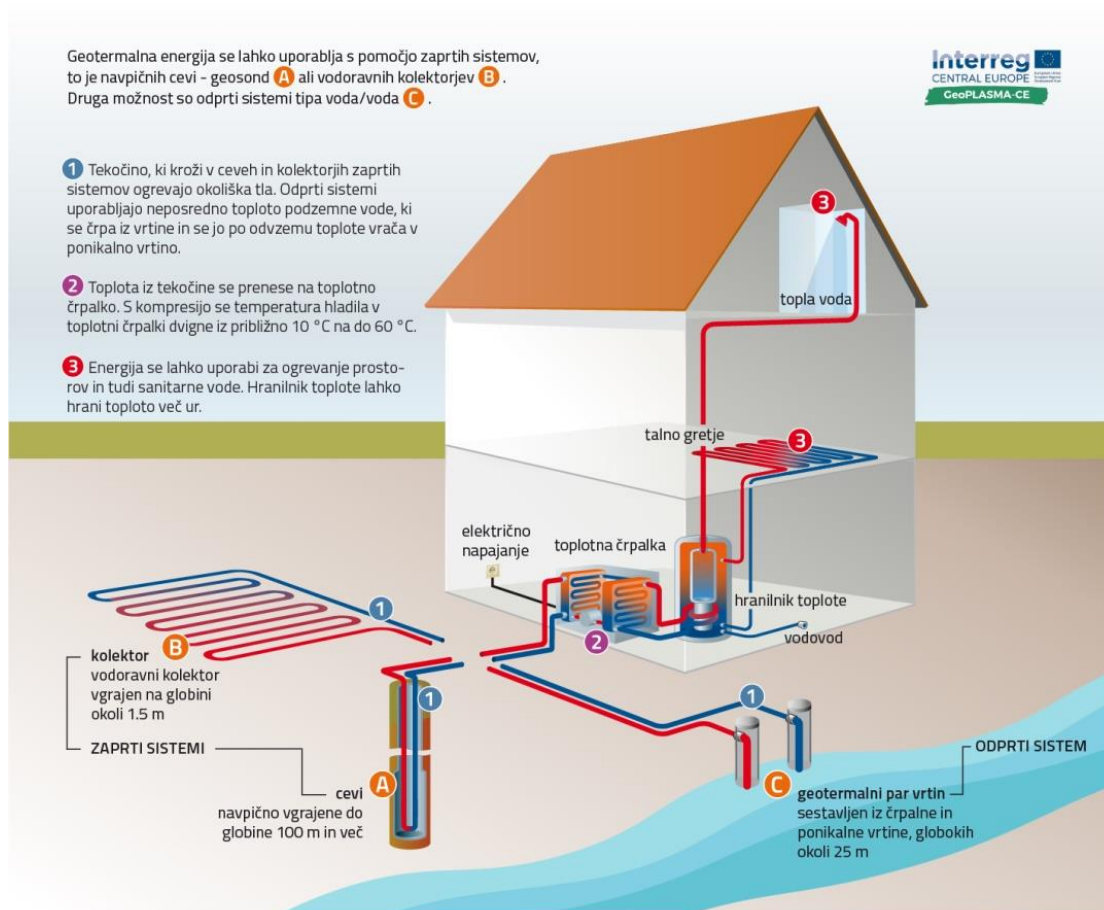


### 2.1.1. Zaprti sistemi

Najpogostejša zaprta plitva geotermalna sistema (zemlja-voda):

- Toplotni izmenjevalnik v vrtini (geosonda) 10 - 250 m globoko
- Vodoravne zanke (kolektorji v jarkih) 1,2 - 2.0 m globoko.

Učinkovita metoda z zaprtim krogom je toplotni izmenjevalnik v vrtini (angl. Borehole Heat Exchanger, BHE), pri nas znana kot »geosonda ali geotermična sonda«. Pri teh sistemih nosilni fluid kroži v zaprtem cevnem krogotoku, ki poteka skozi vrtino. V ogrevalnem načinu ohlajen nosilni fluid (običajno voda z dodatkom glikola ali drugega sredstva proti zamrzovanju, npr. etanola ali soli) potuje iz toplotne črpalke in absorbira toploto s prevajanjem iz tal ter se vrača na toplotno črpalčko, kjer se toplota odvzame, pri tem se nosilni fluid ponovno ohladi in je pripravljen na nov cikel. V hladilnem načinu ogret nosilni fluid iz obrnjene toplotne črpalke potuje v tla in odda del svoje toplote relativno hladnejšim tlam.



**Slika 1: Shema delovanja plitvih geotermalnih sistemov.**

Vodoravni zaprti geotermalni sistem je mreža cevovodov zakopana v tla. V splošnem je to termično spojena plastična cev z vodo ali raztopino s sredstvom proti zamrzovanju (20% propilen glikol), ki kroži po ceveh. Možne so različne izvedbe kolektorjev.





## 2.1.2. Odprti sistemi

Odprti sistemi (voda-voda) najpogosteje uporablja podzemno vodo kot vir energije, lahko pa tudi površinsko vodo ali vodo iz rudnikov ali predorov. Zmogljivosti teh sistemov je večinoma med 2,5 in 35 kW.

Kot hladilno sredstvo se od leta 2003/04 večinoma uporabljajo R-410A in R-407C ter druga novejša sredstva. Učinkovitost sistemov (COP in EER-Energy Efficiency Ratio) je odvisna od temperature vstopajoče vode. Za projektiranje vrtine za zajem podzemne vode za toplotno črpalko moramo poznati nekaj osnovnih parametrov:

- o ugotoviti moramo, ali na želenem mestu obstaja vodonosnik in določiti njegove lastnosti,
- o za projektirano globino vrtine moramo vedeti, kakšna je debelina in prepustnost vodonosnika ter globina do gladine podzemne vode,
- o premer vrtine je odvisen premera potopne črpalke, ki mora zagotoviti možnost črpanja zelenega pretoka podzemne vode,
- o želen pretok iz vrtine je odvisen od hidravličnih lastnosti vodonosnika in zahtevanih potreb po toploti/hladu in
- o litološka sestava vodonosnika in njegove hidrogeološke lastnosti določajo primeren tip vrtine in s tem tudi njeno ceno.

Pred namestitvijo odprtega sistema je potrebno pridobiti vodno dovoljenje za neposredno rabo vode za pridobivanje toplote. Pri tem je potrebno s črpalnim poskusom dokazati, da lahko iz vrtine črpamo želeno količino vode brez vpliva na okolje in brez škode za druge uporabnike vodonosnika. Potrebna globina vrtnja črpalne in ponikalne vrtine se ugotavlja iz hidrogeoloških kart in profilov, oziroma iz obstoječih podatkov dosedanjih vrtin in vodnjakov.

Običajne težave pri namestitvi odprtih sistemov:

- premajhna vključenost hidrogeologov pri projektiranju,
- preveč optimistična ocena hidravličnih lastnosti vodonosnika, kar privede do manjšega pretoka vode, kot je bil načrtovan za določeno toplotno črpalko,
- pomanjkljiv razmislek o zahtevah vračanja (reinjekcije) toplotno izrabljene vode,
- pomanjkljivo zavedanje o možnih zapletih s kemijsko in mikrobiološko sestavo podzemne vode (problematična je lahko visoka vsebnost določenih elementov, npr. Fe ali Mn kar lahko privede do poškodb toplotnega izmenjevalca ali drugih delov sistema),
- pomanjkljiv razmislek o možnem termičnem preboju med reinjekcijsko in črpalno vrtino.

Te težave se zmanjša z:

- preprečevanjem stika podzemne vode z kisikom v atmosferi,
- rednim vzdrževanjem (čiščenje toplotnega izmenjevalca).

## 2.1.3. Primerjava lastnosti različnih sistemov

### Primerjava odprtih in zaprtih geotermalnih sistemov

Prednosti odprtih sistemov so:

- Visoka termična kapaciteta naravnega medija (podzemne vode) pri konstantni temperaturi z relativno nizkimi stroški,



- Toplota se izkorišča z vsiljeno konvekcijo, to pomeni, da je možno iz vrtine pridobiti več toplote kot z zaprtim sistemom,
- Relativno visoka temperaturna raven toplotnega vira.

Pomanjkljivosti odprtega sistema so:

- Odvisnost od geoloških pogojev. Na mestu namestitve mora biti na voljo izdaten vodonosnik, ki zagotavlja želen pretok vode,
- Potrebno je izdelati dve vrtini in ju opremiti,
- Dodaten strošek za črpanje podzemne vode iz vrtine,
- Vodo je potrebno vračati v vodonosnik s ponikalno vrtino ali jašekom,
- Pridobiti je potrebno vodno dovoljenje za črpanje in vračanje vode v vodonosnik,
- Vrtine in drugo opremo je potrebno redno vzdrževati (obarjanje mineralov, tvorba biofilmov, abrazija trdnih delcev...).

### **Primerjava geotermalnih toplotnih črpalk s toplotnimi črpalkami zrak-voda**

Geotermalne toplotne črpalke imajo naslednje prednosti pred toplotnimi črpalkami zrak-voda:

- Porabijo manj energije za delovanje, nižji so obratovalni stroški,
- Izkoriščajo toploto tal ali podzemne vode, ki je stabilnejši vir energije od zraka (zato so učinkovitejše od toplotnih črpalk zrak-voda),
- Ne zahtevajo dodatnega vira toplote v času izrazito nizkih zunanjih temperatur,
- Uporabljajo manj hladilnega sredstva,
- Imajo enostavnejši konstrukcijo in posledično zahtevajo manj vzdrževanja,
- Ne zahtevajo postavitve enote zunaj, kjer je izpostavljena vremenskim pogojem,
- Daljša življenjska doba opreme,
- Izmed vseh virov ogrevanja imajo najnižjo stopnjo emisije CO<sub>2</sub>.

Glavne slabosti geotermalnih toplotnih črpalk v primerjavi s črpalkami zrak-voda so:

