



# INFO-GEOTHERMAL

**Podpiranje učinkovite kaskadne uporabe geotermalne energije z dostopom do uradnih in javnih informacij /**

**Supporting efficient cascade use of geothermal energy by unlocking official and public information**

**Delovni sklop T1 – Zagotavljanje informacij o globoki geotermalni energiji  
Aktivnost A 1.2 Priprava razpoložljivih podatkov za objavo**

**Dosežek: DT 1.2.1 Poročilo o oceni razpoložljivih podpovršinskih podatkov  
in opredelitev območij, kjer so potrebne nadaljnje raziskave**

**Working package T1 - State-of-the art analysis  
Activity A 1.2 Preparation of available datasets for publication**

**Deliverable: DT 1.2.1 Report on evaluation of available subsurface data and  
identification of areas with the need for further research**

**april 2024  
Verzija 2.0**

Projekt INFO-GEOTHERMAL sofinancirajo Islandija, Lihtenštajn in Norveška s sredstvi Finančnega mehanizma EGP v višini 1.073.529,41 €. Namen projekta je podpiranje učinkovite kaskadne uporabe geotermalne energije z dostopom do uradnih in javnih informacij.



## Vodilni partner / **Lead partner:** Geološki zavod Slovenije

**Avtorji / Authors:** Nina Rman<sup>1</sup>, Andrej Lapanje<sup>1</sup>, Dušan Rajver<sup>1</sup>, Ines Piščanec<sup>1</sup>,  
Simona Adrinek<sup>1</sup>, David Gerčar<sup>1</sup>, Jure Atanackov<sup>1</sup>, Renata Kevrič<sup>2</sup>, Štefan Hozjan<sup>2</sup>,  
Aleš Jeraj<sup>3</sup>, Gregor Rome<sup>4</sup>, Mateja Macut<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geološki zavod Slovenije / Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (GeoZS)

<sup>2</sup> Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o., Mlinska ulica 5D, 9220 Lendava, Slovenia

<sup>3</sup> Ministrstvo za naravne vire in prostor / Ministry for natural resources and spatial planning, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana, Slovenia (MNVP)

<sup>4</sup> Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo / Ministry of the Environment, Climate and Energy, Langusova ulica 4, 1000 Ljubljana, Slovenia (MOPE)

Ta dokument je nastal s finančno podporo Finančnega mehanizma EGP. Za vsebino tega dokumenta so odgovorni izključno avtorji, navedi zgoraj, in zanj v nobenem primeru ne velja, da odraža stališča Nosilca programa Blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje nanje.



## Kazalo

|       |                                                                                            |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Povzetek.....                                                                              | 1  |
| 2     | Abstract.....                                                                              | 2  |
| 3     | Uvod .....                                                                                 | 5  |
| 4     | Analiza portalov, objav in koncesijskih podatkov.....                                      | 5  |
| 4.1   | Metodologija analize portalov, objav in koncesijskih podatkov.....                         | 7  |
| 4.2   | Rezultati analize portalov, objav in koncesijskih podatkov.....                            | 8  |
| 4.2.1 | Projekti.....                                                                              | 9  |
| 4.2.2 | Portali.....                                                                               | 10 |
| 4.2.3 | Objave.....                                                                                | 11 |
| 4.2.4 | Koncesije po Zakonu o vodah .....                                                          | 11 |
| 4.2.5 | Koncesija po Zakonu o rudarstvu .....                                                      | 13 |
| 4.3   | Zaključki pregleda portalov, objav in koncesijskih podatkov.....                           | 13 |
| 6     | Analiza metapodatkov o geofizikalnih / seizmičnih profilih v SV Sloveniji.....             | 15 |
| 7     | Analiza metapodatkov o globokih vrtinah (> 500 m).....                                     | 15 |
| 7.1   | Metoda zbiranja podatkov.....                                                              | 16 |
| 7.2   | Rezultati zbranih globokih vrtin .....                                                     | 16 |
| 8     | Predlog nacionalnih raziskav za zmanjšanje geološkega tveganja.....                        | 22 |
| 8.1   | SV Slovenija: regionalni geotermalni vodonosnik v Ptujsko-grajski in Murski formaciji..... | 22 |
| 8.1.1 | Raziskovalni izziv in pomen.....                                                           | 22 |
| 8.1.2 | Praktični pomen.....                                                                       | 24 |
| 8.1.3 | Predlog raziskav .....                                                                     | 24 |
| 8.2   | Mestna občina Maribor.....                                                                 | 26 |
| 8.2.1 | Raziskovalni izziv in pomen.....                                                           | 26 |
| 8.2.2 | Praktični pomen.....                                                                       | 26 |
| 8.2.3 | Predlog raziskav .....                                                                     | 27 |
| 8.3   | Mestna občina Ljubljana .....                                                              | 27 |
| 8.3.1 | Raziskovalni izziv in pomen.....                                                           | 27 |
| 8.3.2 | Praktični pomen.....                                                                       | 27 |
| 8.3.3 | Predlog raziskav .....                                                                     | 28 |
| 8.4   | Širše območje Ljubljanske kotline .....                                                    | 28 |
| 8.4.1 | Raziskovalni izziv in pomen.....                                                           | 28 |
| 8.4.2 | Praktični pomen.....                                                                       | 28 |
| 8.4.3 | Predlog raziskav .....                                                                     | 29 |
| 9     | Viri .....                                                                                 | 29 |
| 10    | Priloge.....                                                                               | 33 |



**Kazalo slik**

|                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Javno dostopni zbrani podatki in prikaz linij geofizikalnih profilov v SV Sloveniji ( <a href="https://geo3d.pgi.gov.pl/Slovenia/index.html">https://geo3d.pgi.gov.pl/Slovenia/index.html</a> ) ..... | 15 |
| Slika 2: Prikaz 265 globokih vrtin v Sloveniji, za katere so zbrani metapodatki. 11 vrtin je odklonjenih, vendar to iz prikaza ni razvidno.....                                                                | 16 |
| Slika 3: Prikaz globokih vrtin v SV Sloveniji (črne pike) z izrisom prikaza podatkov o njih na pregledovalniku.....                                                                                            | 17 |
| Slika 4: Globine 265 zbranih vrtin po Sloveniji .....                                                                                                                                                          | 17 |
| Slika 5: Prikaz globin vrtin v pregledovalniku, pogled proti zahodu od tromeje SLO-CRO-HU .....                                                                                                                | 18 |
| Slika 6: Globine 245 zbranih vrtin v SV Sloveniji .....                                                                                                                                                        | 18 |
| Slika 7: Namen vrtnja 265 zbranih vrtin po Sloveniji.....                                                                                                                                                      | 19 |
| Slika 8: Namen vrtnja 245 zbranih vrtin v SV Sloveniji .....                                                                                                                                                   | 19 |
| Slika 9: Trenutni namen rabe globokih vrtin v SV Sloveniji.....                                                                                                                                                | 20 |
| Slika 10: Območje večjih negotovosti modeliranih globin geotermalnega vodonosnika.....                                                                                                                         | 24 |
| Slika 11: Makro predlogi novih seizmičnih profilov v severovzhodni Sloveniji. Na karti so označena območja povišanih negotovosti globin geotermalnega vodonosnika Murske formacije. ....                       | 25 |
| Slika 12: Vzhodno od Pohorja obstajajo strukture, ki bi lahko bile tudi geotermalni pomembne, a so zelo slabo raziskane (Atanackov et al.. 2021) .....                                                         | 26 |

**Kazalo tabel**

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Kriteriji za vrednotenje obravnavanega območja Slovenije .....                                                      | 8  |
| Tabela 2: Kriteriji za vrednotenje jezikov .....                                                                              | 8  |
| Tabela 3: Seznam koncesij za rabo termalne ali termomineralne vode v Sloveniji. Vir: Atlas okolja. Pridobljeno 19.6.2023..... | 11 |
| Tabela 4: Rezultati analize metapodatkov o 265 vrtinah.....                                                                   | 20 |

**Kazalo prilog**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Priloga 1: Rezultati pregledanih projektov ..... | 33 |
| Priloga 2: Rezultati pregledanih portalov .....  | 34 |
| Priloga 3: Rezultati za pregledane objave.....   | 35 |

## 1 Povzetek

Dostopnost razpoložljivih podpovršinskih podatkov je ključnega pomena za opredelitev območij z geotermalnim potencialom, kjer so potrebne nadaljnje raziskave. Zato smo najprej pripravili pregled trenutno dostopnih podatkov in jih razdelili glede na vir, in sicer na projekte, portale in objave. Poleg tega smo naredili pregled dodeljenih koncesij. Pri projektih in portalih smo bili pozorni na vrsto dostopnih podatkov, obravnavano območje Slovenije, ažurnost in v katerih jezikih so podatki dostopni. Izbrane kriterije smo ovrednotili. Ugotovili smo, da je največ podatkov o geotermalni energiji v Sloveniji dostopnih za severovzhod države, nekateri projekti pokrivajo še območje Ljubljane, ali Krško-Brežiškega bazena. Projekt CO2StoP je zajemal celotno Slovenijo, vendar ponuja le informacije o potencialu za skladiščenje CO<sub>2</sub>. Največ podatkov za celo Slovenijo ponuja portal eGeologija, ki je hkrati tudi temeljna geološka baza podatkov. Tam je, podobno kot pri projektih, možno sneti podatke v obliki WFS, WMS ali ZIP, oz. RAR datotek, in jih naprej obdelovati. Druga dva obsežnejša slovenska portala sta še Geotermija, ki jo je ustvaril Borzen, in Pregledovalnik vrtin, tudi v upravljanju GeoZS. Na evropski ravni največ podatkov o geološkem potencialu vsebuje pregledovalnik GIP-P, ki združuje podatke 13 evropskih projektov in pokriva tudi Slovenijo. Podatki so najdostopnejši na portalih, kjer so tudi redno posodobljeni in z izjemo portala Geotermije ustrezno sledljivi (citirani). Glavna pomanjkljivost pregledovalnikov je predvsem prenehanje posodabljanja po koncu projekta. To postopno vodi do slabšega delovanja strani in izgube podatkov.

Drugi sklop analize je obsegal zbiranje metapodatkov o globokih (>500 m) vrtinah v Sloveniji in geofizikalnih profilih. Te ne obsegajo vseh globokih vrtin na sploh, ki jih je vsaj 515, ampak izbor tistih, ki so lahko pomembne z vidika raziskav geotermalne energije. V podatkovnih bazah Petrol Geo, GeoZS, MNVP in MOPE smo zbrali 265 vrtin, 245 z območja Mursko-Zalskega bazena v SV Sloveniji. Petrol Geo je podal trase 330 refleksijskih seizmičnih profilov v SV Sloveniji, ki so nastali med leti 1971 in 1990 in pokrivajo skupno dolžino 3022,4 km. Večina je dostopna v SEG obliki, vendar so bili le redki reinterpretirani za iskanje geotermalnih vodonosnikov.

Analiza podatkov je pokazala, da je skupna globina (TVD) vseh vrtin 476,7 km, od tega 95% v SV Sloveniji. Zaradi opustitve nekaterih vrtin je trenutno popisana skupna globina (TVD) 140,9 km, od tega 85% pripada SV Sloveniji. Največ (214) vrtin je bilo izvrtanih za raziskave ogljikovodikov, le pet vrtin za raziskave podzemnega skladiščenja zemeljskega plina, od tega so tri v SV Sloveniji. Ostale so bile vrtane za raziskave in pridobivanje geotermalne energije, od tega le 3 za namen reinjekcije. Do danes je bilo kar 167 vrtin zapolnjenih s sistemom cementnih mostov in opuščeni (63%), 10 jih še lahko proizvaja nafto, 13 zemeljski plin, 59 jih lahko pridobiva termalno vodo, 2 lahko delujeta kot reinjekcijski vrtini, 7 pa kot opazovalne vrtine. Dejanska proizvodnja je bistveno manjša – 39 vrtin je aktivnih, od tega se jih 69% nahaja v SV Sloveniji, 61 pa je neaktivnih (89% v SV Sloveniji).

Pregled metapodatkov o 265 vrtinah je pokazal, da je največ informacij o obstoju podatkov znanih o karotaznih meritvah (89%), testiranju hermetičnosti vrtin (66%), izvedenih statičnih meritvah temperature v vrtini (62%), meritvah temperature na dnu vrtine (60%) in kemijski analizi vode (58%). Delež vrtin z analiziranimi jedri je nizek (6-32%), tudi masterlogov (19%) ali geoloških profilov (36%) je malo. Te številke seveda niso absolutne, ker zaradi časovnih in finančnih omejitev nismo ponovno pregledali in organizirali, kaj šele harmonizirali celotnih arhivov omenjenih institucij. So pa dovolj zanesljive, da služijo kot orientacijske informacije o verjetnosti obstoja razpoložljivih podatkov ter kot osnova za načrtovanje bodoče enotne nacionalne baze podatkov.



Predstavljena analiza metapodatkov in potreba po razvoju rabe plitvih, srednjih in globokih virov geotermalne energije kažeta nujnost sistematičnih geoloških raziskav ciljnih delov Slovenije. Sem spadajo območja s povišanim geotermičnim gradientom in večjih mest in občin, v katerih rast števila prebivalstva in razvoj primarnih, sekundarnih in terciarnih dejavnosti narekujejo potrebo po zelenem prehodu, diverzifikaciji energetskega virov in njihovi trajnostni rabi.

Na območju severovzhodne Slovenije obstaja potencial ponovne uporabe obstoječih globokih naftno-plinskih vrtin, še boljša pa je možnost vzpostavitve novih sistemov rabe termalne vode v srednjih in globokih vodonosnikih, ki jo dopolnjuje sezonsko skladiščenje toplote v plitvih do srednje globokih plasteh, smiselno je tudi ponovno preveriti možnosti za skladiščenje plina (tudi če je to CO<sub>2</sub> ali vodik). Za njihovo umestitev v prostor je potrebno podrobno poznavanje geoloških in hidrogeoloških razmer v globinah. Sistematične geofizikalne raziskave (refleksijska seizmika), reinterpreteracije karotažnih diagramov in postavitev korektnih tektonostratigrafskih konceptov bi omogočili izdelavo podrobnega geološkega modela v treh dimenzijah (3D) z nižjo negotovostjo, kar močno zmanjša geološka tveganja. To pa je bistvena osnova za pravilne bilančne in finančne izračune v času projektiranja novih projektov rabe in znižanje tveganj teh investicij.

Visoko potrebo po dodatnih obnovljivih virih energije imata tudi mestni občini Maribor in Ljubljana. Na obeh območjih bi sistematične geofizikalne raziskave in izdelava globoke raziskovalne vrtnice omogočile študijo geoloških razmer ter oceno primernosti in potenciala razvoja sistemov za rabo geotermalne energije. Na območju preostalega ravninskega ozemlja, kotlin in alpskih dolin, predvsem v primestjih večjih mest in občinah z dolgotrajno rastjo prebivalstva in terciarnih dejavnosti, je pomemben tudi potencial rabe plitve geotermije. Stihijski razvoj sistemov geotermalnih toplotnih črpalk lahko predstavlja grožnjo trajnostnemu razvoju in vedno večjo stopnjo tveganja bodočih investicij. Sistematične geološke in hidrogeološke raziskave zgornjih 250 m površja bi za ta namen omogočile načrten razvoj in projektiranje sistemov, tudi za skladiščenje energije, in tudi upravljanje in zaščito vodnih virov. Tovrstne preiskave bi bilo najbolj smotno izvesti na občinskem ali medobčinskem nivoju, vzporedno s pripravo občinskih prostorskih in lokalnih energetskega načrtov.

## 2 Abstract

The availability of subsurface data is critical to identify geothermally favourable areas where further exploration is required. Therefore, we first prepared an overview of the available data and divided them according to the source, namely projects, portals and publications. In addition, we made a review of the granted concessions. With projects and portals, we paid attention to the type of data available, the area of Slovenia covered, its updating and languages. We confirmed that most data on geothermal energy in Slovenia is available for the north-east of the country, some projects also cover Ljubljana or the Krško-Brežice basin. The CO<sub>2</sub>StoP project covered the whole of Slovenia, but only offered information on the potential for CO<sub>2</sub> storage. The most data for Slovenia is offered by the eGeologija portal, which is also a fundamental geological database. There, similarly to projects, it is possible to download data in WFS, WMS or ZIP format, or RAR files, and further process them. Two other more extensive Slovenian portals are Geotermija, created by Borzen, and Pregledovalnik vrtin, also managed by GeoZS. At the European level, the GIP-P viewer contains the most data on geological potential and combines data from 13 European projects and Slovenia. Data are most accessible on portals, where they are also regularly updated and, except for the Geotermija portal, properly referenced. The main drawback of the viewers is that they stop updating after the end of the project. This gradually leads to poor site performance and data loss.



The second part of the analysis included the collection of metadata about deep (>500 m) wells in Slovenia and geophysical cross-sections. These do not include all the deep wells in Slovenia, of which there are at least 515, but a selection of those that may be important from the point of geothermal research. In the Petrol Geo, GeoZS, MNVP and MOPE databases, we collected 265 wells, 245 from the area of the Mura-Zala basin in NE Slovenia. Petrol Geo provided the lines of 330 reflection seismic cross-sections in NE Slovenia, which were created between 1971 and 1990 and cover a total length of 3022.4 km. Most are available in SEG format, but only a few have been reinterpreted in search of geothermal aquifers.

The well analysis showed that the total vertical depth of all boreholes jointly is 476.7 km, of which 95% is in NE Slovenia. Due to the abandonment of some, the total current depth is 140.9 km, of which 85% belongs to NE Slovenia. Most (214) boreholes were drilled for hydrocarbon research, only five for underground natural gas storage research, of which three are in NE Slovenia. The rest were drilled for research and extraction of geothermal energy, of which only 3 as reinjection wells. To date, as many as 167 boreholes have been filled with a system of cement bridges and abandoned, 10 boreholes can still produce oil, 13 natural gas, 59 can extract thermal water, 2 can function as reinjection wells, and 7 as observation wells. Actual production is significantly lower - 39 wells are active, of which 69% are located in NE Slovenia, and 61 are inactive (89% of them in NE Slovenia).

A meta-data review of 265 boreholes showed that the most information about the existence of data is known about logging measurements (89%), well tightness testing (66%), static temperature measurements (62%), bottom hole measurements (60 %) and chemical analysis of water (58%). The share of boreholes with analysed cores is low (6-32%), masterlogs (19%) or geological profiles (36%) are also few. Of course, these numbers are not absolute, because due to time and financial constraints, we did not re-examine and organize, let alone harmonize, the entire archives of institutions. However, they are reliable enough to serve as orientation information on the probability of the existence of data and as a basis for planning a future unified national database once in future.

The presented metadata analysis and the need to develop the use of shallow, medium and deep sources of geothermal energy show the necessity of systematic geological research in Slovenia. These include areas with an elevated geothermal gradient and larger cities and municipalities, in which population growth and the development of primary, secondary and tertiary activities dictate the need for a green transition, diversification of energy sources and their sustainable use.

In north-eastern Slovenia, there is the potential of reusing existing deep oil and gas boreholes, but the possibility of establishing new thermal water wells in medium and deep aquifers, supplemented by seasonal heat storage in shallow to medium deep layers, is even better, it also makes sense to check again possibilities for gas storage (even for CO<sub>2</sub> or hydrogen). Their placement in space requires detailed knowledge of the geological and hydrogeological conditions. Systematic geophysical research (reflection seismic), reinterpretation of logging diagrams and establishment of correct tectonostratigraphic concepts would enable the creation of a detailed geological model in three dimensions (3D) with lower uncertainty, which greatly reduces geological risks. This is an essential basis for correct resource estimations and financial calculations during the design of new projects.

The municipalities of Maribor and Ljubljana have a high need for additional renewable energy sources. In both areas, systematic geophysical research and the construction of a deep research well would enable the study of geological conditions and the assessment of geothermal potential. In the alluvial plains, basins and alpine valleys, especially in the suburbs of larger cities and municipalities with long-term population growth and tertiary activities,



the potential for the use of shallow geothermal energy is also significant. The spontaneous development of geothermal heat pump systems can represent a threat to sustainable development and an ever-increasing level of risk for future investments. Systematic geological and hydrogeological research of the shallowest 250 m would enable the planning and design of such systems, including for underground thermal energy storage, as well as the management and protection of water resources. Such investigation would be most expedient to be carried out at the municipal or inter-municipal level, in parallel with the preparation of municipal spatial and local energy plans.



### 3 Uvod

Eden izmed pomembnih dejavnikov za razvoj rabe geotermalne energije v Sloveniji je ocena dostopnosti razpoložljivih pod površinskih podatkov, s pomočjo katere je možno opredeliti območja z geotermalnim potencialom, kjer so potrebne še nadaljnje raziskave. Zahvaljujoč številnim evropskim projektom so v zadnjem desetletju ustvarili več baz podatkov in portalov z javno dostopnimi podatki o geotermalni energiji. Zato smo v sklopu projekta INFO-GEOTHERMAL na GeoZS, v sodelovanju z vsemi slovenskimi projektnimi partnerji, postavili metodologijo vrednotenja javno dostopnih baz podatkov iz predhodnih projektov (npr. T-JAM, DARLINGe, ...) ter odprto dostopnih objav in javnih portalov v Sloveniji.

Podjetje Petrol Geo d.o.o. je kot zunanji izvajalec prispevalo metapodatke o globokih vrtinah (>500 m) in geofizikalnih seizmičnih profilih v SV Sloveniji. MOPE in MNVP sta prispevala metapodatke iz uradnih podatkovnih baz, SOS pa je prispeval podatke, s katerimi upravljajo občine. Zbrane podatke je GeoZS ovrednotil in opredelil nove lokacije, ki so zanimive za nadaljnji geotermalni razvoj, a še potrebujejo osnovne geološke raziskave, da bi znižali geološka tveganja za nove investitorje.

### 4 Analiza portalov, objav in koncesijskih podatkov

V poročilu smo analizirali naslednje geotermalne projekte, ki so se izvajali tudi na področju Slovenije:

- **DARLINGe** – Podonavje vodi v rabi geotermalne energije (2017-2019)
- **GeoMol** – Ocenjevanje podzemnih potencialov v kotlinah Alpskega predgorja za trajnostno načrtovanje in uporabo naravnih virov (2012-2014)
- **GeoPLASMA-CE** – Strategije načrtovanja, ocene in upravljanja rabe plitve geotermalne energije v Srednji Evropi (2016-2019)
- **Transenergy** – Čezmejni viri geotermalne energije Slovenije, Avstrije, Madžarske in Slovaške (2010-2013)
- **GeoDH** – Geotermalno daljinsko ogrevanje (2011-2014)
- **SI-Geo-Electricity** – Pilotna geotermična elektrarna na obstoječi plinski vrtini Pg-8 (2022-2024)
- **HotLime** – Opredelitev in ocena geotermičnih sistemov globlje ležečih teles karbonatnih kamnin (2018-2021)
- **CO2StoP** – Evropska zbirka podatkov o shranjevanju CO<sub>2</sub> (2012-2013)
- **GeoConnect<sup>3d</sup>** – Čezmejno večtematsko ogrodje različnih meril za združevanje geoloških modelov in podatkov za ocenjevanje virov in podporo politikam (2018-2021)
- **MUSE** – Upravljanje urbane plitve geotermalne energije (2018-2021)
- **T-JAM** – Pregled rabe geotermalne energije, ocena podzemnih teles termalne vode in priprava skupnega načrta upravljanja vodonosnikov v Mursko-Zalskem bazenu (2009-2011)
- **GRETA** – Pripovršinski geotermalni viri na območju Alp (2015-2018)
- **LEGEND** – Demonstracijski primeri izkoriščanja nizkotemperaturne geotermalne energije za energetske učinkovite stavbe na Jadranskem območju (2012-2014)

V letu 2023 smo pregledali še štiri spletne portale s podatki o potencialu geotermalne energije v Sloveniji in Evropi:

- **eGeologija** (Slovenija),
- **Geotermija** (Slovenija),
- **GIP-P** (Evropa), in
- **Pregledovalnik vrtin** (Slovenija).

Portal eGeologija je temeljna baza geoloških podatkov v Sloveniji, s katero upravlja GeoZS. Glavni poudarki portala so popisovanje in zbiranje podatkovnih zbirk na področju geologije (katalog podatkov) ter dostop do le-teh preko različnih pregledovalnikov in spletnih servisov (npr. osnovna geološka karta v merilu 1:100.000, OneGeology – Europe in Global, DRGIP, Pregledovalnik vrtin, GeoHazard, Rudarska knjiga, EGDI, Income ter Roof of Rock).

Geotermija predstavlja del Atlasa trajnostne energije, ki ga upravlja Borzen. Gre za interaktivno spletno aplikacijo, ki omogoča vrednotenje celotnega energetskega potenciala in energetskega gospodarstva v Sloveniji. Na spletni strani so dostopni podatki o geotermalni energiji za celo Slovenijo.

Na portalu GIP-P, ki se nahaja na spletni strani Evropske geološke podatkovne infrastrukture (ang. European Geological Data Infrastructure – EGDI), so dostopni podatki iz 13 evropskih projektov, med katerimi je bilo v 2023 10 projektov, ki so prispevali podatke tudi na slovenskem ozemlju: GeoConnect<sup>3d</sup>, HIKE, HotLime, MUSE, HOVER, RESOURCE, TACTIC, EuroLithos, MINDeSEA in MINTELL4EU. Projekti GARAH, VOGERA in FRAME ne pokrivajo Slovenije. Na obeh portalih so podatki prosto dostopni v obliki WMS, WFS, RAR ali ZIP datotek.

Pregledovalnik vrtin je hitro se razvijajoč portal GeoZS. V bazi se prikazujejo osnovni javni podatki o vrtinah v Sloveniji.

Najdeno vsebino projektov in portalov smo razdelili na točkovne ter linearne in prostorske podatke. K točkovnim podatkom smo prišteli geotermalne objekte in izkoriščanje geotermalne energije, medtem ko smo k linearnim in prostorskim podatkom uvrstili osnovne geološke podatke, tektoniko, območja z geotermičnim potencialom, temperature v različnih globinah, toplotno prevodnost, profile in obravnavana območja. Zraven smo naredili pregled datumov nalaganja metapodatkov ter jezikov, v katerih so podatki dostopni.

Največ podatkov na območju Slovenije je dostopnih za severovzhod, projekt HotLime je obravnaval še Krško-Brežiški bazen, MUSE in GeoPLASMA-CE pa območje Ljubljane. Projekti DARLINGe, GeoDH in SI-Geo-Electricity so do določene mere obravnavali celotno slovensko ozemlje.

Večina spletnih strani projektov od njihovega zaključka ni bilo posodobljenih, zato smo npr. v primeru projektov GeoConnect<sup>3d</sup> in GeoPLASMA-CE zasledili, da stran ne deluje več najbolje, saj se zaradi nerednega posodabljanja počasi odziva in s težavo nalaga podatke. Najslabše dostopni so podatki s projekta T-JAM, katerega uradna spletna stran v celoti ne deluje več. Posledično so podatki dostopni le preko posameznih prispevkov in objav.

Naslednji korak je bil pregled javnih objav na področju geotermalne energije, ki so dostopne na spletni strani revije Geologija:

- Lapanje, A., 2002: Hidrogeološke značilnosti termalnega vira Rimske Toplice,
- Rajver, D., Ravnik, D., 2002: Geotermična slika Slovenije – razširjena baza podatkov in izboljšane geotermične karte,
- Rajver, D., Ravnik, D., 2003: Novi atlas geotermalnih virov v Evropi,
- Rman, N., Lapanje, A., Rajver, D., 2012: Analiza uporabne termalne vode v severovzhodni Sloveniji, in
- Janža, M., Lapanje, A., Šram, D., Rajver, D., Novak, M., 2017: Research of the geological and geothermal conditions for the assessment of the shallow geothermal potential in the area of Ljubljana, Slovenia.

Gre za slovensko znanstveno geološko revijo, ki izhaja od leta 1953. Ima mednarodni svetovadni odbor, v njej pa objavljajo tako slovenski kot tudi tuji avtorji. Prispevki pokrivajo področja regionalne geologije, stratigrafije, paleontologije, sedimentologije, petrologije, mineralogije, mineralnih nahajališč, geofizike, hidrogeologije, varstva okolja, geokemije, geohazarda, seizmologije, geoinformatike in sorodnih tem.

Na koncu smo naredili še pregled dodeljenih koncesij na območju Slovenije, pri čemer smo uporabili spletni pregledovalnik Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), Atlas okolja ([Internet 1](#)). Upoštevali smo vse koncesije, ki zadevajo rabo termalne, mineralne ali termomineralne vode.

Podatke smo iskali nepristransko ter s pomočjo dosedanjih izkušenj in znanja o izvajanju geotermalnih projektov na območju Slovenije. Zaradi narave podatkov in razlike v njihovi posodobitvi smo najdeno vsebino razdelili na projekte, portale in objekte. V tem poročilu upoštevamo samo podatke za Slovenijo.

## 4.1 Metodologija analize portalov, objav in koncesijskih podatkov

**Projekti** so ciljno usmerjene dejavnosti, ki so usmerjene k doseganju končnega cilja.

**Portali** so spletne strani, na katerih se nahaja nabor javno dostopnih podatkov tako s projektov kot tudi raziskovalnih ustanov.

**Objave** so članki na temo geotermalne energije v Sloveniji, ki smo jih našli v reviji Geologija.

Nato smo podatke razvrstili glede na njihovo dimenzijo (1-2D).

### Točkovni podatki

- **Geotermalni objekti** – ime vrtine, lokacija, koordinate, dolžina, namen in tip objekta, aktivnost in leto vrtanja.
- **Izkoriščanje geotermalne energije** – aktivnost vrtine, povprečna temperatura ob iztoku, največja letna količina za izkoriščanje ali reinjekcijo, namen vrtanja, geotermalno daljinsko ogrevanje, mesta, ki uporabljajo termalno vodo, ipd.

### Linearni in prostorski podatki

- **Osnovni geološki podatki** – osnovna geološka karta.
- **Tektonika** – karta z označenimi prelomi in narivi.
- **Območje z geotermičnim potencialom** – kje je najboljši geotermični potencial.
- **Temperature v različnih globinah** – npr. karte pričakovanih temperatur v globinah 500 m, 1000 m, 2000 m in 3000 m, 5000 m, karte pričakovane globine do izoterme 30 °C, 90 °C, 150 °C, ipd.
- **Toplotna prevodnost** – npr. karta gostote toplotnega toka.
- **Profili** – izbrane linije, vzdolž katere se izriše stratigrafsko zaporedje z lokalnimi tektonskimi značilnostmi.
- **Skladiščenje CO<sub>2</sub>** – območja s potencialom za skladiščenje CO<sub>2</sub>.
- **Obravnavano območje Slovenije** – kje se nahajajo podatki.

### Vrednotenje podatkov

#### Vsebina



Vsebine projektov in portalov smo ocenili bodisi z 0 (če ni bilo določenega podatka), bodisi z 1 (če je iskan podatek obstajal).

Obravnavano območje Slovenije smo ocenili z 1-2 (*Tabela 1*).

*Tabela 1: Kriteriji za vrednotenje obravnavanega območja Slovenije*

| Št. točk | Obravnavano območje Slovenije                              |
|----------|------------------------------------------------------------|
| 1        | izbrano območje (npr. SV, Ljubljana, Krško-Brežiški bazen) |
| 2        | celotno območje                                            |

#### Datum nalaganja metapodatkov

Glede na datum nazadnje objavljenih metapodatkov smo jih ocenili z 0 (če so bili podatki starejši od leta 2022), oz. 1 (če so bili podatki naloženi leta 2022 in pozneje).

#### Jeziki

Glede na dostopnost podatkov v enem ali več jezikih smo podatke ocenili, upoštevajoč kriterije v *Tabeli 2*. Ker nas je zanimala dostopnost podatkov na področju Slovenije, ki ima drugačno ciljno skupino, kot podatki iz drugih evropskih držav, smo slovenščino ocenili z več točkami kot angleščino.

*Tabela 2: Kriteriji za vrednotenje jezikov*

| Št. točk | Jezik                            |
|----------|----------------------------------|
| 1        | angleščina                       |
| 2        | slovenščina                      |
| 3        | angleščina in slovenščina        |
| 4        | angleščina, slovenščina in drugi |

Objav nismo vrednotili, ampak smo le opisno našteali podatke, ki smo jih zasledili.

## 4.2 Rezultati analize portalov, objav in koncesijskih podatkov

Popisali smo 11 projektov, 4 portale, 5 objav in 25 koncesijskih uredb, ki so vsebovali točkovne in/ali linearne in prostorske podatke. Med projekti in portali, ki ponujajo podatke v WMS, WFS, RAR in ZIP obliki, smo najboljše ocenili eGeologijo (12-točk), ki ima največ dostopnih podatkov za celotno Slovenijo. Portal Geotermija je prejel 10 točk, saj je bila dostopnih večina podatkov o geotermalni energiji, ki smo jih iskali. Portala eVrtina in GIP-P sta dobila 8 točk, saj združujeta podatke več projektov, ki niso nujno geotermalni, zato vsebinsko nista prejela veliko točk. Po drugi strani je seštevek 10-točk za projekte DARLINGe, GeoMol in GeoPLASMA-CE pokazal največji nabor javno dostopnih podatkov v tej kategoriji. Edini projekt s podatki, objavljenimi po letu 2022, je bil SI-Geo-Electricity, saj so aktivnosti načrtovane do 30.4.2024, in je zaenkrat še redno posodobljen. Pri drugih projektih smo opazili, da je bil zadnji datum nalaganja metapodatkov obenem tudi zaključek projekta. Posledično nekatere spletne strani (npr. GeoConnect3d, GeoPLASMA-CE) nekoliko slabše delujejo (npr. imajo slabši odzivni čas, s težavo nalaga podatke, ipd.). Uradna spletna stran projekta T-JAM zaradi zastaranja ne obstaja več. Objave v Geologiji dopolnjujejo vsebine na eGeologiji, ne ponujajo pa možnosti snemanja podatkov za nadaljnjo obdelavo. Koncesijske uredbe so objavljene večinoma za rabo termalne, mineralne ali termomineralne vode v kopališčih,

ponekod v kombinaciji z ogrevanjem. Podjetji Radenska d.d. in Droga Kolinska d.d. termomineralno vodo stekleničita.