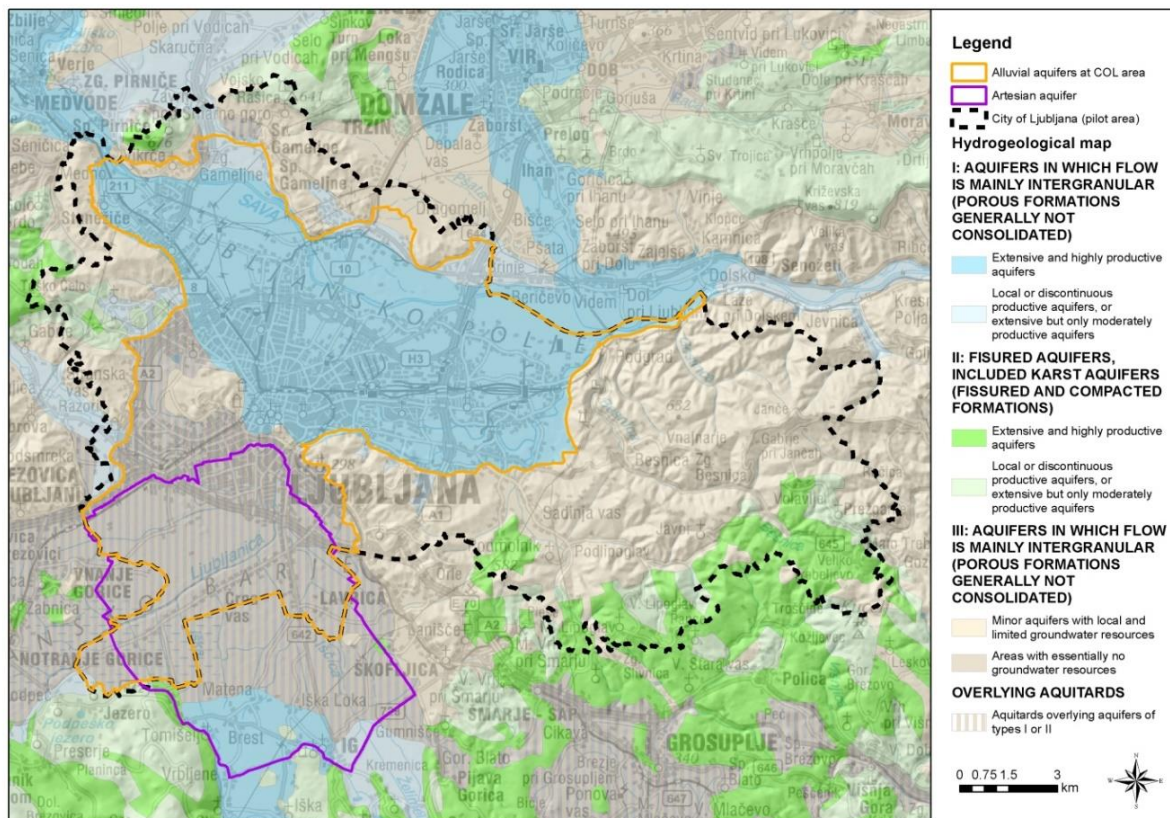
- Višji investicijski strošek (okrog 30 do 50% dražje od toplotnih črpalk zrak-voda).
- Pomanjkanje izkušenih in izkušenih načrtovalcev in inštalaterjev.
- Možne omejitve zaradi druge prioritete rabe podpovršja, na določenih območjih zahtevana dovoljenja za namestitve.

## **2.2. Kratek opis pilotnega območja Ljubljane**

Območje MOL pokriva 275 km<sup>2</sup> in je eno najbolj urbaniziranih in razvitih območij v Republiki Sloveniji. Leži v osrednji Sloveniji, v Ljubljanski kotlini in se razteza v smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Severno in severovzhodno mejo definira Šmarna gora (669 m), Soteški hrib (406 m) in Videmski hrib (371 m). Zahodno mejo predstavlja Polhograjsko hribovje. Na jugu in jugovzhodu je območje omejeno z Ljubljanskim barjem (slika 3).



Severni del geološko gledano predstavlja aluvialna ravnica Ljubljanskega polja, ki je sestavljena iz dobro prepustnih plasti proda in peska. Na območju so prisotne pomembne količine podzemne vode, ki je glavni vir oskrbe mesta s pitno vodo (slika 2). Podlag ateh kvartarnih plasti je sestavljena iz slabo prepustnih karbonskih in permskih klastičnih kamnin, ki gradijo tudi večino hribovitega zaledja na severnem delu. Južni del mesta pokriva severni del Ljubljanskega barje. V vodonosniku Ljubljansko barje se litografsko izmenjujejo rečni in jezerski sedimenti različnih granulacij (mulj, prod, pesek in glina). Krovna plast gline na severnem delu Ljubljanskega barja ima debelino med 10 in 20 m. Pod to plastjo leži raznovrsten, slabo prepusten zg. pliocenski vodonosnik, debeline okoli 20 m. Med zgornjim in spodnjim pliocenskim vodonosnikom je ločnica debela plast meljaste gline. Spodnji pliocenski prodni vodonosnik vsebuje podzemno vodo dobre kakovosti, v tem primeru gre za zaprt do polzaprt vodonosnik z arteškimi do subarteškimi hidravličnimi razmerami (Žlebnič, 1971; Janža, 2009; Šram, 2012).



**Slika 2: Pilotno območje Mestne občine Ljubljana z vrisanimi vodonosniki (GeoZS)**

Vodonosnika Ljubljansko polje na severu in Ljubljansko barje na jugu, sta dela telesa podzemne vode »1001 Savska kotlina in Barje«. Iz omenjenih vodonosnikov letno načrpajo približno 31 milijonov m<sup>3</sup> pitne vode, ki pokriva potrebe mesta Ljubljana.

Vodonosnik Ljubljanskega polja je eden izmed najbolj izdatnih vodonosnikov v Sloveniji (Šram in sod., 2012). S podzemno vodo iz teh vodonosnikov se oskrbuje preko 300.000 prebivalcev Ljubljane in okolice. Vodonosnika sta zavarovana na državnem nivoju z dvema uredbama:

- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 - popr., 65/12 in 93/13),
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15).
- Omejitve so detajlno opredeljene v Uredbah.



### 3. Trenutno stanje upravljanja toplote

#### DRŽAVNA RAVEN - ENERGETSKI KONCEPT SLOVENIJE

Ministrstvo za infrastrukturo skladno z Energetskim zakonom (EZ-1) pripravlja Energetski koncept Slovenije. Gre za strateški dokument, ki se bo dotikal širokega spektra aktivnih udeležencev v energetskem sektorju ali porabnikov v obliki industrije in državljanov s katerimi želijo zagotoviti široko razpravo o usmeritvah ter sodelovanje najširše javnosti.

V dokumentu podajajo usmeritve z ambicioznimi cilji na različnih področjih energetske politike do leta 2030 oz. 2050. Investicije in razvoj so namreč dolgoročne in odločitve za realizacijo projektov v nadaljnjih desetih oz. petnajstih letih je potrebno sprejeti čimprej. Dokument ne govori o posameznih projektih, temveč podaja strateške usmeritve, postavlja političen okvir, znotraj katerega je pot odprta prosti poslovni pobudi podjetij in posameznikov.

Krovna cilja Energetskega koncepta Slovenije sta:

- zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov vezanih na rabo energije za vsaj 40 % do leta 2030 glede na raven iz leta 1990.
- zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov vezanih na rabo energije za vsaj 80 % do leta 2050 glede na raven iz leta 1990.

Temeljni namen energetske politike je zagotoviti trajnostno ravnanje z energijo, zato bo ta okvir predvsem opredeljeval tri vidike trajnosti - podnebno sprejemljivost, zanesljivost oskrbe ter konkurenčnost. Vsi trije vidiki bodo morali biti spoštovani, da bo odločitev štela kot trajnostna in torej sprejemljiva. Prizadevali si bomo za prehod Slovenije v nizkoogljično družbo in zmanjšanje odvisnosti od uvoza in rabe fosilnih goriv.

#### PILOTNO OBMOČJE LJUBLJANE

Analiza podatkov in izračunov glede na leto 2015 za Mestno občino Ljubljana:

**Termoelektrarna Ljubljana** je v letu 2015 znižala proizvodnjo električne energije v primerjavi s preteklimi leti (-8,9% glede na predhodno leto). Ob tem so proizvedli za 983 GWh toplote (+14,2%) ter 179.010 ton pare (+1,4% glede na preteklo leto). Za leto 2015 je bilo značilno ponovno a bistveno povečanje rabe lesne biomase (105.295 ton, +21,0% glede na predhodno leto), kar po drugi strani ob nižji proizvodnji električne energije pomeni nižjo rabo rjavega premoga, kot glavnega vira energije (-3,2%). Istočasno v letu 2015 beležimo nižjo rabo ekstra lahkih kurilnih olj.

**Javno podjetje Energetika Ljubljana** je v letu 2015 uspešno nadaljevala širitev omrežja daljinskega ogrevanja in plinovodnega omrežja. Proizvodnja in nakup pare ter toplote se je povečala (+1,8% glede na preteklo leto), medtem ko se je prodaja povečala za 2,5% glede na predhodno leto. Proizvodnja električne energije na lokaciji je bila v letu 2015 bistveno višja (+46,4% glede na predhodno leto), zaradi večjega obsega obratovanja v navezi z enoto Moste.

#### Primarna energija

Za ponudbo končne energije po Energetski bilanci Mestne občine Ljubljana za leto 2015 je bilo potrebno 24,9 PJ primarne energije, kar je 1,5% več kot v predhodnem letu. Proizvodnja primarne energije je znašala 91 TJ, kar je v letu 2015 predstavljalo 0,37% potrebne primarne energije. Energetska odvisnost MOL je tako v letu 2015 znašala 99,63%. Povečanje potrebe po primarni energiji lahko pripišemo višji porabi za ogrevanje ter znižanju porabe v sektorju Promet.





## Končna energija

Tudi v strukturi porabe končne energije v letu 2015 največji delež zavzemajo tekoča goriva (45,5%), ki jim sledijo: električna energija (22,9%), plinasta goriva (15,0%), daljinska toplota (14,8%) ter trdna goriva (1,8%).

Iz naslednjih podatkov je razvidno, da je področje izkoriščanja geotermalne energije potrebno dati več poudarka s spodbudami. Podatki oz. informacije o geotermalni energiji so lahko uporabne pri programiranju sredstev Podnebnega sklada. Rabimo koncipiranje sredstev, da se lahko pomaga vzpostaviti tehnološke rešitve ter doseže največji učinek za najmanj denarja.

Potrebno je tudi usmerjati izkoriščanje geotermalne energije v tehnologije, ki prinašajo tudi dodatne koristi oz. manjše obremenitve (npr. sistemi izkoristek sistemov voda-voda in zemlja-voda so pri nizkih temperaturah veliko boljši kot sistemov zrak-voda in so zato s stališča zagotavljanja zadostnosti oskrbe z električno veliko bolj ugodne).

### Geotermalna energija na območju MOL

Glede na deleže različnih sistemov toplotnih črpalk, je možno podati zgolj informativne vrednosti, na osnovi podatka o številu izdanih vodnih dovoljenj (Janža in sod., 2017). Po številu izdanih vodnih dovoljenj je v uporabi vsaj 84 odprtih sistemov (voda - voda) in približno 70 zaprtih sistemov (zemlja - voda), od tega okoli 50 sistemov z geotermično sondo in 20 sistemov z vodoravnimi kolektorji.

## 3.1. Socialno-ekonomski dejavniki upravljanja toplote in usmeritve ukrepov, vključenih v izbrane strateške dokumente

### Podporni mehanizmi na območju Slovenije

Podporni mehanizmi, ki so na voljo v Sloveniji, obsegajo informiranje in energetske svetovanje ter kreditiranje in subvencioniranje vgradnje toplotnih črpalk. V sestavi Ministrstva za gospodarstvo, Direktorata za energijo, je Sektor za aktivnosti učinkovite rabe in obnovljivih virov energije, zadolžen za opravljanje strokovnih in z njimi povezanih spodbujevalnih nalog, ki se nanašajo na oblikovanje nacionalnih programov in predpisov Vlade RS za pospeševanje okolju prijazne in učinkovite rabe energije ter izrabo obnovljivih virov energije, izvajanje državnih programov spodbujanja, koordinacijo in sodelovanje pri izvajanju programov ter izpolnjevanje mednarodnih obveznosti na tem področju. Med drugim financira projekt ENSVET14, v okviru katerega energetske svetovanje ponuja več kot 30 svetovalnih pisarn po Sloveniji. Za nepovratne subvencije in kreditiranje vgradnje toplotnih črpalk s subvencionirano obrestno mero preko javnih razpisov za gospodinjstva in pravne osebe, samostojnih podjetnikov posameznikov in zasebnikov skrbi Eko sklad, Slovenski okoljski javni sklad. Sistemska sredstva za delovanje Eko sklada se zagotavljajo od 1. 1. 2010 iz prispevkov in dodatkov, ki so določeni v Uredbi o zagotavljanju prihrankov energije pri končnih odjemalcih (Ur. l. RS, 114/2009): "Finančna sredstva za izvajanje programov za povečanje učinkovitosti rabe električne energije zagotavljajo vsi končni odjemalci, ki so dolžni za posamezno prevzemno predajno mesto dobavitelju električne energije plačevati prispevek. Finančna sredstva za izvajanje programov za povečanje energetske učinkovitosti rabe toplote iz distribucijskega omrežja, plina in tekočih goriv zagotavljajo vsi končni odjemalci le-teh, ki so dolžni dobavitelju plačevati dodatek. Izkoriščanje toplote zemlje in podzemne vode s pomočjo toplotnih črpalk je možno brez plačila pristojbin. Oviri, ki obstajajo, so posledica nedorečenih zakonodajnih rešitev ter dolgotrajnih upravnih postopkov.