### 4.2.1 Projekti

Projekti so predstavljeni v vrstnem redu glede na število prejetih točk, od najvišje do najnižje. Vrednotenje je predstavljeno v *Prilogi 1*.

1. **DARLINGe** ([Internet 2](#)) – projekt je združil 15 partnerjev z geoloških raziskovalnih ustanov, univerz, industrije, regionalne energetske in razvojne agencije ter ministrstev in občin. Zraven se je pridružilo še 7 strateških partnerjev iz Madžarske, Slovenije, Srbije, Bosne in Hercegovine ter Romunije. Končni rezultat je pregledovalnik Danube Region Geothermal Information Platform (DRGIP), ki smo ga tudi upoštevali v pregledu.
2. **GeoMol** ([Internet 3](#)) – Partnerji iz Avstrije, Francije, Nemčije, Italije, Slovenije in Švice so pripravili podatke o geoloških strukturah molase in Padske nižine, z namenom, da bi jih uporabili pri mednarodnem odločanju, in jih naredili javno dostopne. Projekt je podal 3D podatke o pod površinskem svetu.
3. **GeoPLASMA-CE** ([Internet 4](#)) – Projekt, katerega je bil povečati delež uporabe plitve geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje v osrednji Evropi. Vzpostavili so spletni vmesnik med geoznanstvenimi strokovnjaki in javnimi ter zasebnimi zainteresiranimi osebami, da bi obstoječe znanje o virih in tveganjih, povezanih z uporabo geotermalne energije, postalo dostopno za energetske načrtovanje in upravljanje v osrednji Evropi.
4. **Transenergy** ([Internet 5](#)) – Projekt se je ukvarjal s čezmejnimi viri geotermalne energije Slovenije, Avstrije, Madžarske in Slovaške. Pri tem so izdelali orodje za spodbujanje večje, a hkrati tudi trajnostne rabe geotermalnih virov, ki so jo izdelali na že obstoječih geoznanstvenih spoznanjih.
5. **GeoDH** ([Internet 6](#)) – Projekt, ki je združil 14 projektov z različnimi tematikami. Končni rezultat je baza podatkov o daljinskem ogrevanju v Evropi, s katero trenutno upravlja Evropski geotermalni svet za energijo ([Internet 7](#)).
6. **SI-Geo-Electricity** ([Internet 8](#)) – Projekt, ki je trenutno v teku, temelji na uporabi povsem novega načina proizvodnje električne energije z uporabo geotermične gravitacijske toplotne cevi (Slovenski patent SI 23618 A). Način bo uporabljal zaprt tokokrog hladiva, kjer je za delovanje potrebna le ena suha vrtina. Izrabljena bo že obstoječa, vendar opuščena vrtina Pg-8 v naselju Čentiba v Lendavi. Obravnavana pilotna geotermična elektrarna moči 50 kWe bo lahko za proizvodnjo električne energije letno zagotovila 400 MWhe.
7. **HotLime** ([Internet 9](#)) – Projekt se je ukvarjal s kartiranjem in karakterizacijo vseh obravnavanih področij. Pregledali so in uskladili vse obstoječe geološke podatke, pridobljene z vrtanjem in geofizikalnimi raziskavami, zapolnili vrzeli med že obstoječimi prostorskimi informacijami, jih združili v celovito sliko ter (ponovno) modelirali geometrijo in strukturne značilnosti rezervoarja. Revidirani geometrijski podatki služijo kot vhodni podatki za porazdelitev temperature.
8. **CO2StoP** ([Internet 10](#)) – Projekt je opredelil potencialna območja shranjevanja CO<sub>2</sub>, ki je predpogoj za obsežno uvajanje CCS v Evropi. Ocenili so evropske zmogljivosti za shranjevanje CO<sub>2</sub> na kopnem in na morju.
9. **GeoConnect<sup>3d</sup>** ([Internet 11](#)) – Projekt, v katerem je sodelovalo 20 partnerskih inštitucij iz 16 evropskih držav. Izdelali so nov metodološki pristop za pripravo in razkritje geoloških informacij na bolj uporaben in razumljiv način za podporo obstoječe zakonodaje s področja upravljanja s podzemnimi vodami.

10. **MUSE** ([Internet 12](#)) – Projekt je raziskoval vire in morebitne konflikte uporabe, povezane z uporabo plitve geotermalne energije (SGE) na evropskih urbanih območjih, ter potencialnim vlagateljem omogočil dostop do ključnih geoznanstvenih podpovršinskih podatkov preko spletne informacijske platforme GeoERA.
11. **T-JAM** ([Internet 13](#)) – Projekt čezmejnega sodelovanja Slovenija – Madžarska, ki je trajal v obdobju 2007 – 2013. V projektu so sodelovali upravljavci strateških termalnih vodnih virov. Eden izmed ciljev je bil določiti prihodnje možnosti za uporabo geotermalne energije na čezmejnem območju severovzhodne Slovenije in zahodne Madžarske.

#### 4.2.2 Portali

Portali so predstavljeni v vrstnem redu glede na število prejetih točk, od najvišje do najnižje. Vrednotenje je predstavljeno v *Prilogi 2*.

1. **eGeologija** ([Internet 14](#)) ponuja bogato bazo geotermalnih podatkov za ozemlje celotne Slovenije. S portala je možno sneti naslednje geotermične karte, v obliki WMS, WFS in RAR datotek:
  - Gostota toplotnega toka,
  - Izoterme v globini 1000 m,
  - Izoterme v globini 2000 m,
  - Izoterme v globini 3000 m,
  - Karta pričakovane globine do izoterme 150 °C,
  - Karta pričakovane globine do izoterme 90 °C,
  - Pričakovane temperature v globini 100 m,
  - Pričakovane temperature v globini 500 m,
  - Pričakovane temperature v globini 1000 m,
  - Pričakovane temperature v globini 2000 m,
  - Pričakovane temperature v globini 3000 m,
  - Pričakovane temperature v globini 5000 m,
  - Karta gostote površinskega toplotnega toka 1:100.000,
  - Karta mineralnih in termalnih vod ter mofet, in
  - Karta porazdelitve temperatur na površini trdnih tal 1:100.000.
2. **Geotermija** ([Internet 15](#)) je GIS pregledovalnik, ki omogoča dostop do naslednjih podatkov (slojev):
  - Porazdelitev temperature na površini trdnih tal,
  - Gostota površinskega toplotnega toka,
  - Toplotna prevodnost vrhnjih geoloških plasti,
  - Volumska toplotna kapaciteta kamnin in zemljin,
  - Potencial za geotermalne toplotne črpalke,
  - Najpogostejše neprimerno za večja polja geosond,
  - Občine, in
  - Statistične regije.
3. **GIP-P** ([Internet 16](#)) je spletni pregledovalnik na evropski ravni, kjer so dostopne informacije o bazi podatkov, znanstvene teme (pregled, osnovna geologija, morska geologija, mineralni viri, GeoEnergy, vodni viri, geokemija, opazovanja in geohazard, geozapuščina, geofizika, vrtine, geoERA) in podatkovna orodja (dostop do zemljevida, metapodatki, slovar, iskalnik podatkov, opis slojev, možnost nalaganja PDF, CSV dokumentov in fotografij). Podatke je možno sneti v obliki WMS, WFS ali ZIP datotek. Glavna pomanjkljivost teh podatkov je nepreverljivost, saj na portalu ni dostopnih referenc.

4. **Pregledovalnik vrtin** ([Internet 17](#)) je pilotna podatkovna baza vrtin GeoZS, pridobljenih v okviru treh različnih projektov. Pregledovalnik pokriva celotno območje Slovenije in trenutno vsebuje podatke o 2285 vrtinah. V bazi so dostopni osnovni podatki o vrtinah: ime vrtine, njen trenutni status, lokacijo, koordinate z nadmorsko višino, globino, naklon in smer vrtine, datum izvedbe del, izvajalca raziskav in vrtanja, naročnika raziskav, investitorja raziskav, namen raziskovalne vrtine, način vrtanja, referenco poročila, v katerem se popis nahaja ter izvirni popis vrtine v obliki skenograma. Med drugim vključuje tudi osnovne metapodatke o geotermalnih vrtinah iz SV Slovenije.

#### 4.2.3 Objave

Objave smo podali v opisni obliki, glede na letnico izdaje (od najmlajše do najstarejše).

1. Janža in sod., 2017 ([Internet 18](#)),
2. Rman in sod., 2012 ([Internet 19](#)),
3. Rajver in Ravnik, 2003 ([Internet 20](#)),
4. Lapanje, 2002 ([Internet 21](#)), in
5. Rajver in Ravnik, 2002 ([Internet 22](#)).

Seznam objav z navedeno vsebino je podan v *Prilogi 3*. Njihova vsebina se dopolnjuje s podatki, najdenimi na eGeologiji.

#### 4.2.4 Koncesije po Zakonu o vodah

Koncesije za rabo termalne ali termomineralne vode so izdali na sledečih lokacijah: Banovci, Bled, Cerklje, Čatež, Dobova, Dobrna, Dobrovniki, Dolenjske Toplice, Klevevž, Kopačnica, Laško, Lendava/Petišovci, Mala Nedelja, Maribor, Moravske Toplice, Podčetrtek, Portorož, Ptuj, Radenci, Renkovci, Rimske Toplice, Rogaška Slatina, Snovik, Šmarješke Toplice, Topolšica, Vrhnika in Zreče. Koncesije so prikazane v Tabeli 3. Največ koncesij je bilo podeljenih za kopališča, ko se rabi termalna, mineralna in termomineralna voda in ogrevanje. Podjetji Radenska, d.o.o. in Atlantic Droga Kolinska, d.o.o. črpata termomineralno vodo izključno za proizvodnjo pijač.

Tabela 3: Seznam koncesij za rabo termalne ali termomineralne vode v Sloveniji. Vir: Atlas okolja. Pridobljeno 19.6.2023.

| Lokacija          | Koncesionar                           | Vrsta rabe vode                                                               |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Banovci           | Terme Banovci, d.o.o.                 | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje |
| Bled              | Sava turizem, d.d.                    | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje |
| Cerklje           | Hotel Cerklje, d. o. o                | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje |
| Čatež ob Savi     | Terme Čatež d.d.                      | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje |
| Dobova            | Terme Paradiso, Cvetkovič Marjan s.p. | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje |
| Dobova            | Aleksander Polovič                    | Ogrevanje                                                                     |
| Dobrna            | Terme Dobrna, d.d.                    | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje |
| Dobrovniki        | Ocean Orchids, d.o.o.                 | Ogrevanje                                                                     |
| Dolenjske Toplice | Terme Krka, d.o.o.                    | Ogrevanje / Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda |



| Lokacija           | Koncesionar                                | Vrsta rabe vode                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Janežovci          | Terme Gaja, d.o.o.                         | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Klevevž            | Jasna Dokl Osojnik                         | Ogrevanje                                                                                |
| Kopačnica          | IJP, d.o.o.                                | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Laško              | Thermana, d.d.                             | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Lendava/Petiš ovci | Terme Lendava, d.o.o.                      | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Mala Nedelja       | Segrap, d.o.o.                             | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Maribor            | Terme Maribor, d.o.o.                      | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Moravske Toplice   | Sava turizem, d.d.                         | Ogrevanje / Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda            |
| Moravske Toplice   | Počitek-užitek, d.o.o.                     | Ogrevanje / Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda            |
| Podčetrtek         | Terme Olimia, d.d.                         | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda                        |
| Portorož           | Istrabenz turizem, d.d.                    | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda                        |
| Ptuj               | Sava turizem, d.d.                         | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda                        |
| Radenci            | Radenska, d.o.o.                           | Proizvodnja pijač                                                                        |
| Radenci            | Sava turizem, d.d.                         | Ogrevanje / Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda            |
| Renkovci           | Paradajz, d.o.o.                           | Ogrevanje                                                                                |
| Rimske Toplice     | Terme Resort, d.o.o.                       | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda                        |
| Rogaška Slatina    | Atlantic Droga Kolinska, d.o.o.            | Proizvodnja pijač                                                                        |
| Rogaška Slatina    | Hotel Sava Rogaška, d.o.o. / Sliki, d.o.o. | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda                        |
| Snovik             | Terme Snovik – Kamnik, d.o.o.              | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda                        |
| Šmarješke Toplice  | Terme Krka, d.o.o.                         | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |
| Topolšica          | Terme Topolšica, d.d.                      | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje / Hlajenje |
| Vrhnika            | Siliko, d.o.o.                             | Ogrevanje                                                                                |
| Zreče              | Unior kovaška industrija, d.d.             | Kopališča, ko se rabi termalna, mineralna ali termomineralna voda / Ogrevanje            |

#### 4.2.5 Koncesija po Zakonu o rudarstvu

Poleg teh je podeljena tudi ena koncesija za rabo geotermičnega energetskega vira v Lendavi, po Zakonu o rudarstvu. Uredba se glasi – Uredba o rudarskih pravicah za gospodarsko izkoriščanje mineralnih surovin na pridobivalnih prostorih Lendava v Občini Lendava, Premagovce v Občini Krško, Rače 2 v Občini Rače - Fram, Doline - širitev v Občini Sežana, Hren - širitev v Občini Vitanje, Skrbinek v Občini Poljčane, Šumet v Občini Solčava in Zadobrova - širitev v Mestni občini Celje (Uradni list RS, št. 102/07 in 26/18, <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED4627>) in določa gospodarsko izkoriščanje geotermičnega energetskega vira na pridobivalnem prostoru Lendava v Občini Lendava, k. o. Lendava) v količini milijon kubičnih metrov na leto na pridobivalnem prostoru Lendava v Občini Lendava na parc. št. 4339/1 – del (proizvodna vrtina Le-2g) in 4258/1 – del (reinjekcijska vrtina Le-3g), obe k. o. Lendava.

#### 4.3 Zaključki pregleda portalov, objav in koncesijskih podatkov

Pregled razpoložljivih podatkov v Sloveniji je pokazal, da je večina podatkov o geotermalni energiji v Sloveniji dostopna za severovzhodni del države, kjer ozemlje že prehaja v Panonski bazen, za katerega je značilna stanjšana skorja ter posledično dvakrat višji temperaturni gradient ( $>65 \text{ mW/m}^2$ ) od povprečnega ( $30 \text{ mW/m}^2$ ), in večji geotermalni potencial. Geotermalni podatki za celo Slovenijo so zbrani na spletnem portalu eGeologija ([Internet 14](#)), kjer je možno sneti več vrst geotermičnih kart. Vse karte so dostopne v WCS, oziroma WMS obliki, možno jih je tudi sneti v obliki RAR datoteke, in jih samostojno naložiti npr. v program QGIS. Prednost portala eGeologija v primerjavi s podatki, ki so jih zbrali v okviru obravnavanih projektov, je zagotovo ta, da je portal redno posodobljen in neodvisen od trajanja projektov. Poleg eGeologije obstaja še spletni portal Geotermija ([Internet 15](#)), ki pa zaenkrat nima navedenih referenc, zato so podatki nepreverljivi. Poleg tega jih ni možno sneti za nadaljnjo obdelavo v QGIS-u ali ArcGIS-u. GIP-P ([Internet 16](#)) je portal, ki združuje podatke 13 evropskih projektov. Podatke je, podobno kot v eGeologiji, možno sneti v obliki WCS, WMS in ZIP, poleg tega ponujajo možnost nalaganja novih podatkov. Na GeoZS razvijajo tudi Pregledovalnik vrtin ([Internet 17](#)), ki zajema podatke o vrtinah iz treh projektov. Obravnavani projekti DARLINGe, GeoMol, GeoPLASMA-CE, Transenergy, GeoDH, SI-Geo-Electricity, HotLime, CO2StoP, GeoConnect<sup>3d</sup>, MUSE in T-JAM ponujajo različen nabor geotermalnih in drugih geoloških podatkov (geotermalni objekti, izkoriščanje geotermalne energije, osnovni geološki podatki, tektonika, območje z geotermičnim potencialom, temperature v različnih globinah, toplotna prevodnost, profili in skladiščenje CO<sub>2</sub>), ki so večinoma dostopni na portalu GIP-P, kjer jih je možno sneti v obliki WFS (vektorski podatki) ali WMS (rastrski podatki). Portal ponuja možnost tudi neposrednega shranjevanja podatkov, ki jih nato poljubno naložimo npr. v QGIS. Pregledovalnik DARLINGe te funkcije zaenkrat ne omogoča, je pa možno narediti posnetek trenutnega pogleda.