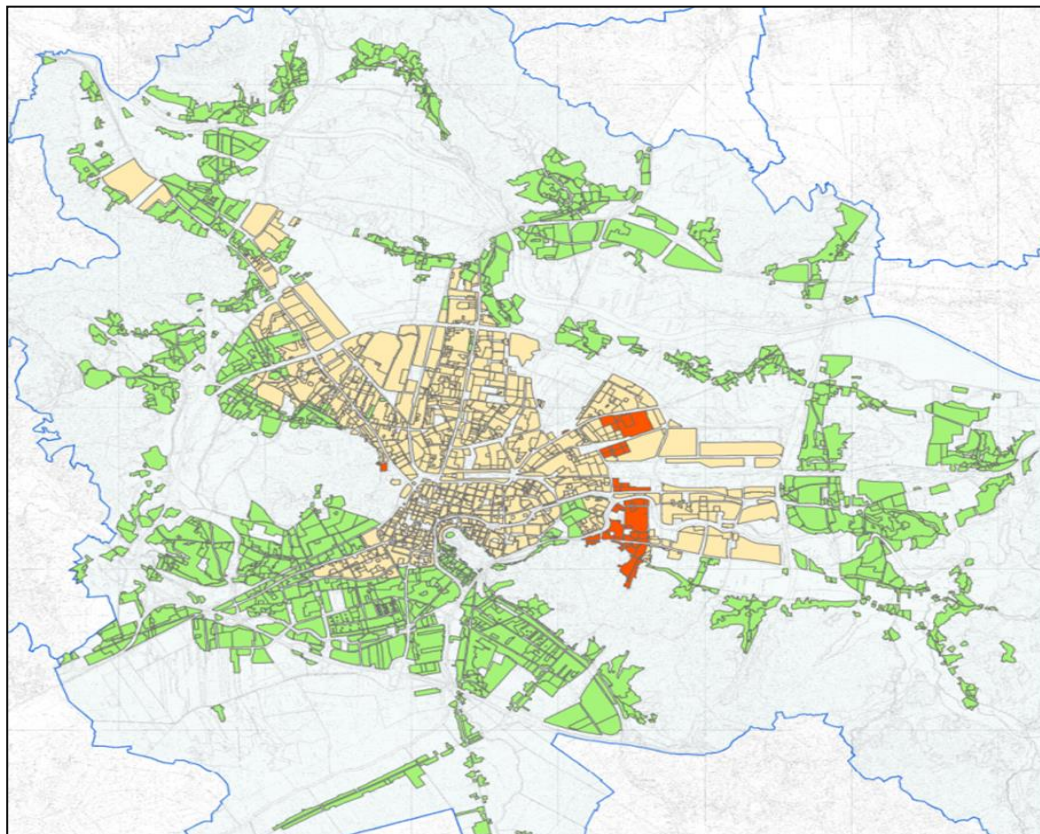
### Delež različnih energetskega virov pri pokrivanju povpraševanja po toploti

#### Energetska infrastruktura Mestne občine Ljubljana

Sistem daljinskega ogrevanja, ki temelji na premogu in lesni biomasi, pokriva območje Ljubljane z gosto poselitvijo in zagotavlja ogrevanje 74 % vseh gospodinjstev (slika 3), preostali del delno pokriva omrežje zemeljskega plina. Delež rabe geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje je zelo nizek (nekaj %). Groba



ocena obstoječe zmogljivosti vseh geotermalnih sistemov za ogrevanje znaša 2554 kW, za hlajenje pa 670 kW (Janža in sod., 2017). Okvirna proizvodnja energije z geotermalnimi toplotnimi črpalkami pa znaša 2,99 GWh za ogrevanje in 0,35 GWh za hlajenje (Janža in sod., 2017).



**Slika 3: Karta infrastrukturnih sistemov na območju Mestne občine Ljubljana: za rumeno barvo je označeno območje sistema daljinskega ogrevanja in z zeleno barvo je označeno območje sistema zemeljskega plina**

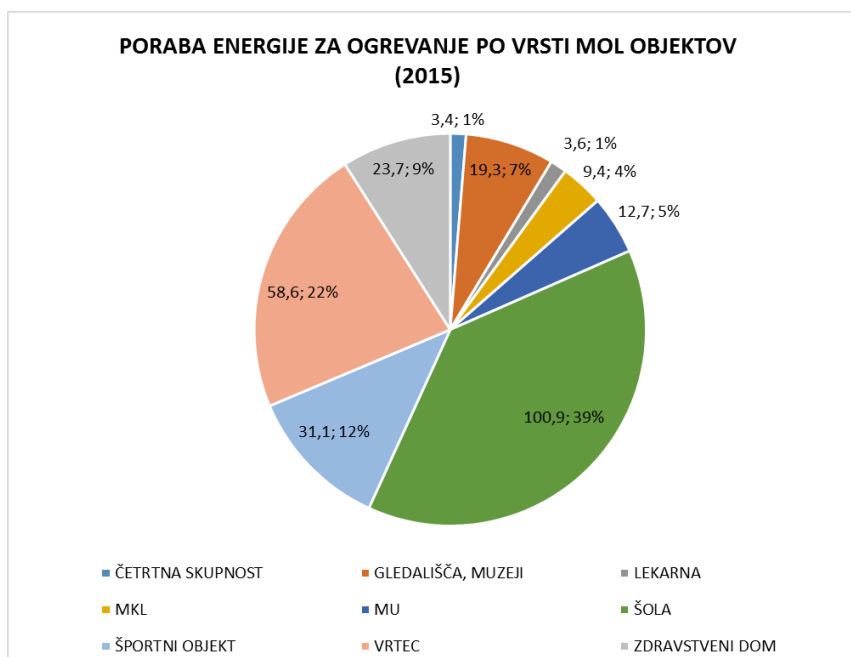
Po številu izdanih vodnih dovoljenj je v uporabi vsaj 84 odprtih sistemov (voda - voda) in približno 70 zaprtih sistemov (zemlja - voda), od tega okoli 50 sistemov z geotermično sondo in 20 sistemov z vodoravnimi kolektorji. Podatki o številu GCHP enot z vodoravnimi kolektorji so veliko manj zanesljivi, saj le-te niso dokumentirane. Informacije o možnostih izvedbe plitvih geotermalnih sistemov (potencial in omejitve) so na voljo na spletnem pregledovalniku projekta GeoPLASMA-CE (<https://portal.geoplasmace.eu/webgis/ljubljana>).

Na območju Mestne občine Ljubljana je bilo v letu 2015 porabljeno za 1.789 GWh (neto) električne energije, 312.151 tisoč ton rjavega premoga, 135.159 ton lesa in lesnih odpadkov, ekstra lahkega kurilnega olja 36.337 ton, utekočinjenega naftnega plina 7.446 ton, 244.046 tisoč ton motornih goriv, 142,3 milijonov Sm<sup>3</sup> zemeljskega plina ter za 4.012 TJ daljinske toplote.

V letu 2015 nismo beležili porabe težkih kurilnih olj, lignita, koksa, črnega premoga in antracita.

Biogoriva, kot so biodizel, bioetanol, bioplina in ostale trdne odpadke že nekaj let spremljamo ločeno. Tako smo v letu 2015 zabeležili porabo 10,5 mio. m<sup>3</sup> bioplina (večinoma deponijski plin, -19,4% glede na predhodno leto) ter za 789 ton drugih trdnih goriv.

Iz podatkov na sliki 4 je razvidno, da predstavljajo največji delež MOL-ovih subjektov in ustanov, ki jih štejemo pod sektor Ostala raba, v letu 2015 v porabi energije šole (30% ali 100,9 TJ v letu 2015), ostala podjetja v lasti MOL (21%, 71,4 TJ) ter vrtci 18% celotne ocenjene porabe energije (58,6 TJ). Skupno so samo ustanove v lasti MOL v sektorju Ostala raba porabila za 262,7 TJ energije, kar je 12,4% več kot v letu 2014.



**Slika 4: Ocena porabe energije za ogrevanje in storitve MOL ustanov v sektorju Ostala raba v letu 2015 – po posameznih vrstah ustanov. Podjetja v lasti MOL tukaj niso vključena.**

### 3.2. Obnovljivi viri energije

Delež energije iz obnovljivih virov v bruto končni porabi energije je 21,96 % (SURS 2018) za območje celotne Slovenije.

Delež energije iz obnovljivih virov v bruto končni porabi energije je bruto končna poraba energije iz obnovljivih virov, deljena z bruto končno porabo energije iz vseh virov energije. Kazalnik se izračunava v skladu z določili Direktive 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov.

Proizvodnja toplote/hladu je sektor, kjer se pričakuje največji delež zmanjšanja emisij toplogrednih plinov (65 %) za območje MOL. Plitva geotermalna energija bo imela pomembno vlogo pri tem cilju. V ta namen je treba je izdelati/posodobiti strategijo razvoja energetskih sistemov z upoštevanjem rabe geotermalne energije.

Trenutno je delež rabe plitve geotermalne energije nizek (nekaj odstotkov). Eden od pomembnih dejavnikov za njen nizek delež je pomanjkanje informacij o naravnem geotermalnem potencialu in omejitvah za njeno rabo. Zagotavljanje teh informacij bo pripomoglo k večji rabi tovrstne energije.





## 4. Trenutne razmere na področju plitve geotermalne energije

### ENERGETSKI KONCEPT SLOVENIJE

Energetska učinkovitost v stavbah in povečanje deleža obnovljivih virov energije so opredeljeni v številnih uradnih dokumentih Evropske unije in slovenske lokalne in nacionalne zakonodaje. Energetski koncept Slovenije še ni pripravljen, mesta imajo svoje lastne lokalne energetske koncepte, nekatere pa tudi akcijske načrte.

Ministrstvo za infrastrukturo skladno z EZ-1 pripravlja Energetski koncept Slovenije, ki je v fazi sprejemanja.

V dokumentu se podaja usmeritve z ambicioznimi cilji na različnih področjih energetske politike do leta 2030 oz. 2050.

Glavna cilja Energetskega koncepta Slovenije, kot je že bilo omenjeno, sta:

- zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov vezanih na rabo energije za vsaj 40 % do leta 2030 glede na raven iz leta 1990.
- zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov vezanih na rabo energije za vsaj 80 % do leta 2050 glede na raven iz leta 1990.

MOL bo v letu 2019/2020 sprejemal nov LEK.

GeoZS je pripravil pregled LEK-ov vseh Slovenskih občin, glede vključevanja geotermalne energije v njih. Razvidno je, da so nujne podlage na lokalni ravni. Skupna izhodišča bi morala biti nekoliko boljša. Izdelovalci LEK-ov lokalnih vidikov v večini primerov ne raziščejo, uporabijo kar pavšalne podatke za Slovenijo.