Najpogostejši podatki, ki so jih pridobili znotraj obravnavanih projektov, so temperature v različnih globinah, ki jih je možno dobiti na GIS pregledovalnikih sedmih projektov: DARLINGe, GeoDH, GeoMol, HotLime, SI-Geo-Electricity (karta je dostopna tudi na eGeologiji), Transenergy in GeoPLASMA-CE. Drugi najpogostejši podatki so osnovni geološki podatki, ki smo jih našli v pregledovalnikih petih projektov: DARLINGe, GeoConnect<sup>3d</sup>, GeoDH, GeoMol in Transenergy. Večina teh podatkov je dostopna za severovzhod Slovenije, oz. Mursko-Zalski bazen, le HotLime obravnava Krško-Brežiški bazen. Za Ljubljano so dostopni podatki o toplotni prevodnosti, ki so jih pridobili v okviru projekta MUSE, in pregled geotermalnih objektov, izkoriščanja geotermalne energije, območij z geotermičnim potencialom, temperatur v različnih globinah ter prav tako toplotna prevodnost iz projekta



GeoPLASMA-CE. Slovenijo v celoti obravnava le projekt CO2StoP, v okviru katerega so izdelali pregledovalnik skladiščenja CO<sub>2</sub>.

Objave, ki so bile najdene v Geologiji Reviji, ponujajo geotermalne podatke tako o celi Sloveniji (Rajver in Ravnik, 2002; Rajver in Ravnik, 2003; Janža in sod., 2017), kot tudi podrobnejše podatke za severovzhodno Slovenijo (Rman in sod., 2012) ter Rimske Toplice (Lapanje, 2002). Teh podatkov sicer ni možno sneti v digitalni obliki, vendar služijo kot iztočnice za eGeologijo.

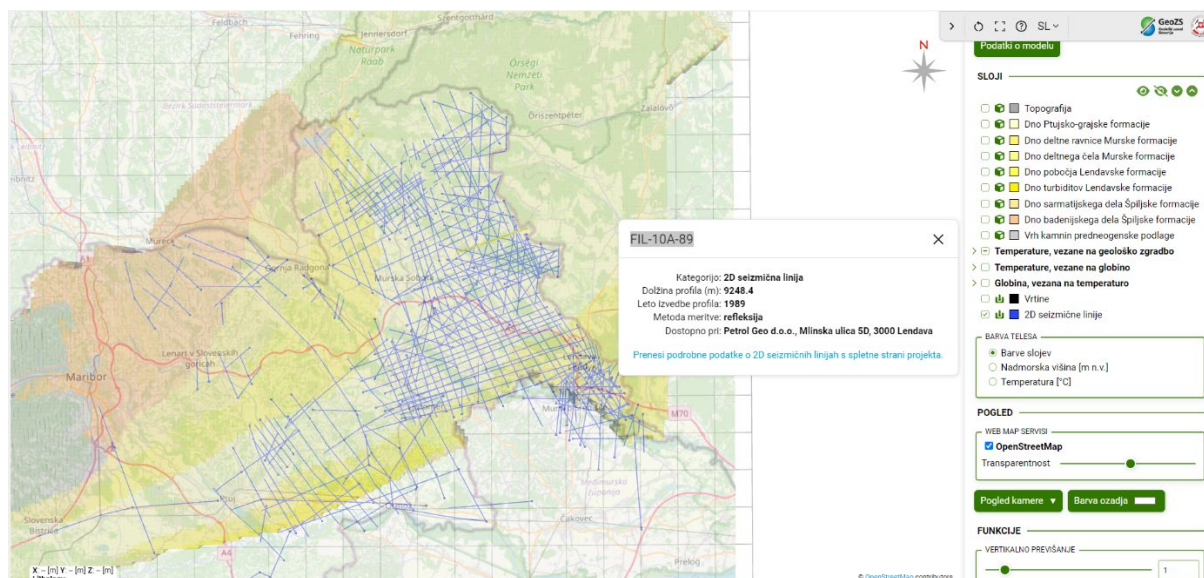
Podatki o dodeljenih koncesijah so javno dostopni na Atlasu voda, ki deluje pod okriljem Direkcije Republike Slovenije za vode (DRSV). Večina koncesij je dodeljenih za rabo termalne vode v balneološke namene in ogrevanje. V Radencih in Rogaški Slatini termomineralno vodo stekleničijo.

Razpoložljivost podatkov v Sloveniji se v splošnem izboljšuje, vendar bo v prihodnosti raba geotermalne energije zagotovo vse večja, kar bo pripeljalo tudi do večjega števila podatkov in povpraševanja po njih. Zato je pomembno, da so podatki, kot so lokacije geotermalnih objektov, vrste izkoriščanja geotermalne energije, območja z geotermičnim potencialom, temperature v različnih globinah, toplotna prevodnost, profili, skladiščenje CO<sub>2</sub>, kot tudi bolj splošni geološki podatki, predvsem osnovna geološka karta z litologijo in tektoniko, javno dostopni in za določena območja z boljšim geotermičnim potencialom tudi natančnejši. To bo olajšalo ne samo seznanjanje širše javnosti s prednostmi novih energetskih tehnik, ampak tudi iskanje potencialnih vlagateljev in nadaljnji razvoj raziskav. V Sloveniji je to predvsem na severovzhodu, kjer je obenem največji geotermalni potencial. Podatki bodo prispevali k hitrejšemu geotermalnemu razvoju tamkajšnjih občin in učinkovitemu razvoju geotermalne energije v Sloveniji.

## 6 Analiza metapodatkov o geofizikalnih / seizmičnih profilih v SV Sloveniji

Petrol Geo je podal trase 330 refleksijskih seizmičnih profilov v SV Sloveniji, ki so nastali med leti 1971 in 1990 in pokrivajo skupno dolžino 3022,4 km. Večina je dostopna v SEG obliki, vendar so bili le redki reinterpretirani za iskanje geotermalnih vodonosnikov. Excel datoteka je dostopna na spletni strani projekta ([https://www.geo-zs.si/?option=com\\_content&view=article&id=1119](https://www.geo-zs.si/?option=com_content&view=article&id=1119)) pod naslovom DT 1\_2\_1 Metapodatki globokih vrtin in seizmičnih profilov Metadata of deep boreholes and seismic lines.

Zbrani so naslednji metapodatki: ID linije in oznaka profila, koordinatni sistem, način zajema koordinat in njegova natančnost, leto izvedbe profila in število lomnih točk, dolžina in globina profila, vrsta (SEG ali paiprnata oblika), metoda meritve (op.p. vsi so refleksijski), ali obstajajo interpretirani podatki za namen geotermije, kdo je bil izvajalec profila, investitor ter pri kom je na voljo. Vsi profili imajo omejen dostop in so v lasti Petrol Geo d.o.o. Vsi zbrani podatki so objavljeni na spletnem pregledovalniku Digitalna baza podatkov 3D geotermalnega modela SV Slovenije (<https://geo3d.pgi.gov.pl/Slovenia/index.html>).



Slika 1: Javno dostopni zbrani podatki in prikaz linij geofizikalnih profilov v SV Sloveniji (<https://geo3d.pgi.gov.pl/Slovenia/index.html>)

## 7 Analiza metapodatkov o globokih vrtinah (> 500 m)

Seznam in metapodatki o globokih vrtinah (> 500 m) ter globokih geotermalnih vrtinah s koncesijo v Sloveniji je pripravljen na osnovi javno dostopnih podatkov, s katerimi razpolagajo Petrol Geo, Geološki zavod Slovenije in Ministrstvo za naravne vire in prostor. Te ne obsegajo vseh globokih vrtin na sploh, ki jih je vsaj 515, ampak izbor tistih, ki so lahko pomembne z vidika raziskav geotermalne energije. V podatkovnih bazah Petrol Geo, GeoZS, MNVP in MOPE smo zbrali 265 vrtin, 245 z območja Mursko-Zalskega bazena v SV Sloveniji. Podatki so pregledani po naši najboljši moči, vendar so napake možne. Zavedamo se tudi, da seznam verjetno ni popoln, tako zaradi časovnih, finančnih kot omejitev zaradi (ne-) dostopa do podatkov, vendar lahko služi kot zelo dober orientacijski podatek o razpoložljivosti informacij o globljem podpovršju v Sloveniji.

## 7.1 Metoda zbiranja podatkov

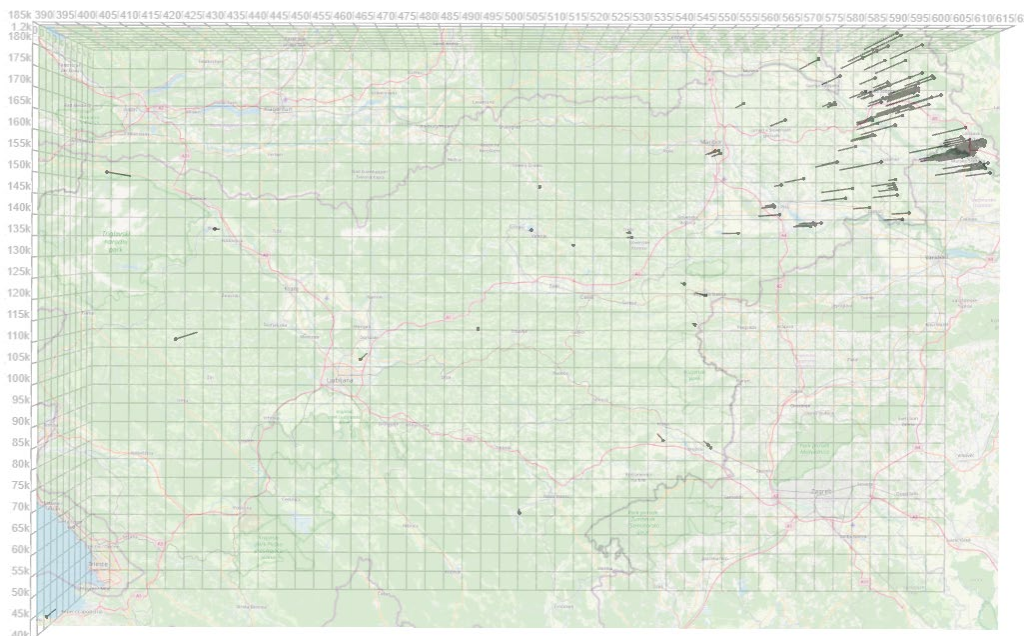
Metapodatke smo zbrali v Excelu, kjer smo podali naslednje informacije:

- Ime in lokacija vrtnice z opisom zajema koordinat
- Začetek in konec vrtanja
- Namen vrtanja
- Tehnični status (zmožnost proizvodnje)
- Dejanska proizvodnost vrtnice in današnji namen rabe
- Stanje ustja, globine cementnih čepov in primernost vrtnice za nadaljnjo rabo
- Največja in trenutna vertikalna globina (TVD) vrtnice, celotna največja dolžina vrtnice, azimut in naklon,
- Izvajalec, vrtalec, naročnik, investitor in zadnji poznani lastnik podatkov
- Opredelitev do tega, ali obstajajo:
  - o geološki profil vrtnice, masterlog in karotažne meritve
  - o statične in dinamične meritve temperature po vrtini, BHT meritve ali termokarotaža, DST
  - o temperatura vode na ustju, količina iztoka in kemijske analize vode
  - o ali je bilo izvedeno testiranje hermetičnosti vrtin
  - o ali so bile izvedene meritve hidravlične prevodnosti, poroznosti ali toplotne prevodnosti jedra ter granulometrijska analiza

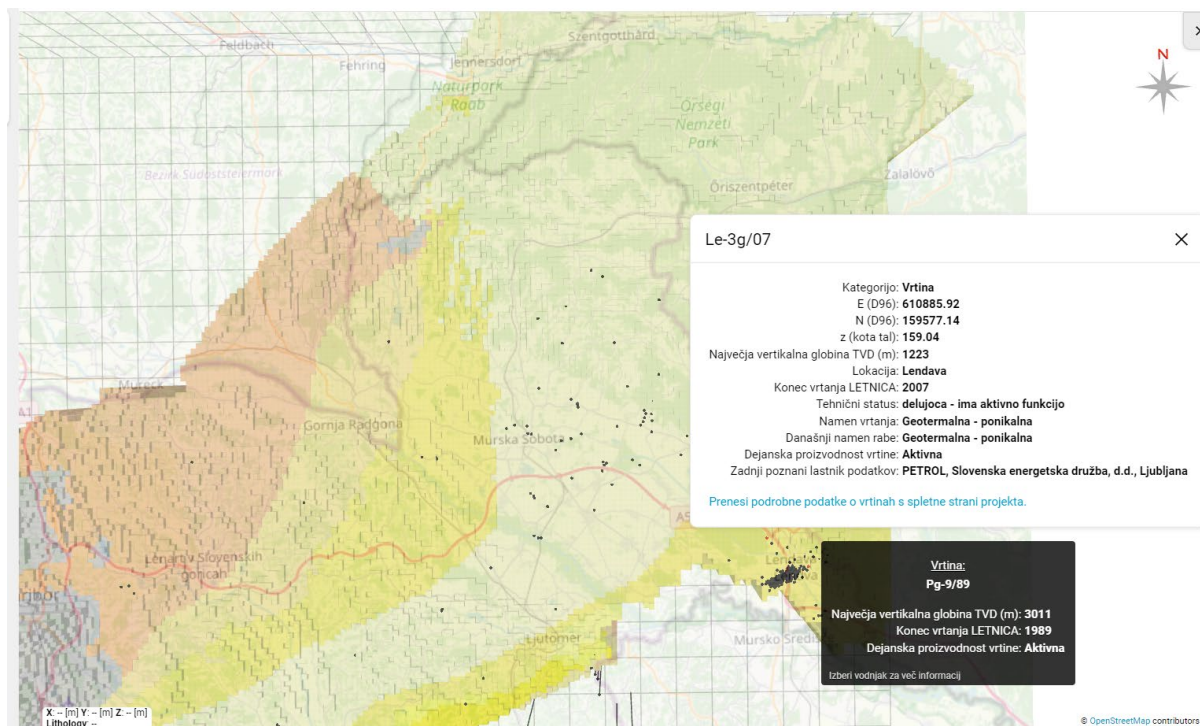
Dejanskih podatkov o posamezni vrtini zaradi omejitev dostopa do podatkov nismo zbirali in so na voljo pri lastnikih.

## 7.2 Rezultati zbranih globokih vrtin

Excel datoteka z metapodatki je dostopna na spletni strani projekta pod naslovom DT 1\_2\_1 Metapodatki globokih vrtin in seizmičnih profilov Metadata of deep boreholes and seismic lines ([https://www.geo-zs.si/?option=com\\_content&view=article&id=1119](https://www.geo-zs.si/?option=com_content&view=article&id=1119)). Vrtine so objavljene tudi na spletnem pregledovalniku Digitalna baza podatkov 3D geotermalnega modela SV Slovenije (Slika 2; <https://geo3d.pgi.gov.pl/Slovenia/index.html>).

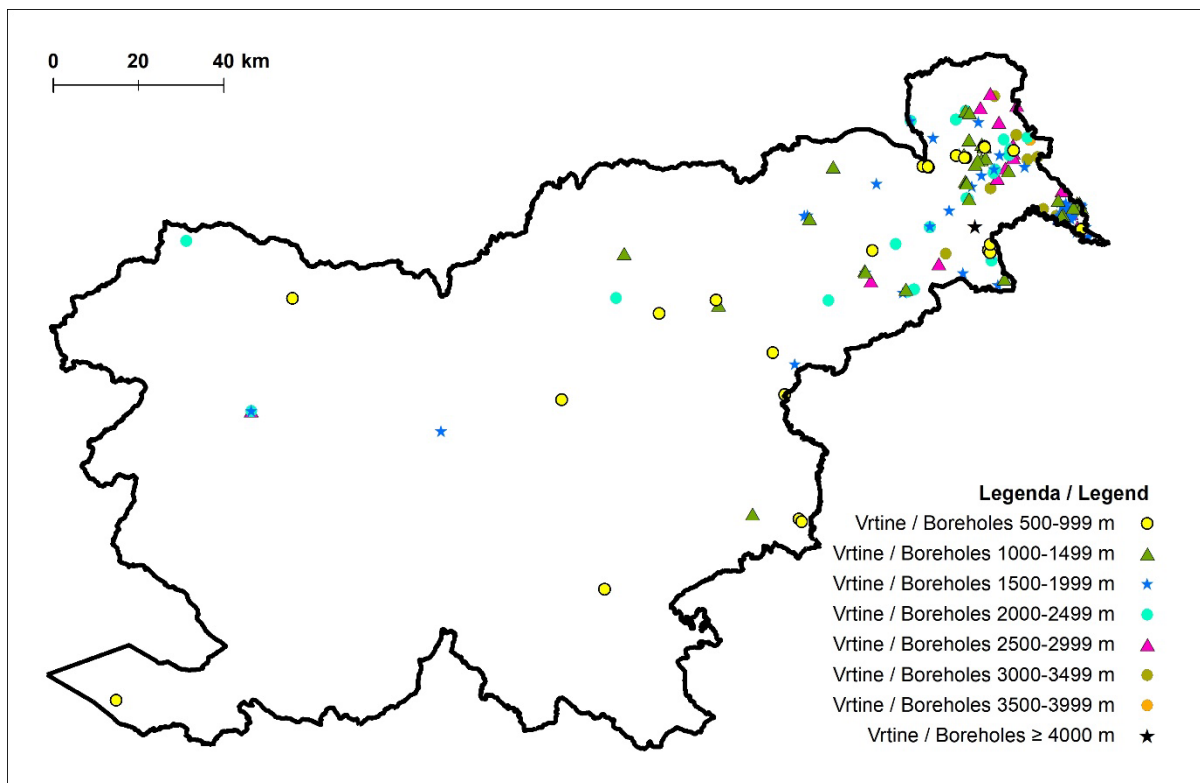


Slika 2: Prikaz 265 globokih vrtin v Sloveniji, za katere so zbrani metapodatki. 11 vrtin je odklonjenih, vendar to iz prikaza ni razvidno

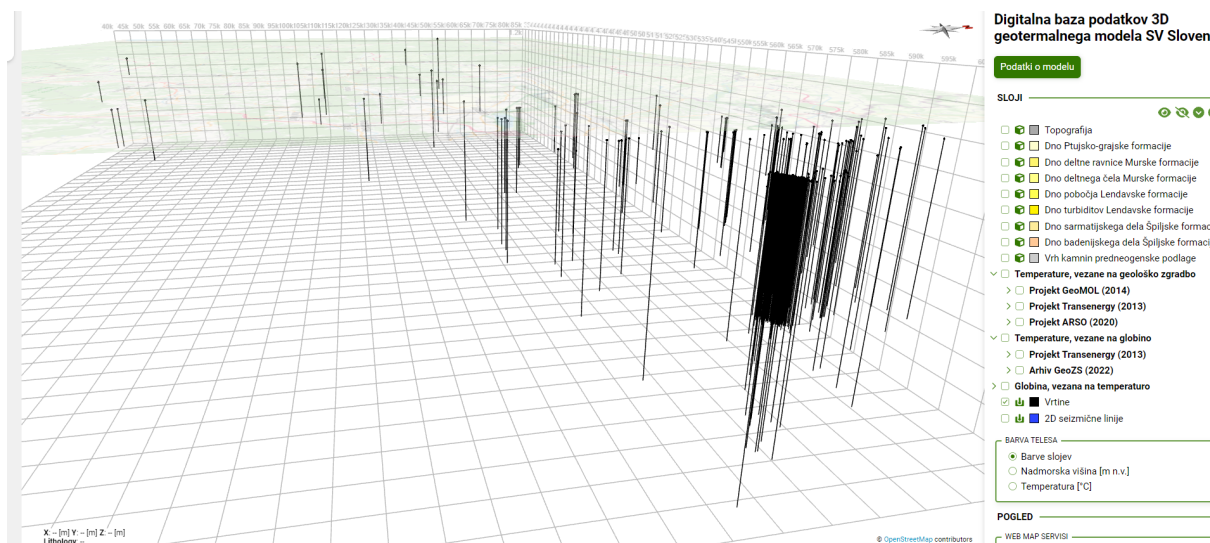


Slika 3: Prikaz globokih vrtin v SV Sloveniji (črne pike) z izrisom prikaza podatkov o njih na pregledovalniku

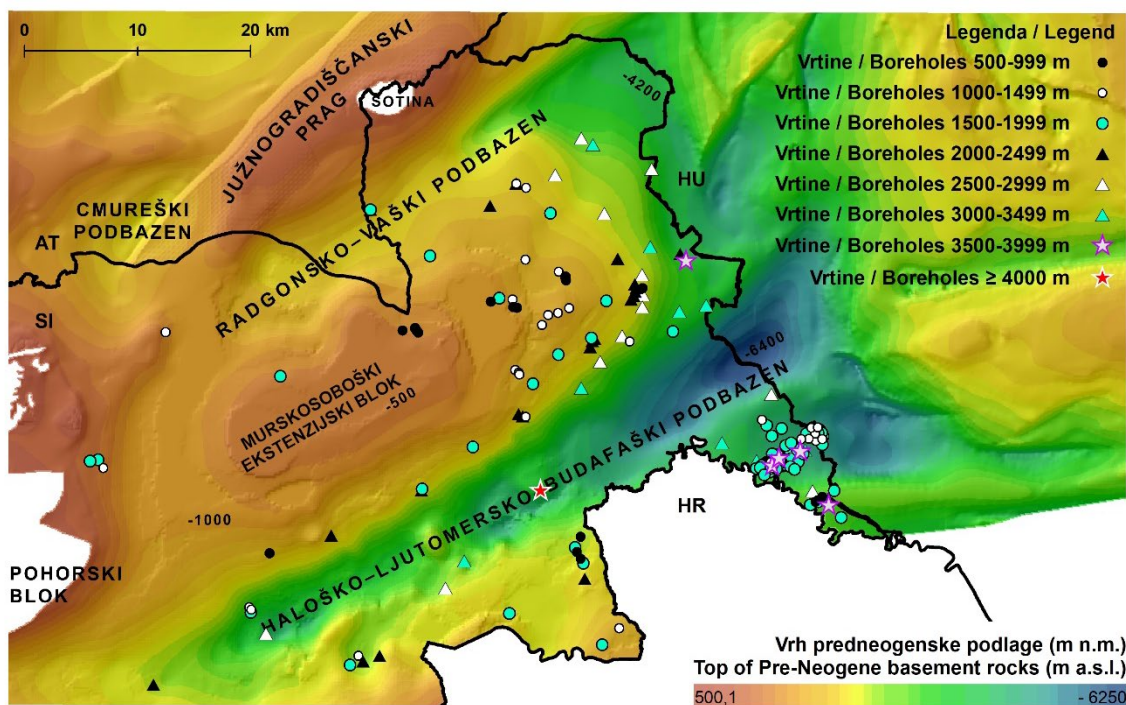
Analiza podatkov je pokazala, da je skupna globina (TVD) vseh vrtin 476,7 km, od tega 95% v SV Sloveniji (Slika 5, Slika 4). Zaradi opustitve nekaterih vrtin je trenutno popisana skupna globina (TVD) 140,9 km, od tega 85% pripada SV Sloveniji.



Slika 4: Globine 265 zbranih vrtin po Sloveniji

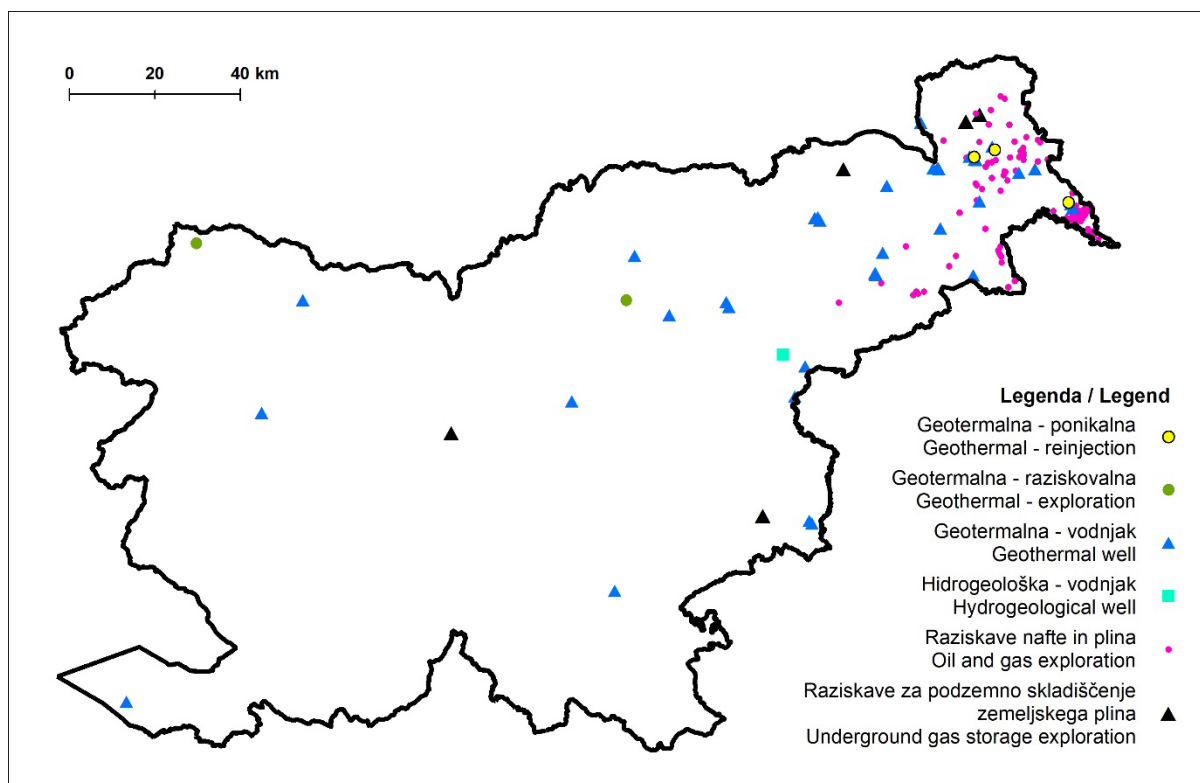


Slika 5: Prikaz globin vrtin v pregledovalniku, pogled proti zahodu od tromeje SLO-CRO-HU

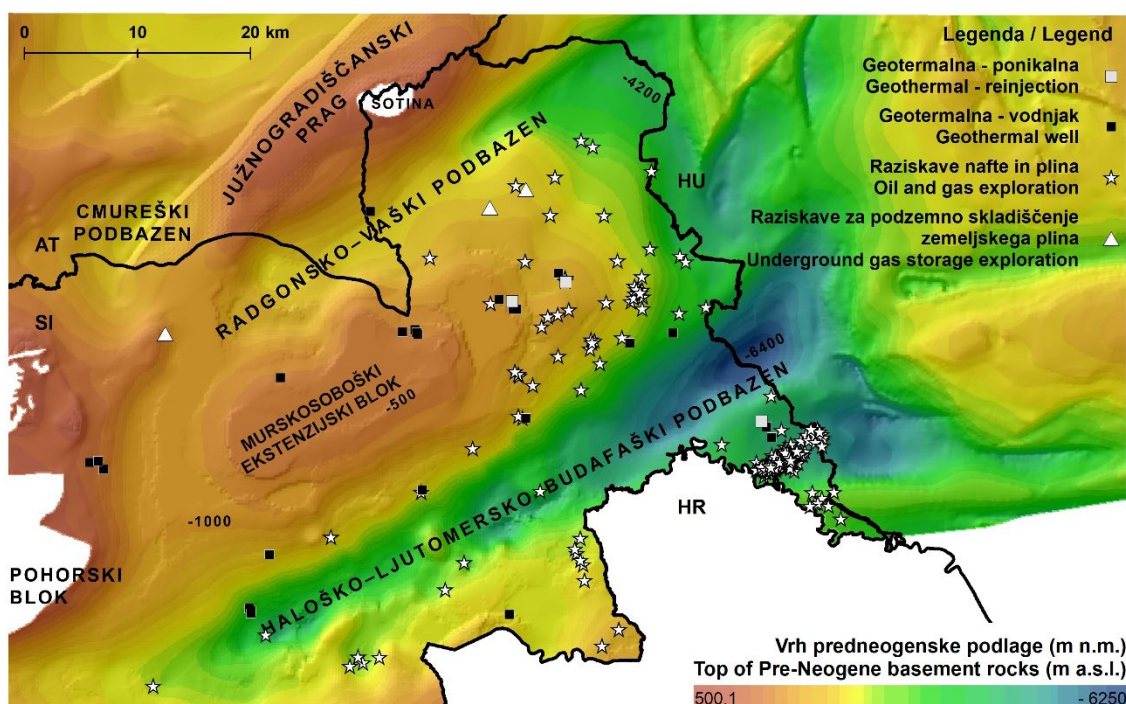


Slika 6: Globine 245 zbranih vrtin v SV Sloveniji

Največ (214) vrtin je bilo izvrtanih za raziskave ogljikovodikov, le pet vrtin za raziskave podzemnega skladiščenja zemeljskega plina, od tega so tri v SV Sloveniji (Slika 7). Ostale so bile vrtane za raziskave in pridobivanje geotermalne energije, od tega le 3 za namen reinjekcije (Slika 8) .

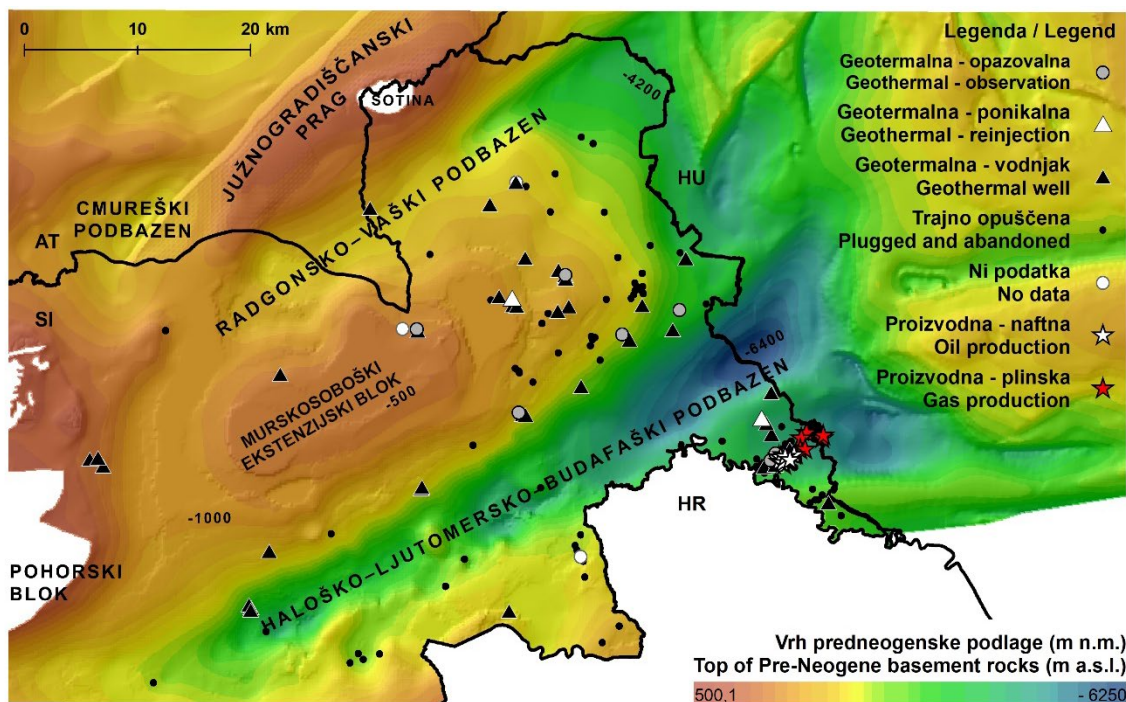


Slika 7: Namen vrtanja 265 zbranih vrtin po Sloveniji



Slika 8: Namen vrtanja 245 zbranih vrtin v SV Sloveniji

Do danes je bilo kar 167 vrtin zapolnjenih s sistemom cementnih mostov in opuščeni (63%), 10 jih še lahko proizvaja nafto, 13 zemeljski plin, 59 jih lahko pridobiva termalno vodo, 2 lahko delujeta kot reinjekcijski vrtini, 7 pa kot opazovalne vrtine (Slika 9). Dejanska proizvodnja je bistveno manjša – 39 vrtin je aktivnih, od tega se jih 69% nahaja v SV Sloveniji, 61 pa je neaktivnih (89% v SV Sloveniji).



Slika 9: Trenutni namen rabe globokih vrtin v SV Sloveniji

Pregled metapodatkov o 265 vrtinah (Tabela 4) je pokazal, da je največ informacij o obstoju podatkov znanih o karotažnih meritvah (89%), testiranju hermetičnosti vrtin (66%), izvedenih statičnih meritvah temperature v vrtini (62%), meritvah temperature na dnu vrtine (60%) in kemijski analizi vode (58%). Delež vrtin z analiziranimi jedri je nizek (6-32%), tudi masterlogov (19%) ali geoloških profilov (36%) je malo. Te številke seveda niso absolutne, ker zaradi časovnih in finančnih omejitev nismo ponovno pregledali in organizirali, kaj šele harmonizirali celotnih arhivov omenjenih institucij. So pa dovolj zanesljive, da služijo kot orientacijske informacije o verjetnosti obstoja razpoložljivih podatkov ter kot osnova za načrtovanje bodoče enotne nacionalne baze podatkov.