### 4.1. Razvojni načrti za geotermalne toplotne črpalke v luči direktiv EU in nacionalnih strategij

V letu 2010 je bil objavljen nacionalni akcijski načrt za obnovljive vire energije 2010-2020, katerega cilj je 25-odstotni delež povišanja OVE v bruto porabi končne energije leta 2020. V končnem osnutku posodobitve uporabe NREAP iz leta 2017 se načrtuje uporaba plitve geotermalne energije, ki vključuje tudi plitvo geotermalno energijo in vgradnjo geotermalnih toplotnih črpalk, spremljanje geotermalnih toplotnih črpalk za nadaljnje načrtovanje in upravljanja z vodami. NREAP je predvideval tudi letni prispevek plitve geotermalne energije pri ogrevanju in hlajenju. Načrtovani prispevek za leto 2017 je znašal 36 kt. V letih od 2017 do 2020 je bilo predvideno 19-odstotno povečanje deleža geotermalnih toplotnih črpalk.

#### Obnovljivi viri energije ter učinkovita raba energije - zakonske podlage Slovenije

- Akt o prispevkih za zagotavljanje podpor za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije in v soproizvodnji z visokim izkoristkom Uradni list RS **56/15**,
- Akt o uporabi registra potrdil o izvoru električne energije in načinu sporočanja podatkov o proizvodnji električne energije Uradni list RS **33/09**,
- Pravila za delovanje centra za podpore Uradni list RS **88/16**,
- Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije Uradni list RS **67/1514/17**,
- Pravilnik o postopku poročanja in nakazovanja finančnih sredstev iz naslova prispevka za energetska učinkovitost in finančnih sredstev kot oblike obveznega zagotavljanja prihrankov energije pri končnih odjemalcih dobaviteljev elektrike, toplote, plina ter tekočih in trdnih goriv Eko sklada objavljen na spletni strani Eko sklada,



- Pravilnik o spodbujanju učinkovite rabe energije in rabe obnovljivih virov energije Uradni list RS 89/08 25/09 58/12 17/14 - EZ-1,
- Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije Uradni list RS 1/1646/18,
- Sklep o določitvi količine električne energije, proizvedene s sosežigom biomase, ter o višini premije v letu 2009 Uradni list RS 17/09,
- Sklep o premijah za električno energijo, proizvedeno v hidroelektrarnah Uradni list RS 85/09 106/10,
- Sklep o prenehanju veljavnosti Sklepa o določitvi višini prispevka za zagotavljanje zanesljive oskrbe z uporabo domačih virov primarne energije za proizvodnjo električne energije Uradni list RS 2/13,
- Sklep o uskladitvi premij za odkup električne energije, proizvedene v hidroelektrarnah, za leto 2010 Uradni list RS 106/10,
- Uredba o določanju količine električne energije, ki je proizvedena v soproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom ter določanju izkoristka pretvorbe energije biomase Uradni list RS 37/09 17/14 - EZ-1,
- Uredba o izdaji deklaracij za proizvodne naprave in potrdil o izvoru električne energije Uradni list RS 8/09 45/12 17/14 - EZ-1,
- Uredba o izvajanju Odločbe (EU) o prizadevanju držav članic za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, da do leta 2020 izpolnijo zavezo Skupnosti za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov Uradni list RS 15/1755/1723/18,
- Uredba o načinu določanja in obračunavanja prispevkov za zagotavljanje podpor proizvodnji električne energije v soproizvodnji z visokim izkoristkom in iz obnovljivih virov energije Uradni list RS 46/15 76/17,
- Uredba o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, ki prejemajo za proizvedeno električno energijo potrdila o izvoru in podpore Uradni list RS 21/09 33/10 45/12 17/14 - EZ-1,
- Uredba o podporah elektriki, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v soproizvodnji toplote in elektrike z visokim izkoristkom Uradni list RS 74/16,
- Uredba o pravilih za pripravo napovedi položaja proizvodnih naprav na obnovljive vire energije in s soproizvodnjo z visokim izkoristkom na trgu z električno energijo Uradni list RS 83/09 94/11 17/14 - EZ-1,
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije Uradni list RS 97/1532/18,
- Uredba o zagotavljanju prihrankov energije Uradni list RS 96/14.

### **Zakonske podlage - EU**

- DIREKTIVA 2009/28/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 23. aprila 2009 o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES UL L 140 z dne 5. 6. 2009, str. 16 prečiščena različica (2015-10-05),
- DIREKTIVA 2012/27/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 25. oktobra 2012 o energetske učinkovitosti, spremembi direktiv 2009/125/ES in 2010/30/EU ter razveljavitvi direktiv 2004/08/ES in 2006/32/ES UL L 315 z dne 14. 11. 2012, str. 1 prečiščena različica (2013-07-01),
- DIREKTIVA EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA 2005/89/ES z dne 18. januarja 2006 o ukrepih za zagotavljanje zanesljivosti oskrbe z električno energijo in naložb v infrastrukturo UL L 33 z dne 4. 2. 2006, str. 22,





- Zamenjava fosilnih goriv z obnovljivimi viri energije (25 % delež OVE v končni rabi energije);
- Izboljšanje energetske učinkovitosti (20 % manj porabe energije);
- Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za 35 %;
- Izvajanje raziskav in uvajanje novih tehnologij za uporabo obnovljivih virov energije.

Rezultati LEK MOL se spremljajo na podlagi podatkov, zbranih ob koncu leta 2008.

Srednjeročni rezultati, merjeni v letu 2015, so:

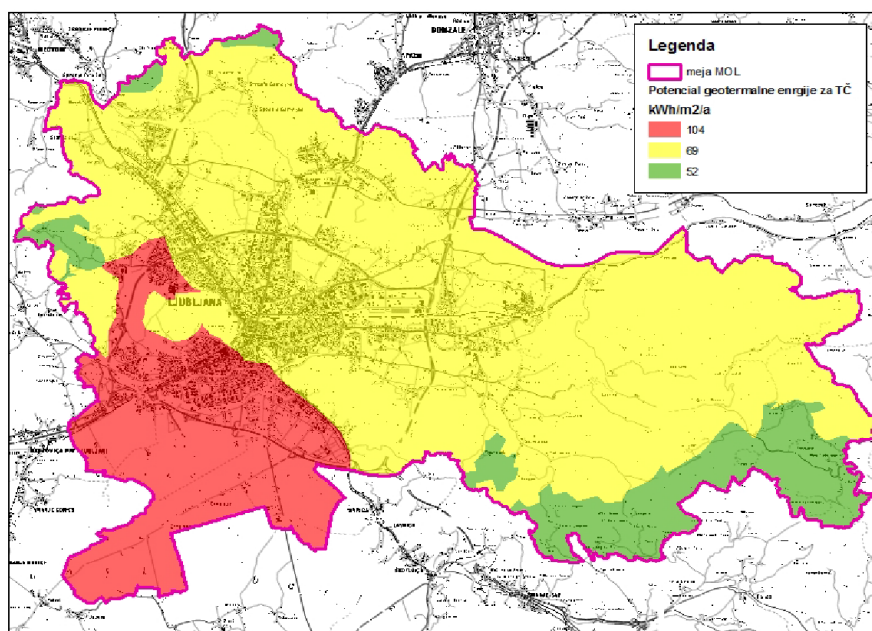
- 61% za doseg skupnega cilja za energetske učinkovitost,
- 48% za doseganje skupnega cilja obnovljivih virov energije,
- 42% za doseganje skupnega cilja toplogrednih plinov

### GEOTERMALNI POTENCIAL OPREDELJEN V LOKALNEM ENERGETSKEM KONCEPTU MOL

Geotermalni potencial Slovenije je ocenjen na 7.660 PJ (Langerholc, 2008). Po diagramu McKelvey je pilotno območje v Ljubljani razvrščeno v kategorizacijo območij z možnostjo ekonomsko upravičenega vira energije.

Zemljevid geotermalnih potencialov za celotno Slovenijo je bil pripravljen z uporabo podatkov, zbranih v 400 vrtinah. Po pilotnem območju Ljubljane se temperatura tal giblje med 20 °C in 24 °C na globini 500 m. Geotermalni potencial na pilotnem območju Ljubljani se lahko izkorišča samo s toplotnimi črpalkami.

Gostota toplotnega toka, ki ga črpamo iz tal je med 10 in 40 W/m<sup>2</sup> in je odvisna od geološke sestave. Glede na geološko sestavo MOL znaša teoretično razpoložljiv potencial geotermalne energije pri uporabi toplotnih črpalk zgolj za ogrevanje objektov in zajemu geotermalne energije na nezazidani površini stavbnih zemljišč 2.127 GWh toplote na leto. Glede na sedanje stanje tehnike ta potencial omogoča proizvodnjo 3.000 GWh toplote ob porabi 850 GWh električne energije letno. Pri uvajanju toplotnih črpalk je potrebno zagotoviti, da bo uporabljena tehnologija omogočila zmanjšanje potrebne primarne energije.



**Slika 6: Karta priporočene uporabe sistemov toplotnih črpalk (vir: LEK MOL)**



## 4.2. Programi sofinanciranja naložb, vključno z napravami za obnovljive vire energije na območju Ljubljane

Eko sklad gospodinjstvom odjemalcem sofinancira številne ukrepe za izboljšanje energetske učinkovitosti:

- prenavo zunanjskega stavbnega pohištva (okna, balkonska vrata in fiksne zasteklitve),
- izolacijo fasade,
- izolacijo strehe,
- izolacijo tal,
- sisteme za prezračevanje z vračanjem toplote - rekuperacijo,
- toplotne črpalke,
- hibridna ali električna osebna vozila (avtomobil, motorno kolo, kolo z motorjem in kolo na električni ali hibridni pogon),
- kotle na lesno biomaso,
- električna vozila.

## 4.3. Stroški proizvodnje toplotne energije - primerjalna analiza

**Tabela 1: Letni podatki za sistema daljinskega ogrevanja in zemeljskega plina**

	LETO 2017	LETO 2016*	LETO 2015	LETO 2014
<b>SISTEM DALJINSKEGA OGREVANJA</b>				
Dolžina vročevodnega omrežja v km	269,7	268,6	267,2	260,8
Dolžina parovodnega omrežja v km	9,7	9,7	10	10,5
Priključna moč - vročevodni sistem v MW	1.188,6	1.189,3	1.192,2	1.190,4
Število priključenih toplotnih števecv	4.852	4.797	4.765	4.714
Število priključenih parnih števecv	19	19	19	21
Proizvodnja toplote (vroča voda in para) v MWh	1.343.609	1.304.735	1.258.117	1.149.516
Prodaja toplote (vroča voda in para) v MWh	1.183.425	1.166.466	1.108.107	964.934
Toplotne izgube na vročevodnem omrežju	13,5 %	12,2 %	12,8 %	17,9 %
<b>SISTEM OSKRBE S PLINOM</b>				
Dolžina plinovodnega omrežja v km	704,8	696,1	688,0	672,5
Priključna moč - plinovodni sistem v MW	1.647,5	1.639,1	1.646,9	1.643,2
Število priključenih plinomerov	57.233	57.298	57.450	57.624
Distribuirane količine zemeljskega plina v MWh	804.380	792.095	744.116	642.586
Prodaja zemeljskega plina - distr. omrežje v MWh	704.607	520.911	512.728	478.058
Prodaja zemeljskega plina - CNG v MWh	41.031	31.102	22.385	15.223
<b>ELEKTRIČNA ENERGIJA</b>				
Proizvodnja el. energije iz soproizvodnje v MWh	461.685	454.064	413.855	429.196
Proizvodnja el. energije iz sončne elektrarne v MWh	88	79	79	78
Prodaja el. energije na pragu (pasovna) v MWh	403.900	405.700	403.900	402.199
Prodaja el. energije končnim uporabnikom v MWh	3.694	688	-	-

V letu 2017 je znašala porabljena toplota 1.183.425 MWh toplote (vroče vode in pare), na osnovi sklenjenih pogodb oddali 403.900 MWh električne energije v omrežje in po plinovodnem omrežju distribuirali 804.380 MWh zemeljskega plina.