Tabela 4: Rezultati analize metapodatkov o 265 vrtinah

|                                                         | Slovenija  | SV Slovenija | Razmerje<br>SV/celotna SI |
|---------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------------|
| <b>Število popisanih globokih vrtin</b>                 | <b>265</b> | <b>245</b>   |                           |
| Obdobje izgradnje vrtin                                 | 1943-2013  | 1943-2013    |                           |
| Trenutna vertikalna globina TVD - vsota (km)            | 140,9      | 119,6        | 85%                       |
| Največja vertikalna globina TVD - vsota (km)            | 476,7      | 452,4        | 95%                       |
| Celotna največja dolžina - vsota (km)                   | 478,2      | 452,2        | 95%                       |
| Odklonjene vrtine                                       | 11         | 11           | 100%                      |
| <b>Tehnični status (zmožnost proizvodnje)</b>           |            |              |                           |
| Delujoča - ima aktivno funkcijo                         | 72         | 56           | 78%                       |
| Opuščena - popolnoma                                    | 1          | 1            | 100%                      |
| Opuščena - delno popolnoma s sistemom cementnih mostov  | 166        | 165          | 99%                       |
| Potencialno delujoča - za rabo potrebuje tehnični poseg | 25         | 22           | 88%                       |
| Ni podatka                                              | 1          | 1            | 100%                      |
| <b>Namen vrtanja</b>                                    |            |              |                           |
| Geotermalna - vodnjak                                   | 40         | 25           | 63%                       |



|                                                      | Slovenija | SV Slovenija | Razmerje<br>SV/celotna SI |
|------------------------------------------------------|-----------|--------------|---------------------------|
| Geotermalna - ponikalna                              | 3         | 3            | 100%                      |
| Geotermalna - raziskovalna                           | 2         | 0            | 0%                        |
| Hidrogeološka - vodnjak                              | 1         | 0            | 0%                        |
| Raziskave geoenergetskih surovin (nafte in plina)    | 214       | 214          | 100%                      |
| Raziskave za podzemno skladiščenje zemeljskega plina | 5         | 3            | 60%                       |
| <b>Današnji namen rabe</b>                           |           |              |                           |
| Geotermalna - vodnjak                                | 59        | 44           | 75%                       |
| Geotermalna - ponikalna                              | 2         | 2            | 100%                      |
| Geotermalna - opazovalna                             | 7         | 7            | 100%                      |
| Geotermalna - raziskovalna                           | 1         | 0            | 0%                        |
| Geotermalna - termometrična                          | 1         | 0            | 0%                        |
| Proizvodna-naftna                                    | 10        | 10           | 100%                      |
| Proizvodna-plinska                                   | 13        | 13           | 100%                      |
| Hidrogeološka - vodnjak                              | 1         | 0            | 0%                        |
| Ne obstaja več                                       | 166       | 165          | 99%                       |
| Ni podatka                                           | 5         | 4            | 80%                       |
| <b>Dejanska proizvodnost vrtine</b>                  |           |              |                           |
| Aktivna                                              | 39        | 27           | 69%                       |
| Neaktivna                                            | 61        | 54           | 89%                       |
| Ne obstaja več                                       | 165       | 164          | 99%                       |
| <b>Primernost vrtine za nadaljnjo rabo</b>           |           |              |                           |
| Zelo hitro                                           | 91        | 75           | 82%                       |
| Pogojno, z večjimi tehničnimi posegi                 | 162       | 160          | 99%                       |
| Ne                                                   | 11        | 10           | 91%                       |
| Ni podatka                                           | 1         | 0            | 0%                        |
| <b>Na koliko vrtinah so bili določeni:</b>           |           |              |                           |
| Geološki profil vrtine                               | 96        | 81           | 84%                       |
| Masterlog vrtine                                     | 50        | 44           | 88%                       |
| Karotažne meritve                                    | 236       | 225          | 95%                       |
| Testiranje hermetičnosti vrtine                      | 174       | 174          | 100%                      |
| Termokarotaža                                        | 128       | 112          | 88%                       |
| Statične meritve temperature v vrtini                | 164       | 157          | 96%                       |
| Dinamične meritve temperature v vrtini               | 55        | 52           | 95%                       |
| Meritve temperature na dnu vrtine (BHT)              | 160       | 156          | 98%                       |
| Meritve temperature vode                             | 75        | 60           | 80%                       |
| Meritve dotokov (Drill Stem Test, DST)               | 27        | 27           | 100%                      |
| Meritve količine iztoka vode                         | 74        | 58           | 78%                       |
| Kemijska analiza vode                                | 154       | 129          | 84%                       |
| Granulometrijske analize na jedrih                   | 17        | 17           | 100%                      |
| Meritve hidravlične prevodnosti na jedru             | 39        | 39           | 100%                      |
| Meritve poroznosti jedra                             | 84        | 84           | 100%                      |
| Meritve toplotne prevodnosti jedra                   | 32        | 25           | 78%                       |

## 8 Predlog nacionalnih raziskav za zmanjšanje geološkega tveganja

Zbran pregled metapodatkov o globokih vrtinah je osnova za nadaljnji razvoj digitalizacije in harmoniziranja arhivov, ki v obstajajo v Sloveniji in dolgoročno njihovega povezovanja v enotno nacionalno bazo podatkov o podpovršju.

Povsem praktično se je izkazalo (ali zataknilo) že pri prvem tipu podatkov – sploh pri starejših podatkih je velika zmeda glede zanesljivosti in natančnosti podane lokacije vrtnice. V kolikor ta ne obstaja več (je opuščena) ali pa je v poraščenem svetu in okoli nje ni izdvojene parcele, jo je izredno težko najti. Zato priporočamo, da se za vse obstoječe vrtnice, ki niso zavedene kot opuščene, organizira njihovo terensko lociranje in izvedba geodetskih meritev ustij, saj bo le tako možno natančno vpenjati tudi vse ostale podatke v bazo in 3D modele.

Prav tako se je izkazalo, da kljub razmeroma velikem številu vrtin večina ni bila jedrovana in je količina njihovih testiranj omejena. Pri tem so bile raziskave večinoma delane za raziskave nahajališč ogljikovodikov in zato v drugih globinah, kot so sedaj interesne globine za rabo termalne vode. Zato je pri vseh novih globljih vrtinah zelo priporočljivo, da se vedno jedruje, morda prvič na globinah za podzemno skladiščenje toplote (300 do 500 m), naslednjič pa v globinah pričakovanega geotermalnega vodonosnika.

Na vrtinah, ki niso opuščene, so pa neaktivne, je smiselno pristopiti k sistematičnim raziskavam statičnih pogojev tlaka in temperature. Izbor vrtin naj poteka odvisno od lokacije in zmožnosti tehničnega posega ter prostorske razporeditve obstoječih podatkov.

Pri razvoju novih lokacij, regionalno, je ključna izvedba novih geofizikalnih seizmičnih meritev, ki služi identifikaciji obsega rezervoarja in določanju optimalne lokacije vrtin pri razvoju geotermalne lokacije. To delo zahteva nekaj časa in poteka fazno, zato je ključno, da se vsaj začetne faze izvedejo neodvisno od trenutnega interesa investitorjev in na najbolj geotermalno perspektivnih lokacijah. Ciljne globine 300-2000 m in 3500-5000 m so s takšno metodo še slabo raziskane in tudi reinterpretacija obstoječih profilov večinoma ne dajejo dovolj dobrih rezultatov. Faze izvedbe novih globokih seizmičnih meritev (geofizikalnih profilov in 3D modela) so:

- a) Priprava načrta izvedbe globokih geofizikalnih raziskav
  - a. Analiza obstoječih podatkov in izbira ciljne geološke enote in globine
  - b. Izbira vrste in metodologije izvedbe terenskih raziskav
- b) Pridobivanje potrebnih dovoljenj in soglasij s predhodno oceno vplivov na okolje (po potrebi)
- c) Interpretacija terenskih meritev z določitvijo globine in obsega rezervoarja
- d) Interpretacija terenskih meritev s predlogom lociranja raziskovalno-produkcijsko-reinjekcijskih vrtin.

### 8.1 SV Slovenija: regionalni geotermalni vodonosnik v Ptujsko-grajski in Murski formaciji

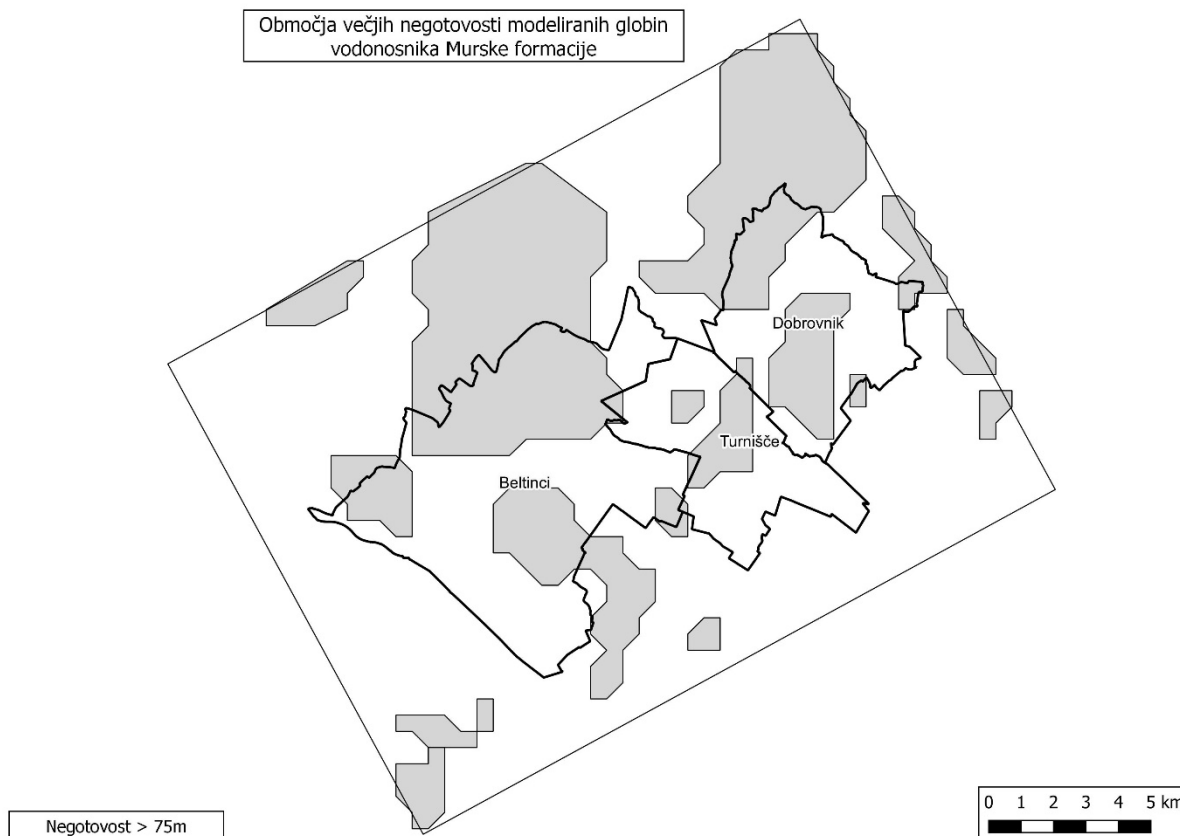
#### 8.1.1 Raziskovalni izziv in pomen

Ob ponovnem pregledu karotažnih diagramov globokih vrtin na območju projekta INFO-GEOTHERMAL smo medsebojno neodvisno ugotovili obstoj neskladij starejših interpretacij. Glede na trenutno najpomembnejša interesna območja in globine smo se osredotočili na razmejitev vrha Lendavske formacije (kar predstavlja dno regionalnega in čezmejnega geotermalnega vodonosnika), členov Murske in Ptujsko-grajske formacije (Jelen &

Rifelj, 2006; Šram et al., 2015). Po obstoječi predpostavki razvoja sedimentarnih bazenov v panoniju se glavni geotermalni vodonosnik nahaja v peskih deltnega čela Murske formacije. Zatorej je ključna izdvojitvev členov Murske formacije – člen deltne ravnice (slabše prepusten) in člen deltnega čela (regionalno dobro prepusten in povezan). Poleg globin vrha in dna geotermalnega vodonosnika Murske formacije, ki podajo ciljne globine vrtanja in potencialne temperature termalne vode, bo potrebna tudi določitev debelin in deležev vodoprepustnih peščenih horizontov po enotni metodologiji. Ob tem bo potrebna ocena globinske spremenljivosti stopnje kompakcije, oziroma litifikacije, ki močno vpliva na efektivno prepustnost sedimenta oziroma kamnin. Poleg samega geotermalnega vodonosnika Murske formacije se odpirajo tudi potrebe po sezonskem skladiščenju toplote v plitvejšem plio-kvartarnem vodonosniku Ptujsko-grajske formacije. Zaporedja sedimentov, njihove debeline, prepustnosti in litostratigrafske meje te formacije so zaenkrat na večjem območju severovzhodne Slovenije nepoznane in iz znanstvenega vidika praktično neopredeljene.

Interpretacije karotažnih diagramov v času preteklih raziskav 20. stoletja so temeljile predvsem na predhodno definiranih karotažnih markerjih. Na podlagi le teh so bile določene globine in debeline plino- in naftonosnih horizontov ter zapornih plasti. Zaradi narave teh raziskav (prospekcija ogljikovodikov) so bile interpretacije usmerjene predvsem na horizonte pod najmlajšimi zapornimi plastmi Lendavske formacije, tik pod geotermalnim vodonosnikom Murske formacije (marker b'). Podobno velja tudi za geofizikalne raziskave (refleksijska seizmika), katerih cilj je bilo razločevanje litoloških horizontov in strukturnih elementov primernih za lociranje naftno-plinskih polj Lendavske, Špiljske in Haloške formacije (Verbole, 2014; Kerčmar, 2018).

Po delovni reinterpretaciji 24 karotažnih diagramov globokih vrtin smo izdelali globinsko korekcijo in glajenje obstoječih modeliranih strukturnih slojev dna in vrha deltnega čela Murske formacije (geotermalni vodonosnik Murske formacije). Obstoječi 3D geološki model (Šram et al., 2015) in korekcijo smo primerjali in tako dobili območja povišanih negotovosti globin in debelin geotermalnega vodonosnika Murske formacije (Slika 10). Največje negotovosti obstojijo v podatkih globine vrha geotermalnega vodonosnika Murske formacije in debelin le tega. Medtem ko je skladnost globine dna geotermalnega vodonosnika višja, še vseeno obstaja dvom o primernosti enačenja karotažnega markerja b' z dnem deltnega čela Murske formacije. Poleg tega je odprta tudi teza, ali je smotno enačiti vrh deltnega čela z vrhom geotermalnega vodonosnika. Prostorska analiza povišanih negotovosti globin in debelin pokaže, da so te posledica netočnosti in nenatančnosti tako obstoječih interpretacij karotažnih diagramov globokih vrtin, seizmičnih profilov in predvsem horizontalnih in globinskih neskladij med obema vrstama podatkov (ter pomanjkanja 3D seizmičnih modelov, ki bi to relativno hitro in preprosto premostili).



Slika 10: Območje večjih negotovosti modeliranih globin geotermalnega vodonosnika

### 8.1.2 Praktični pomen

Tu se termalna voda iz regionalnega in čezmejnega geotermalnega vodonosnika SV Slovenije uporablja na več lokacijah. Hidravlično je jasno, da so med seboj povezane, izdelava ustreznega 3D geološkega, hidrogeološkega in geotermičnega modela za matematične simulacije toka vode, prenosa snovi in toplote pa je podvržena veliki negotovosti, saj je v prostoru in na regionalnem nivoju do sedaj opredeljene plasti zelo težko povezati med seboj. Zato so tudi scenariji rabe in ocene razpoložljivih količin in virov še vedno relativno negotove. Natančne raziskave so izrednega pomena za znižanje geološkega tveganja pri načrtovanju novih vrtin. Čeprav je tukaj največja gostota podatkov v Sloveniji, je lociranje in predvsem napoved potrebne globine vrtin in skupne dolžine potrebnega filtrskega odseka tvegana. Če imamo preveč filtrov pa smo primorani zajeti tudi bolj drobnozrnate plasti, ki povzročajo mašenje vrtine in s tem upad izdatnosti vrtin. Ker je potrebno več kot pol leta pred načrtovanim vrtanjem nove vrtine naročiti skupno dolžino in lastnosti filtrskih in polnih cevi, je nujno, da so ti podatki poznani predhodno, že v fazi rudarskega načrtovanja vrtine. Z izvedbo takšnih raziskav se bo zmanjšala negotovost pri odločanju o izvedbi novih geotermalnih črpalnih ter reinjekcijskih vrtin in bistveno olajšalo načrtovanje srednje globokih vrtin za podzemno shranjevanje toplote.