Glede na zunanja temperaturna gibanja ter posledično potreb po toploti, vezano na vročevodni sistem, je bilo dejansko obratovanje proizvodnih virov v enoti TE-TOL nad načrtovanim obsegom in posledično manjši obseg proizvodnje v vršnih proizvodnih virih TOŠ. Od skupne proizvodnje vroče vode je dosežena kombinirana proizvodnja v enoti TE-TOL 1.018.602 MWh, kar predstavlja 91,6 % delež.

Dejavnost proizvodnja toplote dosega prihodke iz naslova prodaje toplote v sorazmernem deležu glede na odhodke te dejavnosti ter dejavnosti distribucije in dobave toplote.

V letu 2017 znašajo prihodki iz poslovanja 54.859.437 EUR in celotni prihodki 55.277.653 EUR. V strukturi prihodkov iz poslovanja je delež prihodkov iz naslova vroče vode 83,6 %, od prodaje pare 14,5 % in drugih storitev 1,9 %.





Odhodki iz poslovanja so realizirani v višini 57.066.424 EUR in celotni odhodki v višini 57.346.147 EUR. V strukturi celotnih odhodkov največji delež zavzemajo stroški goriva (64,1 %), stroški dela (13,6 %) in stroški amortizacije (8,5 %).

Čisti poslovni izid leta 2017 je negativen v višini -2.068.494 EUR. V letu 2017 je družba uveljavila nove izhodiščne cene toplote, ki jih je potrdila Agencija za energijo. Skladno z akti nove cene toplote ne vključujejo donosa na dejavnosti proizvodnja in distribucija toplote kot je bil priznan v preteklih letih. V primerjavi z načrtovanim rezultatom, dodatno na izgubo dejavnosti v letu 2017 vplivajo nižje doseženi prihodki od prodaje pare v znesku 1.619.888 EUR, kar je posledica znižanja cen pare TOŠ in TE-TOL s 1. 6. 2017.

### **Dobava plina**

Energetika Ljubljana večji del zemeljskega plina dobavlja odjemalcem, kjer hkrati nastopa tudi s storitvami systemskega operaterja distribucijskega omrežja ter na dvanajstih plinovodnih omrežjih, ki jih upravljajo drugi systemski operaterji distribucijskega omrežja v Sloveniji. Na območju, kjer izvaja dejavnost SODO, je prodala 513.260 MWh zemeljskega plina, na distribucijskih omrežjih drugih systemskih operaterjev pa 191.347 MWh plina.

Prodane količine zemeljskega plina v omrežje v letu 2017 so glede na načrtovane višje za 8,2 %, v primerjavi s preteklim letom 2016 pa za 35,3 %. Energetika Ljubljana je ob koncu leta 2016 pridobila nove odjemalce z večjo zakupljeno letno zmogljivostjo, kar v večjem obsegu vpliva na višjo prodajo plina v letu 2017.

## **4.4. Identifikacija lokalnih ovir in možnosti večje rabe plitve geotermalne energije**

### **Ovire**

- Na območju MOL so prisotne omejitve zaradi varovanja podzemne vode (ki se uporablja kot pitna voda). Vodonosnika Ljubljansko polja in Ljubljansko Barje sta edina vira pitne vode v mestu;
- Nizka ozaveščenost javnosti o geotermalnem potencialu. Rezultati izsledkov za pilotno območje MOL bodo podani v obliki spletnega portala (<https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/ljubljana>), ki se bo uporabljal za celostno vrednotenje in upravljanje plitve geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje. Spletni portal bo ponujal orodje za širjenje informacij in izkušenj o rabi geotermalnih virov in s tem povezanih tveganj in konfliktov rabe prostora. Prednost portala bo v tem, da bo deloval kot mednarodna strokovna platforma za izmenjavo relevantnih informacij o standardih in pristopih rabe plitve geotermalne energije v regijah Srednje Evrope;
- Pomanjkanje primerjalnih ekonomskih analiz, ki bi primerjale različne energente med seboj;
- Omejen dostop do informacij, povezanih z možnostjo rabe plitve geotermalne energije. V okviru projekta GeoPLASMA-CE bodo izdelane karte potenciala plitve geotermalne energije in možnosti njene rabe. Podatki bodo vključiti v strategije razvoja in upravljanja z energijo. V ta namen se zbirajo, analizirajo in sistematsko urejajo podatki o hidravličnih ter termičnih parametrih in morebitnih ovirah za rabo potenciala plitve geotermalne energije na območju MOL.



## 5. Obstoječi primeri najboljših rešitev uporabe plitve geotermalne energije in vgradnje toplotnih črpalk voda/voda in geosond na pilotnem območju Ljubljane - primeri tehničnih in poslovnih rešitev

Cilj MOL je spodbujanje rabe plitve geotermalne energije v strategijah Akcijskega načrta LEK MOL za ogrevanje in hlajenje. Rezultate projekta GeoPLASMA-CE bomo uporabili pri pilotni izvedbi geotermalnih sistemov pri energetski obnovi objektov na območju MOL, skladno z zahtevo po povečanju deleža v MOL.

Na terenu bodo izvedene tudi meritve toplotne prevodnosti tal, temperature podzemne vode, električna prevodnost, meritve gladine podzemne vode in geokemične analize podzemne vode. Z uporabo zbranih podatkov bodo izdelani 3D modeli, ki bodo omogočali oceno geotermičnega potenciala vključno z oceno medsebojnih hidravličnih in toplotnih vplivov pri uporabi geotermalnih sistemov na pilotnem območju MOL.

Podatki o številu GTČ enot z vodoravnimi kolektorji so veliko manj zanesljivi, saj le-te niso dokumentirane.



**Slika 7: Lokacije toplotnih črpalk voda/voda izvedenih v letu 2017 s strani MOL**

### 5.1. Osnovna šola Polje

Na sliki 9 so prikazane lokacije vseh vrtin, in sicer:

- črpalni vodnjak OŠP-ČV-1,
- ponikovalni vodnjak OŠP-PV-1 in
- raziskovalna vrtina OŠP-RV-1.





**Slika 8: Lokacije črpalnega in ponikovalnega vodnjaka in lokacija raziskovalne vrtine.**

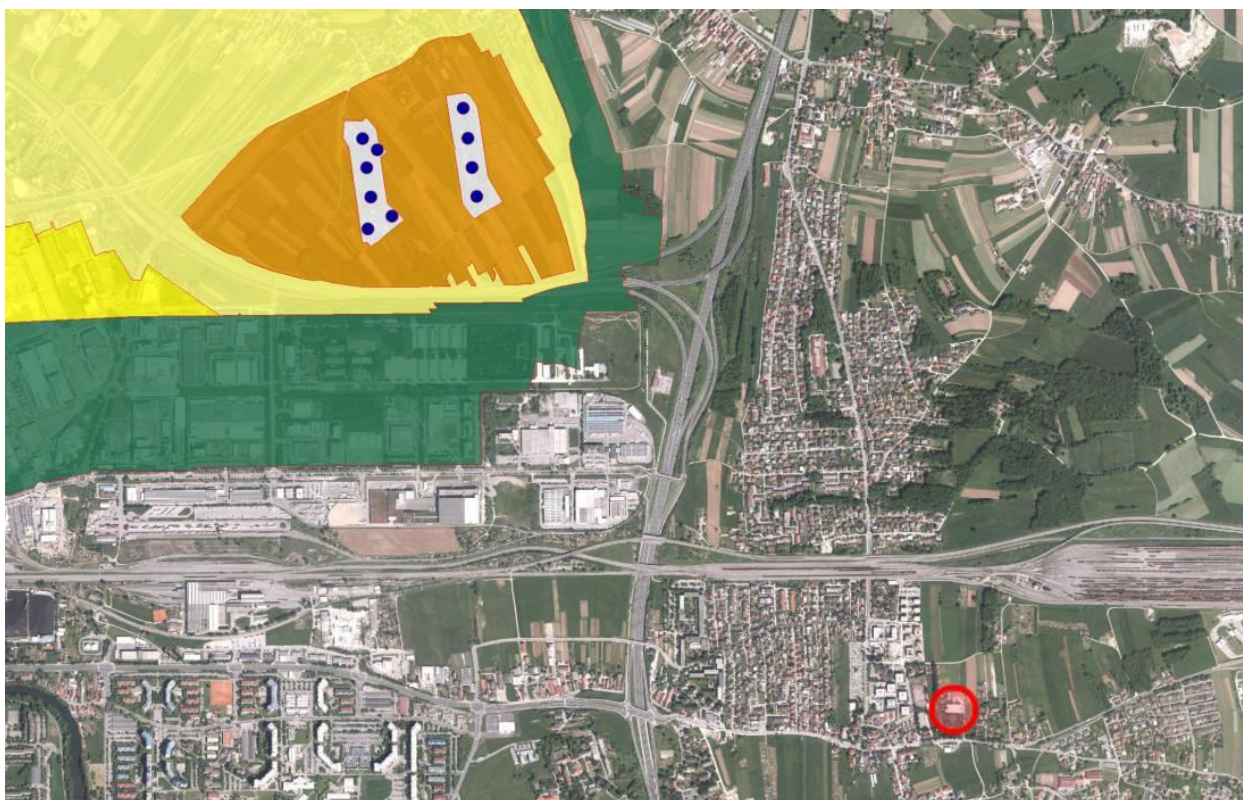
Lokacija se nahaja na obširni aluvialni ravnici. Kvartarni aluvialni sedimenti na območju so večinoma dobro graduirani prodi z peskom in meljem z vmesnimi plastmi in lečami peska in meljastega peska. Vmes so možni pojavi paketov konglomeratov, ki se lahko pojavljajo skupaj z lečami glin.

Podlago aluvialnih sedimentov, ki se nahaja med 250 m n.v. in 252 m n.v.

#### SINTEZA HIDROGEOLOŠKIH DANOSTI PROUČEVANEGA OBMOČJA

Za potrebe dimenzioniranja črpalnega vodnjaka se podaja sinteza hidrogeoloških danosti ožjega proučevanega območja:

- koeficient prepustnosti  $k \approx 1,0 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  oz.  $k_{\text{min.}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ,
- debelina vodonosnika  $d \approx 18 - 22 \text{ m}$  oz.  $d_{\text{min.}} = 18 \text{ m}$ ,
- Transmisivnost vodonosnika  $T \approx 0,018 - 0,033 \text{ m}^2/\text{s}$  oz.  $T_{\text{min.}} = 0,018 \text{ m}^2/\text{s}$ .
- Koeficient uskladiščenosti vodonosnika ( $S$ ) je približno enak efektivni prozornosti vodonosnika in znaša  $e_f \approx 0,15 - 0,20$ ,
- teoretični radij vpliva ( $R$ ) za 10 urno črpanje  $R = 50 - 90 \text{ m}$ ,
- strmec toka podzemne vode znaša:  $i = 1,0 \cdot 10^{-3}$  oz.  $1 \text{ ‰}$ ,
- na območju bodočih ponikovalnih vodnjakov znaša ocenjena prepustnost nezasičene cone  $2 \times$  vrednost minimalne prepustnosti vodonosnika oz.  $\text{ca. } 2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  in
- debelina nezasičene cone na proučevanem območju znaša min.  $8,6 \text{ m}$ .



**Slika 9: Lokacija vrtine in lokacija vodovarstvenega območja.**

Po doseženi končni globini vrtanja (ca. 30 m).

## 5.2. Osnovna šola Vič

V novi kotlovnici je nameščena nova toplotna črpalka voda/voda, ki služi kot primarni ogrevalni vir in zagotavlja 75% vse potrebne toplotne energije.

Nameščena je ena GTČ voda/voda. Toplotna črpalka je nameščena v novem montažnem objektu ob obstoječi kotlovnici. Toplotna črpalka je nameščena na proti vibracijskih elementih, tako da je preprečeno širjenje vibracij po objektu.

Nameščen je hranilnik toplote ogrevalne vode volumna 800 litrov. Hranilnik nam zmanjša število vklopov GTČ in s tem podaljša njeno življenjsko dobo.

Karakteristike toplotne črpalke:

- toplotni vir - vodna vrtina,
- grelna moč - 57,6 kW (W10/W35),
- električna moč - 11,0 kW (W10/W35),
- COP - 4,29,
- Napajanje - 3/PE 400 V/50 Hz,
- maksimalna temp. izhodne vode - 60 °C,
- hladivo - R410A.





Lokacija osnovne šole Vič se nahaja na ravninskem terenu južnega dela Ljubljane s povprečno koto 294,2 m n.v. Neposredno ob zahodnem delu lokacije teče potok Glinščica. Potok teče v smeri od Rožnika proti jugu. Vodotok je uvrščen v 4. razred po kategorizaciji urejanja vodotokov, kar pomeni, da je togo urejeni vodotok.

Na sliki 13 sta prikazani lokaciji obeh vrtin, in sicer:

- črpalni vodnjak OŠV-ČV-1,
- ponikovalni vodnjak OŠV -PV-1.



**Slika 10: Lokacije črpalnega in ponikovalnega vodnjaka in lokacija raziskovalne vrtine.**

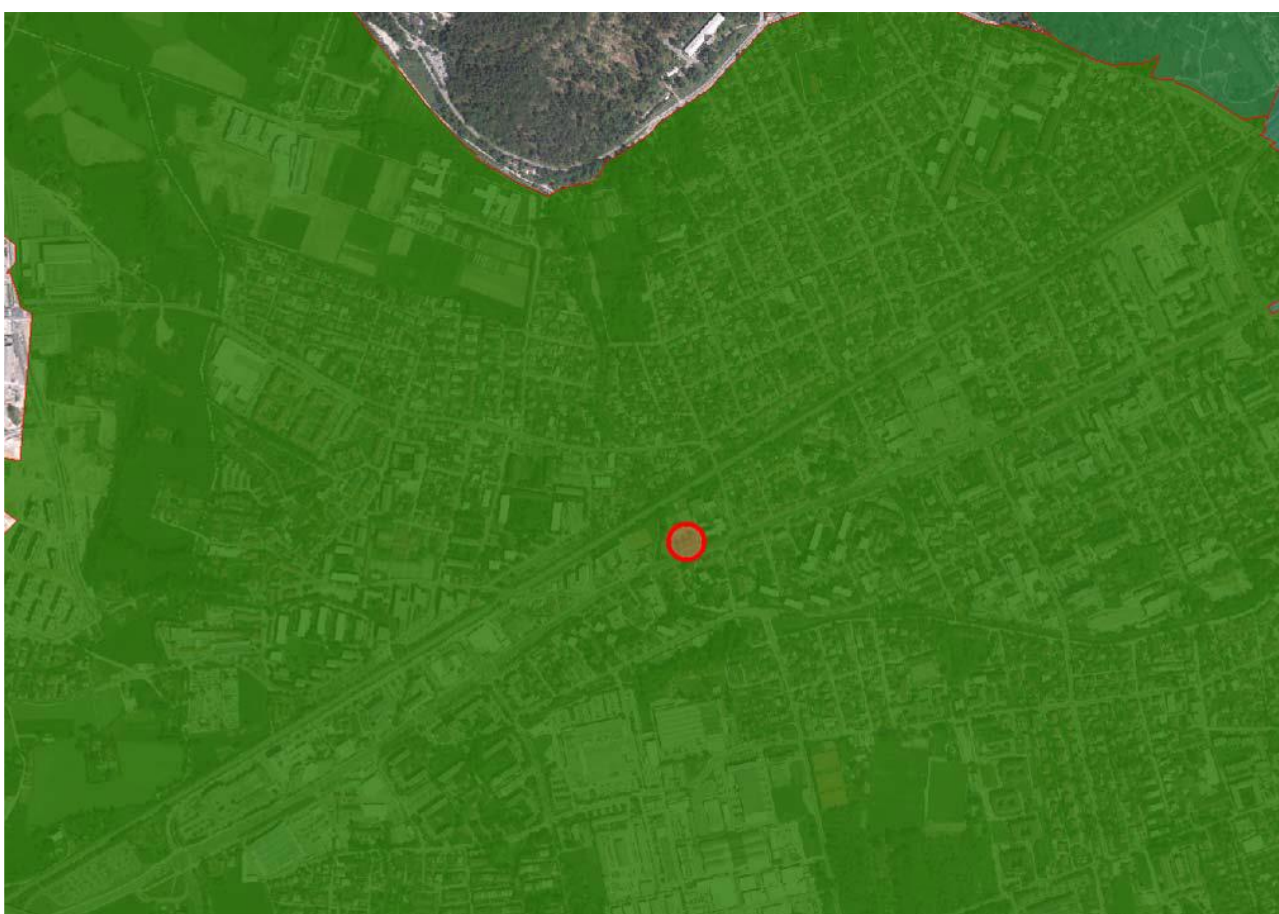
Glede na pozidanost območja zgornji sloj najverjetneje sestavljajo iz umetnih nasipov. Debelina te plasti lateralno močno variira vendar pa po ocenah v povprečju znaša okrog 1,5 m, izjemoma pa tudi več. Pod nasutjem so prisotni poplavni zaježitveni sedimenti obrobja ljubljanskega barja, ki so zaznamovani z menjavanjem sivih meljev, peskov in lahkognetnih glin. Vmes se pojavljajo redke leče bolj prodnatih sedimentov. Sedimenti obrobja Ljubljanskega barja segajo na obravnavani lokaciji do globine 10,5 m. Od te globine dalje se pojavljajo rjavi meljasti in glinasti prodi z lečami glinastega in meljastega peska. Meljasti in glinasti prodi so nastali z nanosi potoka Gradaščica in segajo do globine okrog 15 - 20 m. Pod njimi se nahajajo peščeno meljasti prodi reke Save (oziroma zasip pra-Save). Ti sedimenti segajo do permo-karbonske podlage, ki se na obravnavanem območju nahaja na koti med 235 in 240 m.n.v. To pomeni, da se podlaga vodonosnika nahaja na globini med 53 in 58 m pod koto terena. Povprečna gladina podzemne vode se nahaja na koti 285 m n.v. oziroma na globini okrog 9 m. Zaradi neprepustnega pokrova in toge ureditve bližnji vodotok Glinščica na dinamiko podzemne vode najverjetneje nima večjega vpliva. Glede na koto neprepustne podlage znaša debelina omočenega sloja 50 oziroma 45 m. Skupna debelina vodonosnika pa znaša do 60 m.

#### SINTEZA HIDROGEOLOŠKIH DANOSTI PROUČEVANEGA OBMOČJA

Za potrebe dimenzioniranja črpalnega vodnjaka v nadaljevanju podajamo sintezo hidrogeoloških danosti ožjega proučevanega območja:



- koeficient prepustnosti  $k \approx 1,5 \cdot 10^{-3} - 2,0 \cdot 10^{-3}$  m/s oz. kmin.  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s,
- debelina omočenega dela vodnosnika  $d \approx 45 - 50$  m oz. dmin. = 45 m,
- Transmisivnost vodnosnika  $T \approx 0,067 - 0,075$  m<sup>2</sup>/s oz. Tmin. = 0,067 m<sup>2</sup>/s.
- Koeficient uskladiščenosti vodnosnika (S) je približno enak efektivni poroznosti vodnosnika in znaša  $ef \approx 0,20$ ,
- teoretični radij vpliva (R) za 10 urno črpanje  $R = 70 - 90$  m,
- strmec toka podzemne vode znaša:  $i = 5,6 \cdot 10^{-3}$  oz. 5,6 ‰,
- na območju bodočih ponikovalnih vodnjakov znaša ocenjena prepustnost nezasičene cone 2 x vrednost minimalne prepustnosti vodnosnika oz. ca.  $3 \cdot 10^{-3}$  m/s in
- debelina nezasičene cone na proučevanem območju znaša ca. 6 m.



**Slika 11: Lokacija vrtine in lokacija vodovarstvenega območja.**

Po doseženi končni globini vrtanja (30 m).

### 5.3. Zdravstveni dom Ljubljana Moste-Polje, PE Polje

Nameščena je nova toplotna črpalka voda/voda, kot primarni ogrevalni vir, ki zagotavlja 75% vse potrebne toplotne energije. Kot vršni vir toplotne energije je nameščen plinski stenski kondenzacijski kotel na zemeljski plin moči 72 kW.

Slika 15 prikazuje lokacije obeh vrtin, in sicer:

- črpalni vodnjak ZDP-ČV-1,

- ponikovalni vodnjak ZDP-PV-1.



**Slika 12: Lokacije črpalnega in ponikovalnega vodnjaka in lokacija raziskovalne vrtime.**

Lokacija se nahaja na obširni aluvialni ravnici. Kvartarni aluvialni sedimenti na območju so večinoma dobro graduirani prodi z peskom in meljem z vmesnimi plastmi in lečami peska in meljastega peska. Vmes so možni pojavi paketov konglomeratov, ki se lahko pojavljajo skupaj z lečami glin. Podlago aluvialnih sedimentov, ki se nahaja med 253 m n.v. in 254 m n.v.