### 8.1.3 Predlog raziskav

Za vpogled v sestavo, strukturo in debeline plio-kvartarnega vodonosnika Ptujsko-grajske formacije in geotermalnega vodonosnika Murske formacije so potrebne nove sistematične geofizikalne raziskave ciljnih globin med 0 in 2000 m pod današnjim površjem. Predlagamo izdelavo vsaj šestih novih seizmičnih profilov (dolžine 100 km) usmerjenih prečno in vzdolžno glede na obstoječe sedimentacijske in tektonske elemente (Slika 11), ter

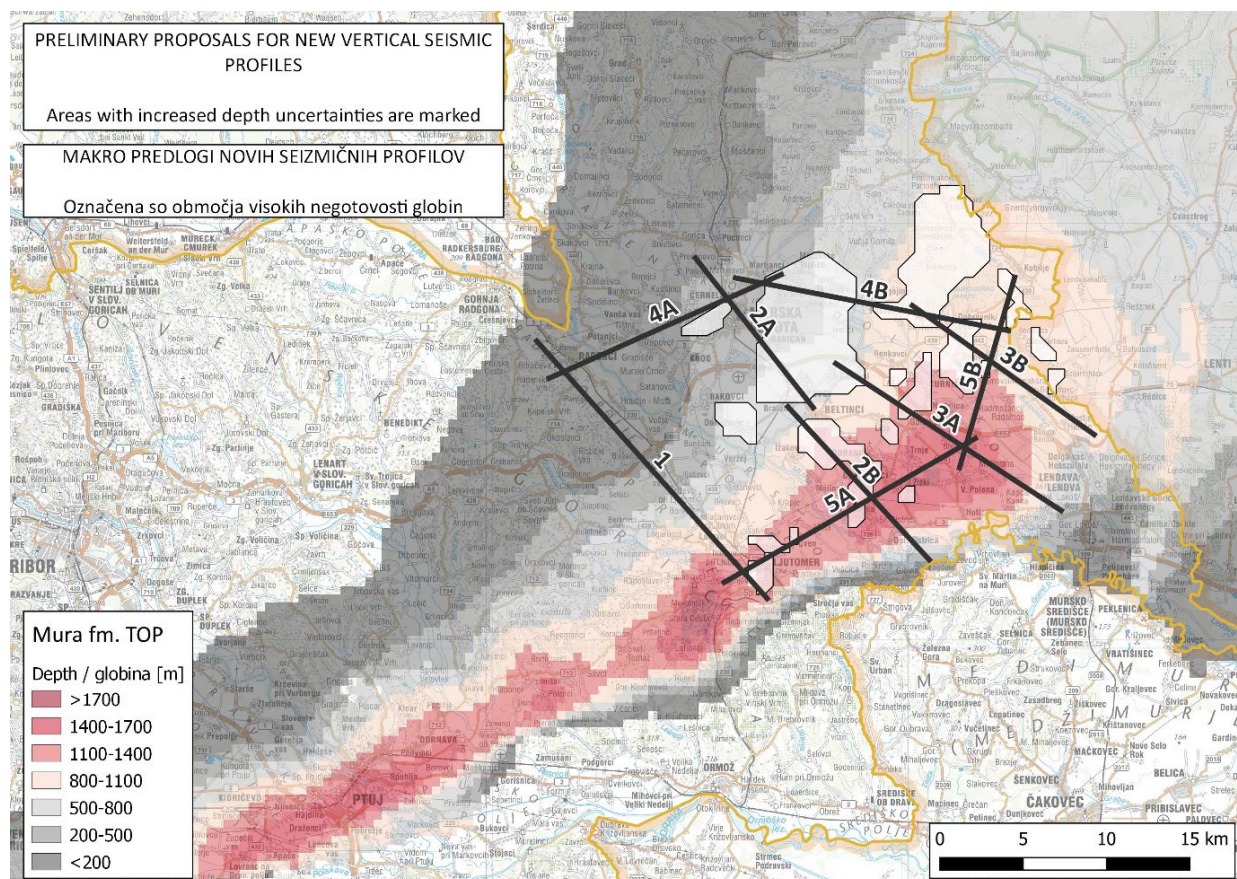
obenem locirane v bližini obstoječih globokih vrtin in območij potencialnih za pridobivanje in sezonsko skladiščenje geotermalne energije, ter skladiščenje plinov (Radenci, Kog, Murska Sobota, Beltinci, Žitkovci, Lendava).

Novi seizmični profili s primerno globinsko ločljivostjo in natanko poznanimi globinskimi časovnimi korekcijami bodo omogočili detajlno razločevanje vodonosnih peščenih horizontov ter postavitev korektnih litostratigrafskih in aloformacijskih mej. To bo znanstvena podlaga za harmonizirano reinterpretacijo surovih podatkov vseh obstoječih karotažnih diagramov globokih vrtin. S tem bosta omogočeni izdelava podrobnega 3D geološkega modela Murske in Ptujsko-grajske formacije, ter posodobitev obstoječih hidrogeoloških konceptualnih modelov. Vse to bodo vhodi za vzpostavitev dinamičnih numeričnih geotermalnih modelov ekstrakcije in skladiščenja toplote, na podlagi katerih bo omogočen trajnostni razvoj sistemov izkoriščanja tega energetskega vira.

Naloge:

- Podrobna prostorska umestitev tras za izdelavo seizmičnih profilov
- Interpretacija novih geofizikalnih podatkov
- Postavitev novih tektonostratigrafskih konceptov
- Reinterpretacija karotažnih diagramov
- Izdelava harmonizirane prostorske digitalne podatkovne baze
- Izdelava 3D geološkega (tektonostratigrafskega) modela

Predlagane preiskave se lahko izvedejo v 2-3 letih. Strošek raziskav je ocenjen na 3 milijone evrov.

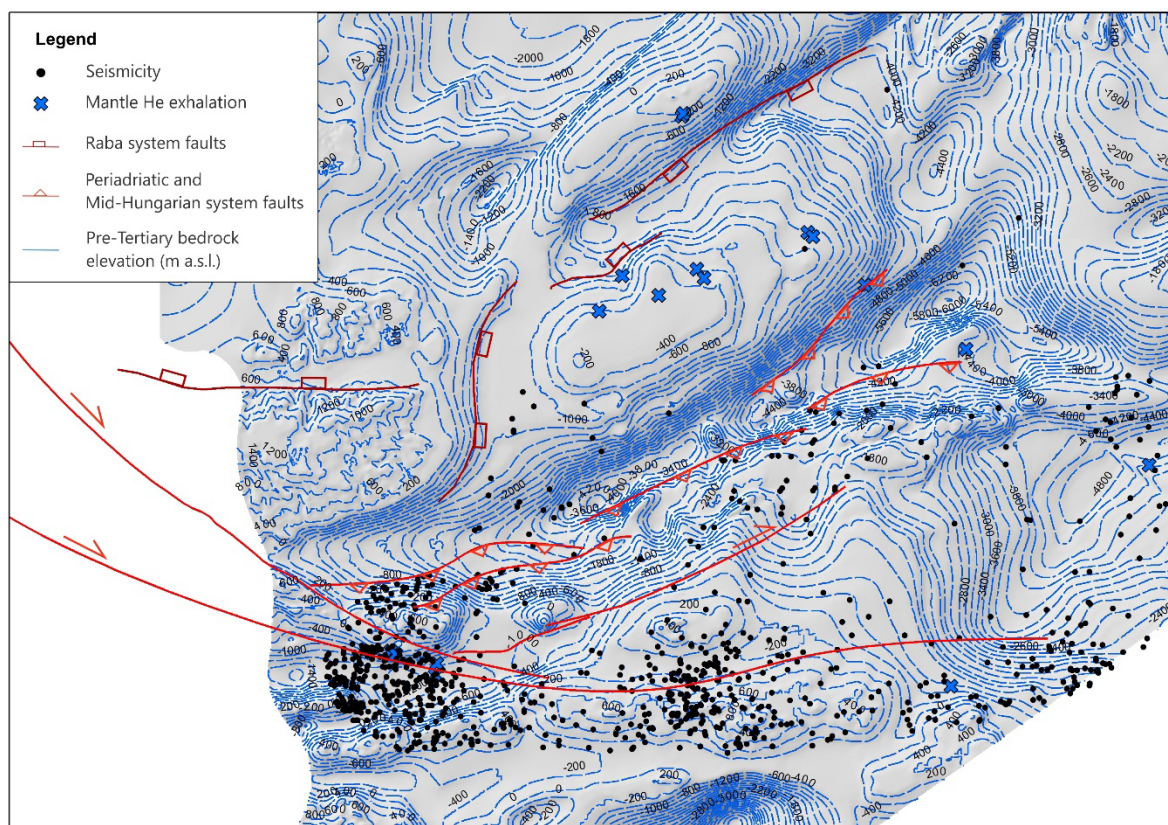


Slika 11: Makro predlogi novih seizmičnih profilov v severovzhodni Sloveniji. Na karti so označena območja povišanih negotovosti globin geotermalnega vodonosnika Murske formacije.

## 8.2 Mestna občina Maribor

### 8.2.1 Raziskovalni izziv in pomen

Mestna občina Maribor se nahaja obrobju Pohorskega magmatsko-metamorfne kompleksa in leži na stičišču geotektonskih podelot Vzhodnih Alp in Panonskega bazena (Placer, 2008). Iz poznavanja geotektonske zgradbe širše okolice (Fodor et al., 2002, 2021) sklepamo na obstoj vzporednih prelomnih sistemov, katerih razpoklinske cone bi lahko predstavljale pomemben geotermalen vir. Za oceno potenciala ter načrtovanje obsega in oblik izkoriščanja tovrstnega vira bodo potrebne celostne geološke študije. Kot na primer geofizikalne raziskave ciljnih globlin in izdelava raziskovalne vrtine globine 3-5 km.



Slika 12: Vzhodno od Pohorja obstajajo strukture, ki bi lahko bile tudi geotermalni pomembne, a so zelo slabo raziskane (Atanackov et al., 2021)

### 8.2.2 Praktični pomen

Mestna občina Maribor ima precejšnje potrebe za ogrevanje ter je razvijajoče se mesto. Obstoječa raba termalne vode ni uspešna, saj so vrtine izvedene v premalo razpokane metamorfne kamnine v podlagi Panonskega bazena, kar pa ne pomeni, da v relativni bližini ni drugih primernih struktur. Geofizikalne raziskave so lahko osredotočene na dva segmenta. Plitvi pokriva celoten sedimentni paket, ki je potencialno primeren tudi za podzemno skladiščenje toplote in sega do vrha predneogenske podlage (Slika 6). Drugi pokriva zelo globoke in potencialno primerne razpokane cone v tej podlagi, ki sedaj sploh niso raziskane.

### 8.2.3 Predlog raziskav

Za vpogled v litološke, strukturne in hidrogeološke razmere predlagamo strukturno-geološko kartiranje, sistematične geofizikalne raziskave in izdelavo raziskovalne vrtine za pridobitev reprezentativnih vzorcev kamnin in meritve geotermičnega gradienta na tem območju. Na podlagi geološkega kartiranja obroba Mariborskega polja bosta izvedeni prostorska umestitev seizmičnih profilov in določitev njihovega globinskega dosega. Predvidevamo na potrebo po vsaj 40 km seizmičnih profilov v prečnih in vzdolžnih smereh glede na geološke strukture. Na podlagi geoloških interpretacij le teh bo možno določiti lokacijo izdelave raziskovalne vrtine v kateri bodo opravljene geotermične in hidrogeološke preiskave, ter karakterizacija petrografskih in fizikalnih lastnosti ciljnih litologij.

Naloge:

- Podrobna prostorska umestitev tras za izdelavo seizmičnih profilov
- Interpretacija geofizikalnih podatkov
- Lociranje in izdelava raziskovalne vrtine
- Meritve geotermičnega gradienta
- Izdelava harmonizirane prostorske digitalne podatkovne baze
- Izdelava 3D geološkega (tektonostratigrafskega) modela

Predlagane preiskave se lahko izvedejo v 4 letih od začetka načrtovanja. Strošek je ocenjen na 11 milijonov evrov.

## 8.3 Mestna občina Ljubljana

### 8.3.1 Raziskovalni izziv in pomen

Mestna občina Ljubljana se nahaja na območju večjega medgorskega sedimentacijskega bazena, katerega zapolnjujejo debela zaporedja (plio)kvartarnih sedimentov bogatih s podzemno vodo (Žlebničnik, 1993; Janža et al., 2017). Medtem ko so morfologija, sedimentacijski razvoj in hidrogeološke lastnosti kvartarnega vodonosnika vsaj delno razumljeni, je geologija pred-kvartarne podlage v celoti nepoznana. Lega na območju Južnih Alp in geološka sestava obrobij Ljubljanske kotline so posreden pokazatelj na obstoj karbonskih, permskih in mezozojskih sedimentarnih razvojev (Placer, 2008). Te na območju Južnih Alp in Zunanjih Dinaridov sestavljajo več kilometrov debela zaporedja karbonatnih, karbonatno-siliciklastičnih in siliciklastičnih kamnin (Pleničar et al., 2009). Kvartarni sedimentni so najverjetneje odloženi preko paleozojskega siliciklastičnega zaporedja, pod katerim se predvidoma nahaja kraško-razpoklinski vodonosnik v karbonatnih kamninah. Večji vodonosnik na tovrstnih globinah bi predstavljal pomemben regionalen geotermalen vir. A sama globina, debelina, izdatnost in temperatura so trenutno neznanka, se pa na temperaturnih kartah Slovenije tu izkazuje pozitivna geotermalna anomalija. Zaporedja paleozojskih siliciklastičnih kamnin zaradi petrografskih in hidrogeoloških lastnosti ne predstavljajo večjega vodonosnega telesa, a imajo pomemben potencial za skladiščenje plinov in energije.

### 8.3.2 Praktični pomen

Ljubljana ima velike potrebe po ogrevanju in hlajenju ter tudi po proizvodnji električne energije. Pretekle raziskave so že opredelile širša območja, kjer bi na območju vzhodnega dela Ljubljane s čim plitvejšo vrtino prevrtali slabo prepusten paket permokarbonskih klastičnih kamnin in pod njim dosegli dobro vodoprepustne razpokane in zakrasele kamnine - v kolikor obstajajo. Natančna določitev optimalne lokacije za globoko raziskovalno vrtino pa brez geofizikalni raziskav ni mogoča. Ideja je, da se raziskovalna vrtina postavi v primerno bližino od morebitnih bodočih uporabnikov toplote, da se lahko, v kolikor bo vrtina uspešna, del toplovoda oskrbuje z njeno toploto.

### 8.3.3 Predlog raziskav

Za vpogled v geološko sestavo, globoko strukturo in debeline paleozojsko–mezozojskih zaporedij predlagamo izvedbo sistematičnih geofizikalnih raziskav in izdelavo vsaj ene raziskovalne vrtine. Glede na velikost območja predvidevamo izvedbo okvirno 40 km seizmičnih profilov v prečnih in vzdolžnih smereh, na podlagi katerih bo omogočena izdelava 3D modela (plio)kvartarnih sedimentov in vsaj dela paleozojskih, oziroma mezozojskih kamnin. To bo omogočilo razvoj razumevanja nastanka in sedimentarnega razvoja Ljubljanske kotline in tektonskih razmer v globinah. Izdelava globoke vrtine (predvidoma 3–4 km), ki bo prevrtala paleozojska siliciklastična zaporedja bo omogočila vpogled v globoko geološko zgradbo, določitev obsega in izdatnosti globokega vodonosnika, določitev petrografskih in fizikalnih lastnosti kamnin ter meritve geotermalnega gradienta. Naloge:

- Podrobna prostorska umestitev tras za izdelavo seizmičnih profilov
- Interpretacija geofizikalnih podatkov
- Lociranje in izdelava raziskovalne vrtine
- Meritve geotermičnega gradienta
- Izdelava harmonizirane prostorske digitalne podatkovne baze
- Izdelava 3D geološkega (tektonostratigrafskega) modela

Predlagane preiskave se lahko izvedejo v 2–3 letih od začetka načrtovanja. Strošek je ocenjen na 6 milijonov evrov

## 8.4 Širše območje Ljubljanske kotline

Na širšem območju Ljubljanske kotline so številne občine s hitrim razvojem terciarnih dejavnosti in/ali visoko stopnjo priseljevanja. Ob tem je za trajnostni razvoj rabe energije in varstvo okolja potreben sistematičen pristop k projektiranju novogradenj in zeleni obnovi obstoječih objektov. Zelo pomembne so občine Kranj, Ig, Domžale, Mengeš, Vodice, Medvode, Brezovica in Vrhnika. Za voljo zelo hitrega razvoja turizma tudi občine Radovljica, Bled in Žirovnica. Zaradi visokega pritiska turizma bi podobno lahko aplicirali tudi na občine Bohinj, Kranjska Gora in Bovec. Geološka umestitev dna alpskih dolin, kjer se nahaja večinski delež naselij in turističnih objektov, je primerljiva z geološko umestitvijo širše Ljubljanske kotline (Janža et al., 2017). Zelo podoben, a slabo izkoriščen potencial plitve geotermalne energije imajo tudi vse preostale občine v ravninskem svetu Slovenije.

### 8.4.1 Raziskovalni izziv in pomen

Na nivoju občin in/ali upravnih enot bi bilo smotno načrtovati sistematične geološke in hidrogeološke raziskave zgornjih 250 m površja. S tem bi zajeli pliokvartarne in kvartarne sedimente ter podlago medzrnskega vodonosnika. S tem bi omogočili učinkovit razvoj rabe plitve geotermalne energije kot tudi trajnostno upravljanje vodnih virov. Medtem ko so debeline in izdatnosti kvartarnega vodonosnika Ljubljanskega polja in Domžalsko-Mengeškega polja dobro poznane, so geološke in hidrogeološke razmere Ljubljanske kotline severozahodno od Rašice še vedno zelo slabo razumljene.