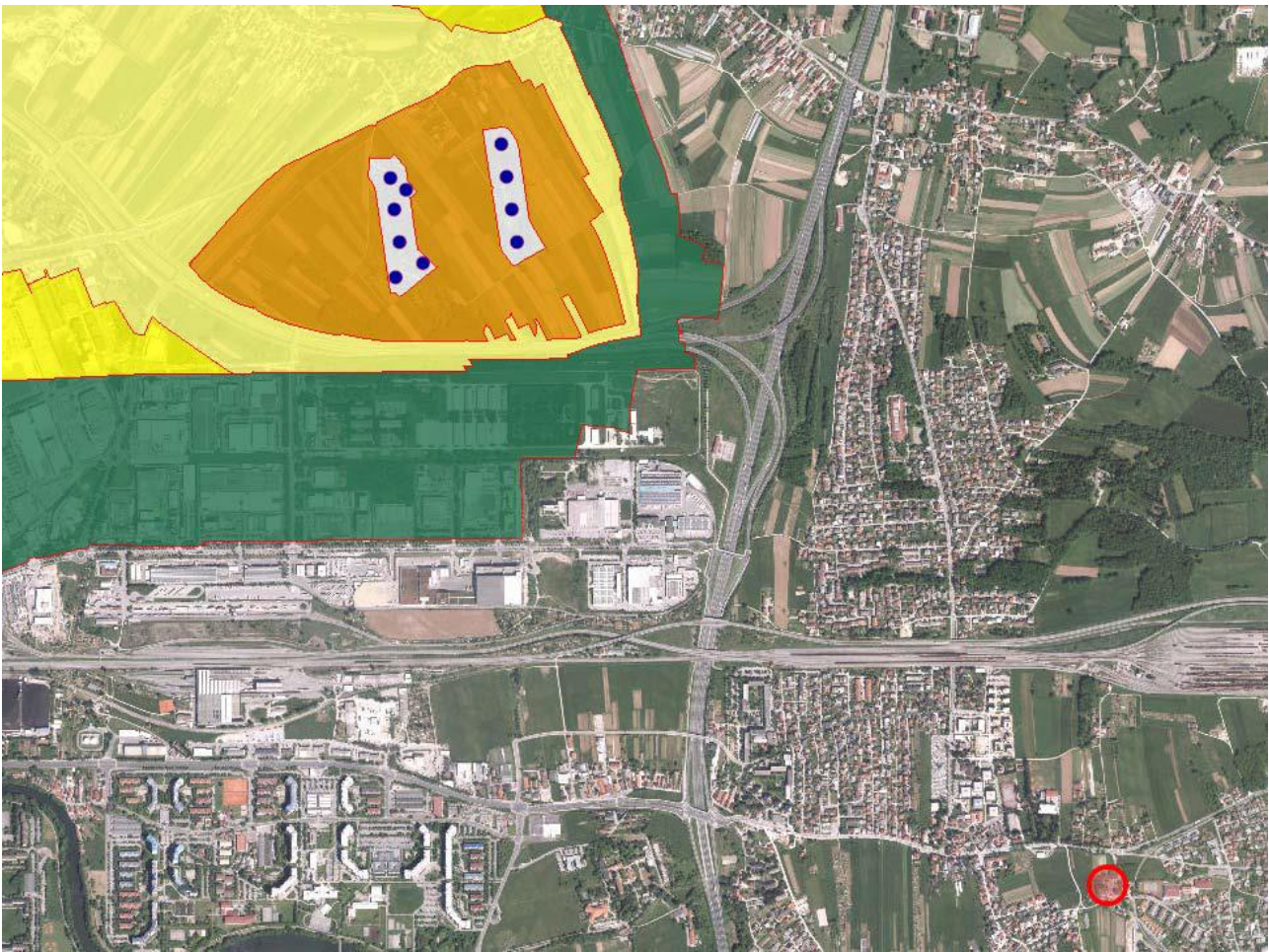
Proučevana lokacija leži na območju obširnega in izdatnega medzrnskega vodonosnika. Gre za odprt vodonosnik s prosto gladino podzemne vode. Na lečah slabše prepustnih sedimentov se lahko nad zvezno gladino podzemne vode začasno ustvarijo viseči vodonosniki.

#### SINTEZA HIDROGEOLOŠKIH DANOSTI PROUČEVANEGA OBMOČJA

Za potrebe dimenzioniranja črpalnega vodnjaka v nadaljevanju podajamo sintezo hidrogeoloških danosti ožjega proučevanega območja:

- koeficient prepustnosti  $k \approx 1,0 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s oz. kmin.  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s,
- debelina vodonosnika  $d \approx 17 - 21$  m oz. dmin. = 17 m,
- Transmisivnost vodonosnika  $T \approx 0,017 - 0,021$  m<sup>2</sup>/s oz. Tmin. = 0,017 m<sup>2</sup>/s.
- Koeficient uskladiščenosti vodonosnika (S) je približno enak efektivni poroznosti vodonosnika in znaša  $ef \approx 0,15 - 0,20$ ,
- teoretični radij vpliva (R) za 10 urno črpanje  $R = 50 - 70$  m,
- strmec toka podzemne vode znaša:  $i = 1,0 \cdot 10^{-3}$  oz. 1 ‰,
- na območju bodočih ponikovalnih vodnjakov znaša ocenjena prepustnost nezasičene cone 2 x vrednost minimalne prepustnosti vodonosnika oz. ca.  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s in
- debelina nezasičene cone na proučevanem območju znaša min. 3,7 m.





**Slika 13: Lokacija vrtine in lokacija vodovarstvenega območja.**

Po doseženi končni globini vrtanja (ca. 25 m).

## 5.4. Vrtec Pedenjped, enota Zalog

Toplotna črpalka voda/voda je namenjena za pripravo tople sanitarne vode (TSV) in ogrevanje vseh prostorov. Stenski plinski kotel služi za pokrivanje konic in za pregrevanje sanitarne vode.



**Slika 14: Lokacije črpalnega in ponikovalnega vodnjaka in lokacija raziskovalne vrtnice.**

Lokacija se nahaja na robu obširne aluvialne ravnice. Kvartarni aluvialni sedimenti na območju so večinoma dobro graduirani prodi z peskom in meljem z vmesnimi plastmi in lečami peska in meljastega peska. Možni so tudi pojavi leč gline. Gladina podzemne vode se nahaja na kotah med 267 in 268 m n.v. Tok podzemne vode je usmerjen proti severovzhodu.

### SINTEZA HIDROGEOLOŠKIH DANOSTI PROUČEVANEGA OBMOČJA

Za potrebe dimenzioniranja črpalnega vodnjaka v nadaljevanju podajamo sintezo hidrogeoloških danosti ožjega proučevanega območja:

- 10 koeficient prepustnosti  $k \approx 1,0 \cdot 10^{-3} - 2,0 \cdot 10^{-3}$  m/s oz. kmin.  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s,
- debelina omočenega dela vodonosnika  $d \approx 16 - 17$  m oz. dmin. = 16 m,
- Transmisivnost vodonosnika  $T \approx 0,016 - 0,017$  m<sup>2</sup>/s oz. Tmin. = 0,016 m<sup>2</sup>/s.
- Koeficient uskladiščenosti vodonosnika (S) je približno enak efektivni poroznosti vodonosnika in znaša  $e_f \approx 0,15 - 0,20$ ,
- teoretični radij vpliva (R) za 10 urno črpanje  $R = 50 - 70$  m,
- strmec toka podzemne vode znaša:  $i = 1,5 \cdot 10^{-3}$  oz. 1,5 ‰,
- na območju bodočih ponikovalnih vodnjakov znaša ocenjena prepustnost nezasičene cone 2 x vrednost minimalne prepustnosti vodonosnika oz. ca.  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s in
- debelina nezasičene cone na proučevanem območju znaša ca 6 m.





**Slika 15: Lokacija vrtine in lokacija vodovarstvenega območja.**

Po doseženi končni globini vrtanja (ca. 23 m)

### 5.5. Plečnikova hiša

Pri energetske obnovi kulturnega spomenika Plečnikova hiša smo postavili ogrevanje z geosondo na zahtevnem vodovarstvenem območju.

Postavitev in delovanje sond sta bili posebj zahtevni, ker stoji Plečnikova hiša na območju Ljubljanskega Barja in lokacijsko sodi v tretje vodovarstveno območje in je znotraj tako imenovanega arteškega vodonosnika. Vrtine za geosondo so globoke od 150 m in so locirane na hišnem vrtu.

Vrtin je pet: štiri so globoke po 150 metrov, ena vrtina pa 17 metrov manj.

Ogrevanje je skrito, ker je stavba spomeniško zaščiten objekt. Vrtine so na koncu vrta, cevi so napeljane do stavbe podzemno. Toplotno črpalko so postavili v majhen proctor. Termična moč toplotne črplake je 50 kW za ogrevanje in 60 kW za hlajenje. Radiatorskih sistemov niso smeli zamenjati, so jih pa zakrili. V nekaterih prostorih je talno ogrevanje.

Pri prenovi kulturnih spomenikov je ena od pomembnih stvari ravnanje z energenti. S plinom, oljem in nekaterimi drugimi energenti vnašamo v stavbo požarno nevarnost.

Pri prenovi Plečnikove hiše pa smo opustili tradicionalne posege in uporabo ogrevanja s plitvo geotermalno energijo. Predhodno se je objekt ogreval na ELKO.



## 6. Opis predlagane strategije za učinkovito in trajnostno rabo plitve geotermalne energije na pilotnem območju v Ljubljana

Dejavniki, ki ovirajo intenzivnejšo rabo plitve geotermalne energije na območju MOL so:

- Konkurenčni sistemi ogrevanja / hlajenja in opredeljena prednostna raba energetskega vira. Uporaba plitkih geotermalnih potencialov za ogrevanje / hlajenje je izvedljiva na območjih, kjer v petletnem obdobju ni načrtovano izgradnja omrežja za daljinsko ogrevanje. Vrstni red energetskega vira za ogrevanje prednostne uporabe v Mestni občini Ljubljana je opredeljen v Uredbi o prednostni uporabi vira energije za ogrevanje,
- Nizka ozaveščenost o potencialu plitve geotermalne energije;
- Pomanjkanje primerjalnih ekonomskih analiz s konkurenčnimi sistemi ogrevanja in hlajenja,
- Omejitve zaradi prisotnosti vodovarstvenih območij,
- Visoki investicijski stroški vgrajevanje toplotnih črpalk ter zapleten in dolgotrajen postopek pridobivanja vseh potrebnih dovoljenj.

### 6.1. Cilj strategije, ciljne skupine, ciljne vrednosti in kazalniki

Energetska strategija EU 2020 je bila sprejeta leta 2010. Njegov cilj je zmanjšati emisije toplogrednih plinov za najmanj 20%, povečati delež OVE na vsaj 20% porabe in doseči 20-odstotni prihranek energije (energetska učinkovitost). Z doseganjem ciljev EU pripombe k boju proti podnebnim spremembam in onesnaževanju zraka, zmanjšuje njegovo odvisnost od tujih fosilnih goriv in ohranja energijo za potrošnike in podjetja. Za uresničitev ciljev je energetska strategija 2020 opredelila kot pet prednostnih nalog, med njimi so strateški načrti za energetska tehnologija (načrt SET), katerega namen je pospešiti razvoj in uporabo nizkoogljičnih tehnologij. Prav tako si prizadeva za izboljšanje nove tehnologije in zmanjševanje stroškov z usklajevanjem z nacionalnimi raziskovalnimi prizadevanji in s financiranjem projektov. Te vključujejo Evropski svet za geotermalno energijo (EGEC) in ETIP za obnovljivo ogrevanje in hlajenje (RH & C).

EU si je leta 2050 postavila tudi dolgoročni cilj zmanjšanja emisij toplogrednih plinov za 80-95% v primerjavi z ravnmi iz leta 1990. Energetski načrt 2050, imenovan tudi Energetska strategija 2050, preučuje prehod energetskega sistema v načine, ki bi bili združljivi s tem ciljem zmanjšanja toplogrednih plinov, hkrati pa bi povečali konkurenčnost in zanesljivost oskrbe. V energetskem načrtu Evropske komisije za leto 2011 so leta 2050 določili štiri glavne poti do bolj trajnostnega, konkurenčnega in varnega energetskega sistema:

- energetska učinkovitost,
- obnovljiva energija (vključno s SGE),
- jedrska energija ter zajemanje in
- shranjevanje ogljika.

Številke za obnovljive vire energije in energetska učinkovitost so se naknadno povečale v okviru svežnja. Namen okvira 2030 je pomagati EU obravnavati vprašanja, kot so:

- naslednji korak k cilju zmanjšanja emisij toplogrednih plinov za 80-95% pod ravnijo leta 1990 do leta 2050,
- visoke cene energije in ranljivost EU na prihodnje zvišanje cen, zlasti vezano na nafto in plin,
- odvisnost EU od uvoza energije, pogosto s politično nestabilnih območij,



- potrebo po zamenjavi in nadgradnji energetske infrastrukture ter zagotavljanju regulativnega okvira za potencialne vlagatelje,
- doseči cilj zmanjšanja toplogrednih plinov za leto 2030.

Okvir 2030 predlaga nove cilje in ukrepe, s katerimi bi gospodarstvo in energetski sistem EU postalo bolj konkurenčen, varen in trajnosten. Vključuje cilje za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in povečano uporabo obnovljivih virov energije ter predlaga nov sistem upravljanja in različne kazalce uspešnosti.

#### **Predvsem predlaga naslednje ukrepe:**

- zavezanost k nadaljnjemu zmanjševanju emisij toplogrednih plinov, ki naj bi do leta 2030 določila cilj zmanjšanja za 40% glede na ravni iz leta 1990;
- cilj OVE najmanj za 27% porabe energije, s čimer bi države članice lahko prilagodile nacionalne cilje,
- izboljšana energetska učinkovitost z morebitnimi spremembami direktive o energetske učinkovitosti,
- reforma sistema EU za trgovanje z emisijami, o vključitvi rezerv za stabilnost trga,
- ključni kazalniki vezani na cene energije, diverzifikacijo ponudbe, medsebojne povezave med državami članicami in tehnološki razvoj - za merjenje napredka v smeri bolj konkurenčnega, varnega in trajnostnega energetskega programa,
- nov okvir upravljanja za poročanje držav članic na podlagi nacionalnih načrtov, usklajenih in ocenjenih na ravni EU.

Pri ocenjevanju prihodnje vloge plitve geotermalne energije smo opredelili naslednje sektorje za ogrevanje in hlajenje:

- Enodružinske hiše,
- Poslovne stavbe in poslovni parki,
- Večstanovanjske stavbe in kombinirane stavbe za stanovanjsko in komercialno uporabo,
- Lokalni ogrevalni in / ali hladilni sistemi (na nizki temperaturni ravni).

## **6.2. Pregled predlaganih nalog in projektov**

Rezultati projekta GeoPLASMA-CE se bodo uporabljali za izpolnjevanje ciljev OVE v mednarodnih zavezah. Tematska karta plitvega geotermalnega potenciala za pilotno območje Ljubljana bo vključena v mestni prostorski načrt. Z rezultati projekta GeoPLASMA-CE (karta plitvega geotermalnega potenciala) bomo lahko povečali delež plitve geotermalne energije, ki nam bo tako pomagal doseči naše cilje OVE.

LEK MOL bo nadgrajen leta 2019 z novimi cilji vrednostmi OVE.

Pri rezultatih projekta GeoPLASMA-CE (karta geotermalnega potenciala) bomo nadgradili prostorski načrt.

Rezultati projekta GeoPLASMA-CE (karta geotermalnega potenciala) bodo služili kot podlaga za okvir strategij trajnostnega razvoja mesta Ljubljana na področju OVE.



## 7. Zaključek in smernice

Ljubljana si tudi po tem, ko ni več zelena prestolnica Evrope prizadeva najti zelene rešitve, ki bi lahko izboljšale kakovost okolja in bivanja v mestu.

Mestna občina Ljubljana bo v okviru projekta GeoPLASMA-CE opredelila območja za rabo plitve geotermalne energije, poleg tega pa smo izvedli tudi štiri pilotne projekte na dveh osnovnih šolah, v enem vrtcu in zdravstvenem domu. Končni cilj projekta je oceniti potencial plitve geotermalne energije, tako da bo razumljiv vsem, predvesem pa da ga bo mogoče vključiti v prostorske in razvojen projekte Mestne občine Ljubljana.



## 8. Viri

- JANŽA, M., Lapanje, A., RAJVER, D., ŠRAM, D., GREGORIN, Š., LOOSE, A. 2017: Quantitative report on the data inventory and concepts of field measurements at the pilot area: Ljubljana. GeoPLASMA-CE project report (D.T. 3.1.1).
- JANŽA, M.; 2009: Modeliranje heterogenosti vodonosnika Ljubljansko polje z uporabo Markovih verig in geostatistike. Geologija, 52/2: 233-240.
- LANGERHOLC, N., 2008. Primerjava geotermalnega potenciala in rabe geotermalne energije v Sloveniji in na Islandiji. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 106 str.
- Predstavitev na Nacionalnem dogodku v okviru projekta GeoPLASMA-CE: MITJA JANŽA, 2017: Potencial plitve geotermalne energije na območju MOL
- [HTTPS://WWW.STAT.SI/STATWEB](https://www.stat.si/statweb), 14.9.2018
- ŠRAM, D., BRENČIČ, M., LAPANJE, A., JANŽA, M. 2012: Perched aquifers spatial model: a case study for Ljubljansko polje (central Slovenia). Geologija, 55/1, 107-116.
- [www.interreg-central.eu/GeoPLASMA-CE](http://www.interreg-central.eu/GeoPLASMA-CE), 13.9.2018
- Zloženska GeoPLASMA-CE
- ŽLEBNIK, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija (Ljubljana) 14: 5-51.



## Dodatek A

# Katalog ukrepov za spodbujanje rabe plitve geotermalne energije na območju Mestne občine Ljubljana



<b>1</b>	<b>Primerljivost</b>	
<b>Cilj ukrepa</b>		<b>Časovni okvir</b>
Primerjava konkurenčnih sistemov ogrevanja / hlajenja in opredeljena prednostna raba virov energije.		Kratkoročni ukrep, ki ga je potrebno posodabljati
<b>Pobudnik in potencialni akterji</b>		
MOL, GeoZS		
<b>Ciljna skupina</b>		
Splošna javnost, mala in srednje velika podjetja		
<b>Ozadje</b>		
Odsotnost primerjalnih ekonomskih analiz za posamezne vire ogrevanja in hlajenja, ki bi združevale vse relevantne stroške izvedbe, vzdrževanja in ceno energenta.		
<b>Opis</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Potrebno je izvesti ekonomsko analizo, ki bo ovrednotila in primerjala različne vire ogrevanja, in bo vključevala začetne stroške izvedbe sistema, ceno energenta in stroške vzdrževanja.</li> <li>Analizo bo potrebno obnavljati glede na spreminjanje cen energentov.</li> </ol>		
<b>Merila uspeha</b>		
Letno do tro letno posodabljanje ekonomske analize, ki bo javno objavljena.		





<b>2</b>	<b>Opredelitev omejitev</b>	
<b>Cilj ukrepa</b>		<b>Časovni okvir</b>
Jasna opredelitev omejitev, ki izhajajo iz vodovarstvenih območij in geoloških pogojev v dostopni obliki.		Kratkoročni in dolgoročni ukrep
<b>Pobudnik in potencialni akterji</b>		
MOL, GeoZS		
<b>Ciljna skupina</b>		
Ministrstvo za okolje in prostor in splošna javnost		
<b>Ozadje</b>		
Jasnejši in enostavnejši postopek za pridobitev vodnih dovoljenj na območjih, kjer niso prisotna vodovarstvena območja.		
<b>Opis</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potrebno je jasno definirati območja v MOL, kjer ni prepovedi vezanih na vodovarstvena območja.</li> <li>2. Na območjih druge vodovarstvene cone je potrebno jasno in enostavno podati prepovedi in omejitve.</li> <li>3. Izdelava spletnega pregledovalnika, ki bo omogočal enostaven dostop in bo razumljen širši javnosti.</li> </ol>		
<b>Merila uspeha</b>		
Jasna in splošno razumljiva opredelitev območij prepovedi.		



<b>3</b>	<b>Izdaja potrebnih dovoljenj</b>	
Cilj ukrepa		Časovni okvir
Krajši postopek izdaje potrebnih dovoljenj za instalacijo toplotne črpalke.		Dolgoročno
Pobudnik in potencialni akterji		
MOL, GeoZS		
Ciljna skupina		
Pristojna ministrstva, splošna javnost		
Ozadje		
Dolgotrajni, kompleksni postopek pridobivanja vseh potrebnih dovoljenj.		
Opis		
1. Potrebno bi bilo izdati jasna priporočila in korake pridobitve potrebnih dovoljenj za instalacijo geotermalnih sistemov.		
Merila uspeha		
Objavljena priporočila.		



<b>4</b>	<b>Posodobitev LEK MOL</b>	
<b>Cilj ukrepa</b>		<b>Časovni okvir</b>
Posodobljen LEK MOL in podrobna vključitev plitve geotermalne energije v poglavje OVE.		Dolgoročno
<b>Pobudnik in potencialni akterji</b>		
MOL		
<b>Ciljna skupina</b>		
Mestna občina Ljubljana		
<b>Ozadje</b>		
Obstoječi LEK MOL stopi iz veljave leta 2020 in potrebna je priprava novega dokumenta.		
<b>Opis</b>		
1. Izdelava in sprejetje novega LEK MOL in AN LEK MOL, ki bosta vsebovala nove cilje in akcijski načrt.		
<b>Merila uspeha</b>		
Doseganje zastavljenih ciljev.		



<b>5</b>	<b>Spodbujanje</b>	
<b>Cilj ukrepa</b>		<b>Časovni okvir</b>
Spodbujanje izvajanja / vgrajevanja novih tehnologij toplotnih črpalk, ki vključujejo tudi možnost hlajenja.		Dolgoročno
<b>Pobudnik in potencialni akterji</b>		
MOL, GeoZS		
<b>Ciljna skupina</b>		
Splošna javnost		
<b>Ozadje</b>		
Promocija in spodbujenje novih tehnologij		
<b>Opis</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potrebno je ozaveščati in spodbujati splošno javnost glede najnovejših/najnaprednejših tehnologij toplotnih črpalk voda/voda.</li> <li>2. Promocijo je potrebno podpreti s primerjalnimi ekonomskimi analizami in možnostmi sofinanciranja.</li> <li>3. Poudariti je potrebno tudi možnost hlajenja.</li> </ol>		
<b>Merila uspeha</b>		
Naraščajoče število novo vgrajenih geotermalnih sistemov.		





<b>6</b>	<b>Dobra praksa</b>	
<b>Cilj ukrepa</b>		<b>Časovni okvir</b>
Spodbujanje primerov dobrih praks za povečanje ozaveščenosti javnosti o potencialu plitve geotermalne energije.		Kratkoročni in dolgoročni ukrepi
<b>Pobudnik in potencialni akterji</b>		
MOL, GeoZS		
<b>Ciljna skupina</b>		
Splošna javnost		
<b>Ozadje</b>		
Promocija in spodbujenje uporabe plitve geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje.		
<b>Opis</b>		
1. Potrebno je ozaveščati in spodbujati splošno javnost glede primerov uporabe geotermalne energije in jo predstaviti kot primer dobre prakse.		
<b>Merila uspeha</b>		
Naraščajoče število novo vgrajenih geotermalnih sistemov.		



<b>7</b>	<b>Dobre geološke razmere</b>	
<b>Cilj ukrepa</b>		<b>Časovni okvir</b>
Razširjanje informacij o geoloških pogojih za vgrajevanje geotermalnih sistemov na območju MOL.		Kratkoročni in dolgoročno ukrep
<b>Pobudnik in potencialni akterji</b>		
GeoZS		
<b>Ciljna skupina</b>		
Splošna javnost		
<b>Ozadje</b>		
Območje Mestne občine Ljubljana ima dobre geološke pogoje za rabo plitve geotermalne energije za namen ogrevanja in hlajenja.		
<b>Opis</b>		
1. Potrebno je ozaveščati in seznanjati splošno javnost in deležnike o geoloških predispozicijah za rabo plitve geotermalne energije.		
<b>Merila uspeha</b>		
Naraščajoče število novo vgrajenih geotermalnih sistemov.		