### 8.4.2 Praktični pomen

Ker na tem območju ni indikacij o velikem potencialu globoke geotermalne energije, se lahko spodbuja raba plitve geotermalne energije. Čeprav so globine manjše, je tu zaradi včasih zapletene strukturne zgradbe ozemlja napoved potrebnih globin vrtanja vrtin za odprte sisteme (voda-voda) in običajno globlje, zaprte sisteme (geosonde), lahko geološka negotovost opazna, kar podraži investicijo. Če bi imele občine na območjih, kjer

spodbujajo rabo geotermalnih toplotnih črpalk pripravljene lokalne 3D geološko-hidrogeološko-geotermične modele, bi lahko usmerjeno spodbujale rabo na primernih območjih ob skoraj ničelnem tveganju za uspeh vrtin. Na območjih z ugodnimi pogoji bi tudi spodbujale klimatizacijo in skladiščenje presežne toplote v tla, tudi presežne toplote iz fotovoltaike.

### 8.4.3 Predlog raziskav

Predlagamo izvedbo sistematičnih geoloških, hidrogeoloških in meteoroloških raziskav. To bi zajemalo zbiranje obstoječih arhivskih hidrogeoloških in meteoroloških podatkov, izvedbo geofizikalnih raziskav ciljnih globin, izdelavo mreže novih raziskovalnih vrtin in meteoroloških postaj, meritve temperatur tal in sedimentov na različnih globinah, sedimentološko-stratigrafske študije sedimentov in meritve njihovih fizikalnih lastnosti. Na podlagi geofizikalnih raziskav, podatkov iz raziskovalnih vrtin in harmonizirane prostorske podatkovne baze bi lahko izdelali 3D geološko-hidrogeološki in geotermični model visoke ločljivosti. Le ta bi poleg osnovnih parametrov oblike/prostornine vodonosnika in smeri toka podzemne vode, vseboval celoten nabor geoloških in hidrogeoloških parametrov vključujoč temperature, toplotne prevodnosti in njihove 3-dimenzionalne heterogenosti. Vse to bi omogočilo vzpostavitev dinamičnih hidrogeoloških in geotermičnih numeričnih modelov, z namenom izračuna energetskega potenciala in trajnostnega projektiranja energetskih rešitev in upravljanja z vodnimi viri.

Naloge:

- Harmonizacija arhivskih podatkov
- Podrobna prostorska umestitev poligonov za geofizikalne raziskave
- Interpretacija geofizikalnih podatkov
- Lociranje in izdelava mreže raziskovalnih vrtin
- Meritve temperatur tal in toplotnih prevodnosti sedimenta

Predlagane preiskave se lahko izvedejo v posamezni občini v dveh fazah, skupno v 2 letih, strošek raziskav je zelo grobo ocenjen na 200.000 evrov na občino. Zaradi enotne geološke zgradbe in s tem neusklajenega poteka občinskih meja je bolj kot deljenje naloge po občinah smiselni celosten regionalni pristop in raziskave le na območjih z uporabniki geotermalne energije (običajno bolj poseljena območja), s čimer se optimizira časovni in finančni vložek.

## 9 Viri

Atanackov, J., Rman, N., Šram, D. 2021: Microseismicity in the western part of the Pannonian basin and its outskirts – Fact sheet for project GeoConnect3d. Geological Survey of Slovenia, Ljubljana.

Fodor, L., Jelen, B., Marton, E., Rifelj, H., Kraljić, M., Kevrić, R., Márton, P., Koroknai, B., & Báldi-Beke, M. 2002. Miocene to Quaternary deformation, stratigraphy and paleogeography in Northeastern Slovenia and Southwestern Hungary. *Geologija* 45/1, p. 103–114. <https://doi.org/10.5474/geologija.2002.009>

Fodor, L., Balázs, A., Csillag, G., Dunkl, I., Héja, G., Jelen, B., Kelemen, K., Kövér, S., Németh, A., Nyíri, D., Selmečzi, I., Trajanova, M., Vrabec, M., Vrabec, M. 2021. Crustal exhumation and depocenter migration from the Alpine orogenic margin towards the Pannonian extensional back-arc basin controlled by inheritance, *Global and Planetary Change*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103475>

Jelen, B., Rifelj, H., 2011: Surface lithostratigraphic and tectonic structural map of T-JAM project area, northeastern Slovenia 1:100.000. Dostopno na: [https://www.geozs.si/index.php/en/?option=com\\_content&view=article&id=234](https://www.geozs.si/index.php/en/?option=com_content&view=article&id=234). Citirano 6.6.2023.



Jelen, B., Rifelj, H. 2006: Opredelitev dosedajnega konceptualnega geološkega modela »Murske depresije«, poročilo R-II-30d-1\_115. Interno poročilo. Arhiv GeoZS.

Janža, M., Lapanje, A., Šram, D., Rajver, D., Novak, M., 2017: Research of the geological and geothermal conditions for the assessment of the shallow geothermal potential in the area of Ljubljana, Slovenia. *Geologija* 60/2, str. 309–327. Dostopno na: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1408/1471>. Citirano 9.6.2023.

Kerčmar, J. 2018. Natural gas reservoirs on the oil-gas field Petišovci. *Geologija* 61/2, 163–176. <https://doi.org/10.5474/geologija.2018.011>

Lapanje, A., 2002: Hidrogeološke značilnosti termalnega vira Rimske Toplice. Rajver, D., Ravnik, D., 2002: Geotermična slika Slovenije – razširjena baza podatkov in izboljšane geotermične karte. *Geologija* 45/2, str. 451–456. Dostopno na: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1664/1722>. Citirano 9.6.2023.

Placer, L. 2008. Principles of the tectonic subdivision of Slovenia: Osnove tektonske razčlenitve Slovenije. *Geologija* 51/2: 205-217.

Pleničar, M., Ogorelec, B. & Novak, M. (eds.) 2009. *Geologija Slovenije = The geology of Slovenia*. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, 612 p.

Rajver, D., Ravnik, D., 2002: Geotermična slika Slovenije – razširjena baza podatkov in izboljšane geotermične karte. *Geologija* 45/2, str. 519–524. Dostopno na: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1676/1734>. Citirano 9.6.2023.

Rajver, D., Ravnik, D., 2003: Novi atlas geotermalnih virov v Evropi. *Geologija* 46/2, p. 445–450. Dostopno na: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1723/1784>. Citirano 9.6.2023.

Rman, N., Lapanje, A., Rajver, D., 2012: Analiza uporabne termalne vode v severovzhodni Sloveniji. *Geologija*, 55/2, str. 225–242. Dostopno na: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1242/1305>. Citirano 9.6.2023.

Verbole, K. 2014. Interpretacija in korelacija geofizikalnih karotažnih meritev na območju naftno-plinskega polja Petišovci = interpretation and correlation of well logs in Petišovci oil and gas field. Diplomsko delo.

Žlebnik, L. 1993. Geološke posebnosti pleistocenskih zasipov na Gorenjskem. *Geologija*, 36/1, 207–210.

Internet 1: [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso) (19.6.2023)

Internet 2: <https://www.darlinge.eu/mapviewer/index.html> (8.6.2023)

Internet 3: <https://www.geomol.eu/home/index.html> (8.6.2023)

Internet 4: <https://portal.geoplasma-ce.eu/> (8.6.2023)

Internet 5: <http://transenergy-eu.geologie.ac.at/> (8.6.2023)

Internet 6: <http://geodh.eu/> (8.6.2023)

Internet 7: <https://www.egec.org/> (8.6.2023)

Internet 8: <https://si-geo-electricity.si/> (8.6.2023)

Internet 9: <https://geoera.eu/projects/hotlime6/> (8.6.2023)

Internet 10: [https://data.geus.dk/egdi/?mapname=egdi\\_new\\_structure#baslay=baseMapGEUS&extent=4016620,1981080,4731390,2344330&layers=co2stop](https://data.geus.dk/egdi/?mapname=egdi_new_structure#baslay=baseMapGEUS&extent=4016620,1981080,4731390,2344330&layers=co2stop) (8.6.2023)

Internet 11: <https://geoera.eu/blog/a-guide-to-explore-geoconnectds-results/> (8.6.2023)

Internet 12: <https://geoera.eu/projects/muse3/> (8.6.2023)

Internet 13: [https://www.geo-zs.si/index.php/en/?option=com\\_content&view=article&id=140](https://www.geo-zs.si/index.php/en/?option=com_content&view=article&id=140) (8.6.2023)

Internet 14: <https://egeologija.si/geonetwork/srv/slv/catalog.search#/home> (8.6.2023)



Internet 15:

<https://borzen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=756ad50afb9240c58e95fc29d6f09170>

(8.6.2023)

Internet 16: [https://data.geus.dk/egdi/?mapname=geoera#baslay=baseMapGEUS&extent=-](https://data.geus.dk/egdi/?mapname=geoera#baslay=baseMapGEUS&extent=-765240,33160,8644920,4815440)

[765240,33160,8644920,4815440](https://data.geus.dk/egdi/?mapname=geoera#baslay=baseMapGEUS&extent=-765240,33160,8644920,4815440) (8.6.2023)

Internet 17: <https://e-vrtina.si/> (8.6.2023)

Internet 18: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1408/1471> (8.6.2023)

Internet 19: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1242/1305> (8.6.2023)

Internet 20: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1723/1784> (8.6.2023)

Internet 21: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1664/1722> (8.6.2023)

Internet 22: <https://www.geologija-revija.si/index.php/geologija/article/view/1676/1734> (8.6.2023)





## 10 Priloge

Priloga 1: Rezultati pregledanih projektov

| Ime                      | Vsebina          |   |                                |                                   |                          |           |                                    |                                  |                     |         |                              |                              |                      | Jeziki |                                                                   | Ocena |
|--------------------------|------------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------|------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|-------------------------------------------------------------------|-------|
|                          | Točkovni podatki |   | Linearni in prostorski podatki |                                   |                          |           |                                    |                                  |                     |         |                              | Datum nalaganja metapodatkov |                      |        |                                                                   |       |
|                          |                  |   | Geotermalni objekti            | Izkoriščanje geotermalne energije | Osnovni geološki podatki | Tektonika | Območje z geotermičnim potencialom | Temperature v različnih globinah | Toplotna prevodnost | Profili | Skladiščenje CO <sub>2</sub> |                              |                      |        |                                                                   |       |
| DARLINGe (DRGIP)         | 1                | 1 | 1                              | 1                                 | 1                        | 1         | 0                                  | 1                                | 0                   | 2       | SV                           | 0                            | 12.6.2019            | 1      | angleščina                                                        | 10    |
| GeoMol                   | 0                | 0 | 1                              | 1                                 | 1                        | 1         | 0                                  | 1                                | 0                   | 1       | Mursko-Zalski bazen          | 0                            | 9.2012 - 6.2015      | 4      | angleščina, nemščina, francoščina, italijanščina, slovenščina     | 10    |
| GeoPLASMA-CE             | 1                | 1 | 0                              | 0                                 | 1                        | 1         | 1                                  | 0                                | 0                   | 1       | Ljubljana                    | 0                            | 2016 - 9.2019        | 4      | angleščina, slovenščina, češčina, nemščina, poljščina, slovaščina | 10    |
| Transenergy              | 1                | 1 | 1                              | 0                                 | 0                        | 1         | 0                                  | 0                                | 0                   | 1       | SV                           | 0                            | 4.2010 - 9.2013      | 4      | angleščina, slovenščina, nemščina, italijanščina, srbsčina        | 9     |
| GeoDH                    | 0                | 1 | 1                              | 0                                 | 1                        | 1         | 0                                  | 0                                | 0                   | 2       | SV                           | 0                            | 2012 - 2014          | 1      | angleščina                                                        | 7     |
| SI-Geo-Electricity       | 0                | 0 | 0                              | 0                                 | 0                        | 1         | 0                                  | 0                                | 0                   | 2       | SV                           | 1                            | 1.5.2022 - 30.4.2024 | 3      | angleščina, slovenščina                                           | 7     |
| HotLime                  | 0                | 0 | 0                              | 1                                 | 0                        | 1         | 1                                  | 0                                | 0                   | 1       | Krško-Brežiški bazen         | 0                            | 6.2018 - 10.2021     | 1      | angleščina                                                        | 5     |
| CO2StoP                  | 0                | 0 | 0                              | 0                                 | 0                        | 0         | 0                                  | 0                                | 1                   | 2       | v celoti                     | 0                            | 26.8.2020            | 1      | angleščina                                                        | 4     |
| GeoConnect <sup>3d</sup> | 0                | 0 | 1                              | 1                                 | 0                        | 0         | 0                                  | 0                                | 0                   | 1       | SV                           | 0                            | 24.11.2021           | 1      | angleščina                                                        | 4     |
| MUSE                     | 0                | 0 | 0                              | 0                                 | 0                        | 0         | 1                                  | 0                                | 0                   | 1       | Ljubljana                    | 0                            | 2018 - 6.2021        | 1      | angleščina                                                        | 3     |
| T-JAM                    | /                | / | /                              | /                                 | /                        | /         | /                                  | /                                | /                   | 1       | SV                           | 0                            | 9.2009 - 10.2011     | 2      | slovenščina                                                       | 3     |



Priloga 2: Rezultati pregledanih portalov

| Ime        | Vsebina          |   |                                |                                   |                          |           |                                    |                                  |         |                                                                                                                                                                           |                              |   | Jeziki                                   |   | Ocena                   |                               |
|------------|------------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---|------------------------------------------|---|-------------------------|-------------------------------|
|            | Točkovni podatki |   | Linearni in prostorski podatki |                                   |                          |           |                                    |                                  |         |                                                                                                                                                                           | Datum nalaganja metapodatkov |   |                                          |   |                         |                               |
|            |                  |   | Geotermalni objekti            | Izkoriščanje geotermalne energije | Osnovni geološki podatki | Tektonika | Območje z geotermičnim potencialom | Temperature v različnih globinah | Profili | Skladiščenje CO <sub>2</sub>                                                                                                                                              |                              |   |                                          |   |                         | Obravnavano območje Slovenije |
| eGeologija | 1                | 1 | 1                              | 1                                 | 1                        | 1         | 0                                  | 0                                | 2       | v celoti                                                                                                                                                                  |                              | 1 | redno posodobljeno (zadnji podatki 2022) | 3 | angleščina, slovenščina | 12                            |
| GIP-P      | 0                | 1 | 1                              | 0                                 | 1                        | 1         | 1                                  | 0                                | 2       | Različna območja v Evropi glede na obravnavana območja posameznih projektov. Slovenija ima večino podatkov (nekateri podatki, npr. seizmika, so omejeni na SV Slovenije). |                              | 0 | zadnji podatki so naloženi 11.2021       | 1 | angleščina              | 8                             |
| Geotermija | 1                | 1 | 1                              | 1                                 | 1                        | 1         | 0                                  | 0                                | 2       | v celoti                                                                                                                                                                  |                              | 1 | ?                                        | 2 | slovenščina             | 10                            |



Priloga 3: Rezultati za pregledane objave

| Ime              | Avtor                                                   | Naslov                                                                                                                                         | Datum | Obravnavano območje Slovenije | Vsebina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| revija Geologija | Janža, M., Lapanje, A., Šram, D., Rajver, D., Novak, M. | Research of the geological and geothermal conditions for the assessment of the shallow geothermal potential in the area of Ljubljana, Slovenia | 2017  | Ljubljana                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- sezonska razporeditev temperature glede na globino</li> <li>- temperaturna karotaža in geotermalni gradient</li> <li>- karta toplotne prevodnosti, temperatura podzemne vode</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                  | Rman, N., Lapanje, A., Rajver, D.                       | Analiza uporabe termalne vode v severovzhodni Sloveniji                                                                                        | 2012  | SV                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pričakovane temperature v globini 1000 m in 2000 m</li> <li>- obstoječi in potencialni uporabniki termalne vode v SV Sloveniji (iz projekta Transenergy)</li> <li>- geotermalne vrtine na SV Slovenije glede na prevladujoči vodonosnik in temperaturo vode na ustju</li> <li>- število aktivnih vrtin in skupni letni odvzem termalne vode iz geotermalnih vodonosnikov v SV Sloveniji</li> <li>- spremembe v delovanju vrtine</li> <li>- najvišja temperatura iztoka</li> <li>- izkoriščena geotermalna energija v SV Sloveniji v obdobju 1995-2010</li> <li>- vrste neposredne rabe toplote termalne vode</li> <li>- vrste rabe geotermalne energije v letu 2010 (deleži)</li> <li>- deleži termalne vode iz različnih vodonosnikov v celotnem odvzemu v obdobju 1960-2011</li> </ul> |
|                  | Rajver, D., Ravnik, D.                                  | Novi atlas geotermalnih virov v Evropi                                                                                                         | 2003  | v celoti                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- bolj in manj obetavna geotermalno potencialna območja Slovenije</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                  | Lapanje, A.                                             | Hidrogeološke značilnosti termalnega vira Rimske Toplice                                                                                       | 2002  | Rimske Toplice                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- položajna skica kaptažnih objektov in raziskovalnih vrtin v Rimskih Toplicah</li> <li>- rekonstrukcija spreminjanja gladine termalne vode v Rimskih Toplicah</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                  | Rajver, D., Ravnik, D.                                  | Geotermična slika Slovenije - razširjena baza podatkov in izboljšane geotermične karte                                                         | 2002  | v celoti                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- temperatura v globini 1000 m</li> <li>- površinska gostota toplotnega toka (mW/m<sup>2</sup>)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |