



Financira
Europska unija
NextGenerationEU

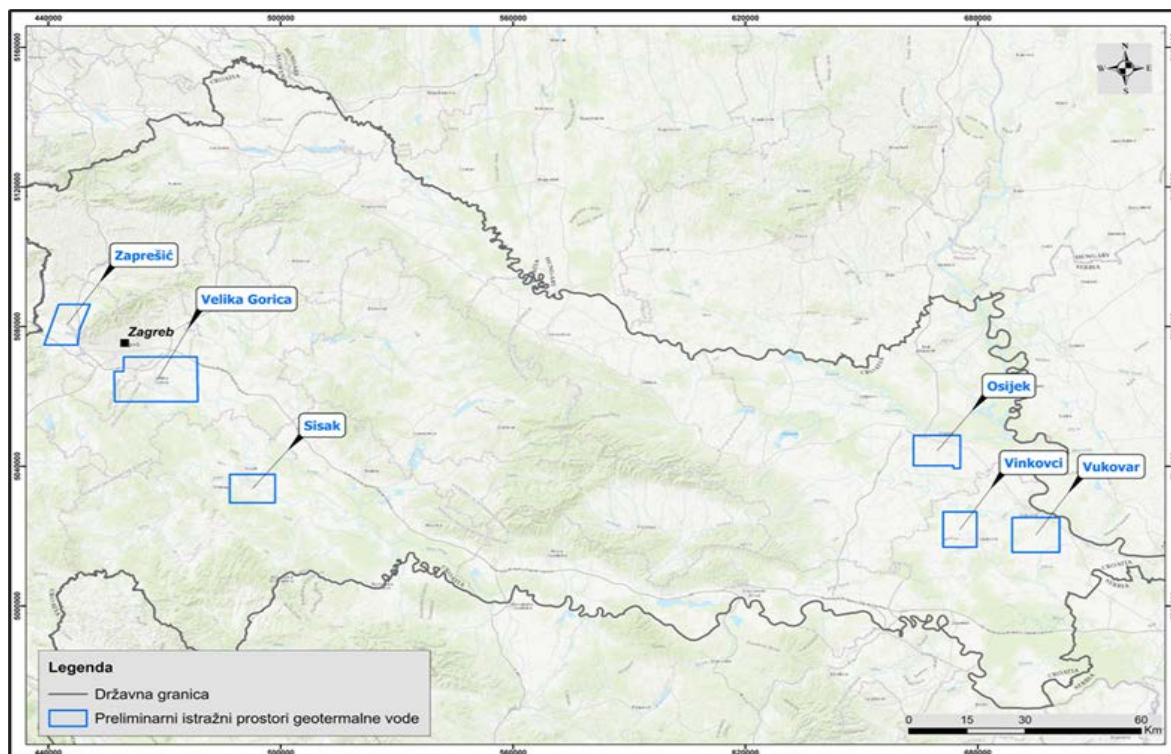
REZULTATI ISTRAŽIVANJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA

Preliminarni istražni prostor Osijek

Istražna geotermalna bušotina Osijek GT-1 (OsGT-1)

U sklopu programa Nacionalni plan oporavka i otpornosti (NPOO) kroz mjeru C1.2. R1-I2 „Poticanje energetske učinkovitosti, toplinarstva i obnovljivih izvora energije za dekarbonizaciju energetskog sektora“, Agenciji za ugljikovodike izvorno su dodijeljena financijska sredstva za ispitivanje i potvrđivanje geotermalnog potencijala u iznosu od 30 milijuna EUR. Cilj provedbe ovog tehnički i kapitalno intenzivnog projekta jest povećanje udjela obnovljivih izvora energije, točnije geotermalne energije u sektoru toplinarstva.

U revidiranom planu NPOO projekta, Agenciji su dodijeljena dodatna sredstva od 20,8 milijuna EUR s kojima se planiraju daljnje istražne aktivnosti i de-riskiranje područja preliminarnih istražnih prostora.



Inicijalno za geološko deriskiranje i ispitivanje geotermalnog potencijala odabrano je šest lokacija odnosno preliminarnih istražnih prostora sukladno geološkim i tehničkim kriterijima: Osijek, Vinkovci, Vukovar, Zaprešić, Sisak i Velika Gorica. Na svim preliminarnim istražnim prostorima tijekom kraja 2022. te tijekom prve polovice 2023. obavljena su geofizička snimanja 2D seizmike i magnetotelurike. Obradom i interpretacijom navedenih podataka uz integraciju postojećih geofizičkih podataka, dobila se jasnija slika podzemlja i potencijala za iskorištavanje geotermalne vode u svrhu toplinarstva na svakom od prostora.

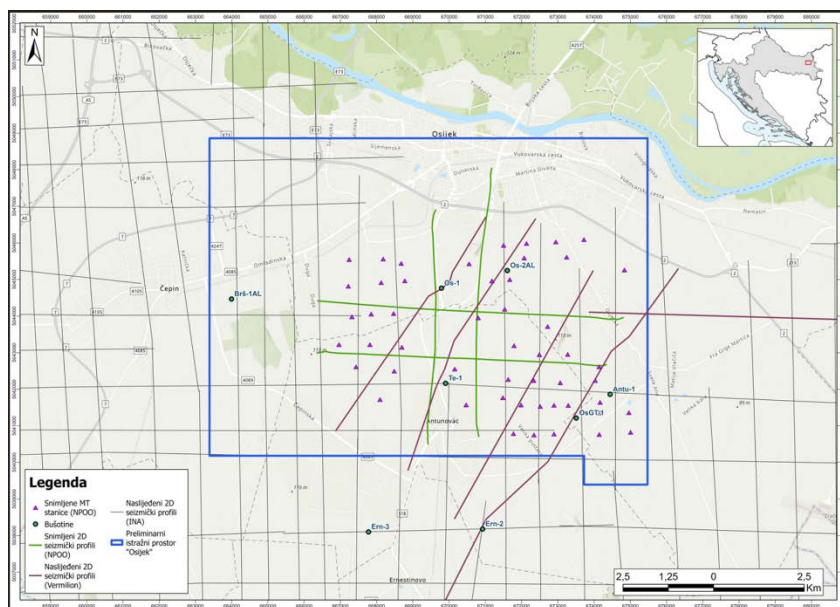
Temeljem geološko-geofizičkih evaluacija odabrana su 4 preliminarna istražna prostora na kojima će se izraditi po jedna istražna bušotina: Velika Gorica, Zaprešić, Osijek i Vinkovci. Izradom i testiranjem bušotina utvrdit će se potencijal iskorištavanja geotermalne vode i parametri nužni za privođenje bušotini proizvodnji prvenstveno s aspekta toplinarstva.

Za potrebe projektiranja, nabave materijala i izrade istražnih geotermalnih bušotina na četiri preliminarna istražna prostora, tijekom 2024. proveden je postupak javne nabave po principu ključ u

ruke. Nakon provedenog postupka javne nabave, odabrani najpovoljniji ponuditelj je društvo CROSCO, naftni servisi, d.o.o. (dio INA Grupe).

Za izradu geotermalne bušotine na preliminarnom istražnom prostoru Osijek, Agencija za ugljikovodike je s društvom CROSCO, naftni servisi d.o.o. sklopila ugovor o izradi istražne geotermalne bušotine - projektiranje, nabava materijala i izrada istražne geotermalne bušotine po principu ključ u ruke. Vrijednost ugovora za preliminarni istražni prostor Osijek je 8.128.243,00 EUR-a bez PDV-a.

Podaci korišteni za interpretaciju preliminarnog istražnog prostora Osijek



Slika 1 Karta s prikazanim dostupnim podacima

2D seizmički podaci:

2D seizmički podaci:

naslijeđeni podaci (INA) iz 1970-tih do sredine 1980-tih

U okviru NPOO projekta snimljena su 4 nova profila 2023.g ukupne duljine 37,650 km

9 profila snimljeno od strane kompanije Vermillion 2018. g

Magnetotelurski podaci-snimljeno u okviru NPOO projekta

Snimljeno 50 MT točaka

izrađeni 1D MT inverzija, 2D MT inverzija na 5 profila

3D MT inverzija –MT volumen

Bušotinski podaci:

Unutar istražnog prostora:

Osijek -1 (Os-1), Osijek-2, (Os-2), Osijek-2AL (Os-2AL), Tenjski Antunovac-1 (Te-1), Antunovac-1 (Antu-1), Brešće-1 (Brš-1), Brešće-1AL (Brš-1AL)

Izvan istražnog prostora:

Ernestinovo-2 (Ern-2) i Ernestinovo-3 (Ern-3)

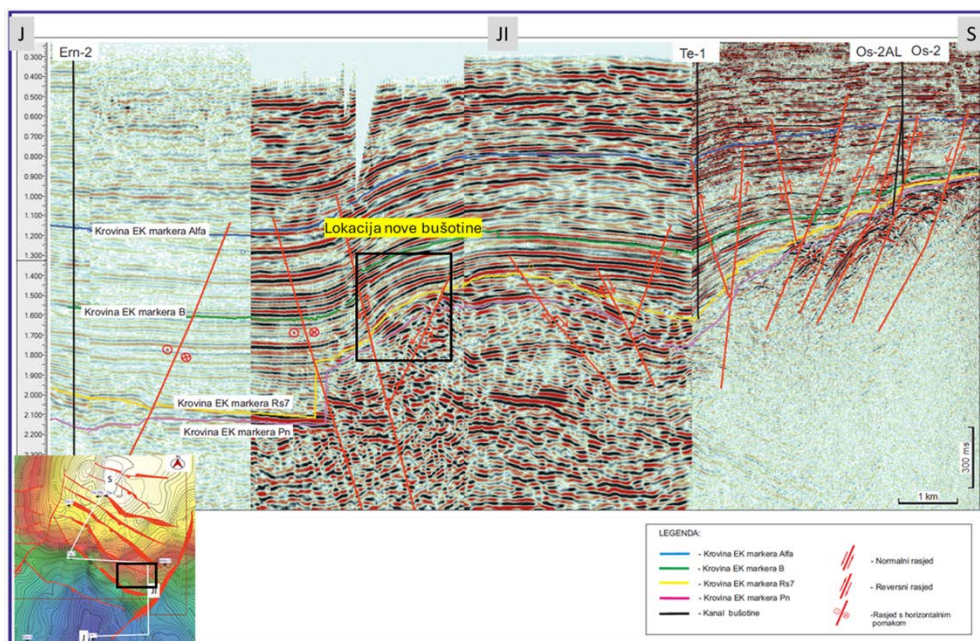
Interpretacija geofizičkih podataka

Glavni cilj seizmičke interpretacije bio je što detaljnije definiranje strukturno tektonskih odnosa na istražnom prostoru te lociranje nove geotermalne bušotine.

Kalibracija seizmičkih i bušotinskih podataka temeljena je na postojećim snimljenim zakonima brzina za bušotinama Tenjski Antunovac-1, Branjevine-1, Ernestinovo-1.

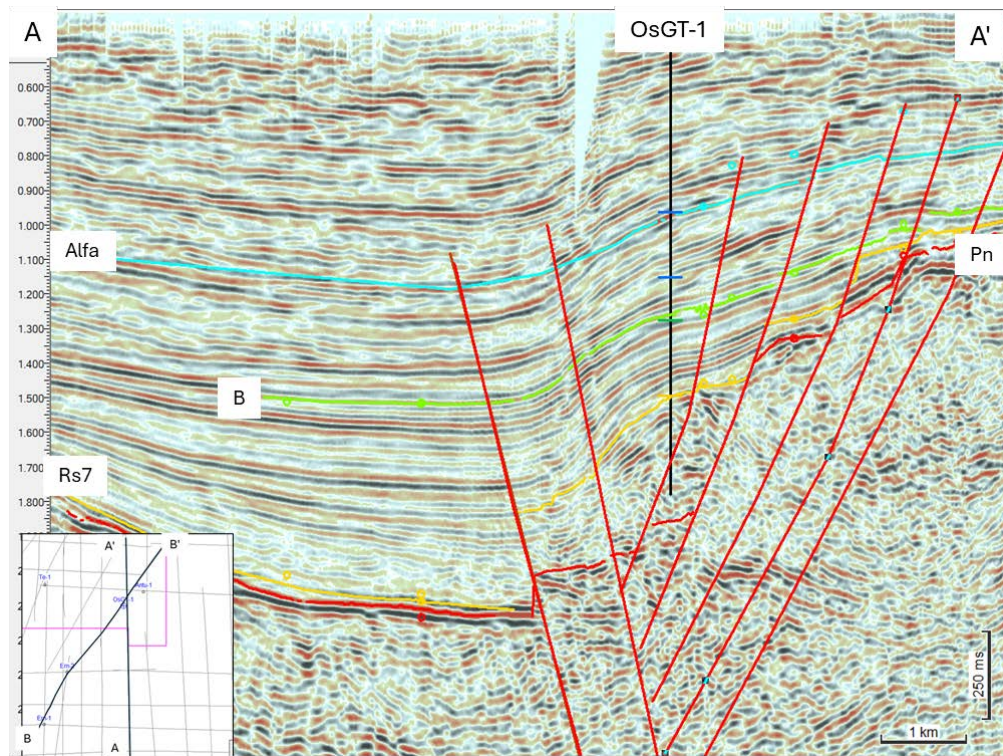
Korelacijom dubina zalijeganja na svim navedenim bušotinama i seizmičkih podataka interpretirani su seizmički horizonti na širem području, a koji predstavljaju :

- Krovinu EK markera Alfa (krovina vera formacije)
- Krovinu EK markera B (krovina vinkovačke formacije)
- Krovinu EK markera Rs7 (krovina vukovarske formacije)
- Krovinu EK markera Pn (krovina mezozoika)

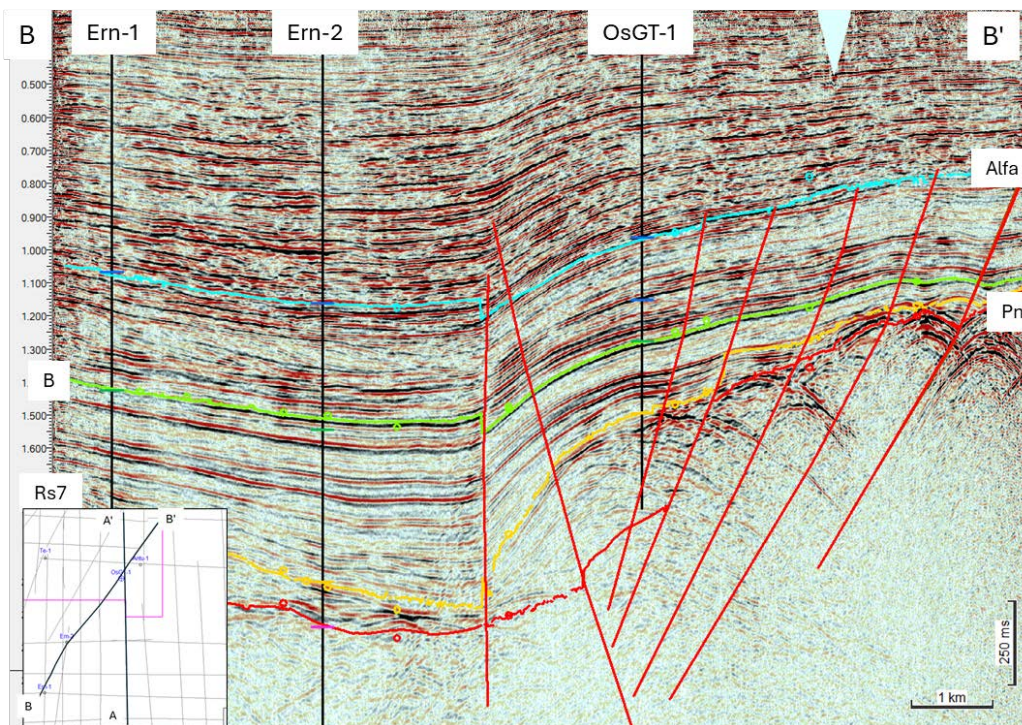


Slika 2. Kombinirani 2D seizmički profili preko PIP Osijek s prikazanim strukturno tektonskim elementima

Interpretirani seizmički profili preko lokacije istražne bušotine Os GT-1

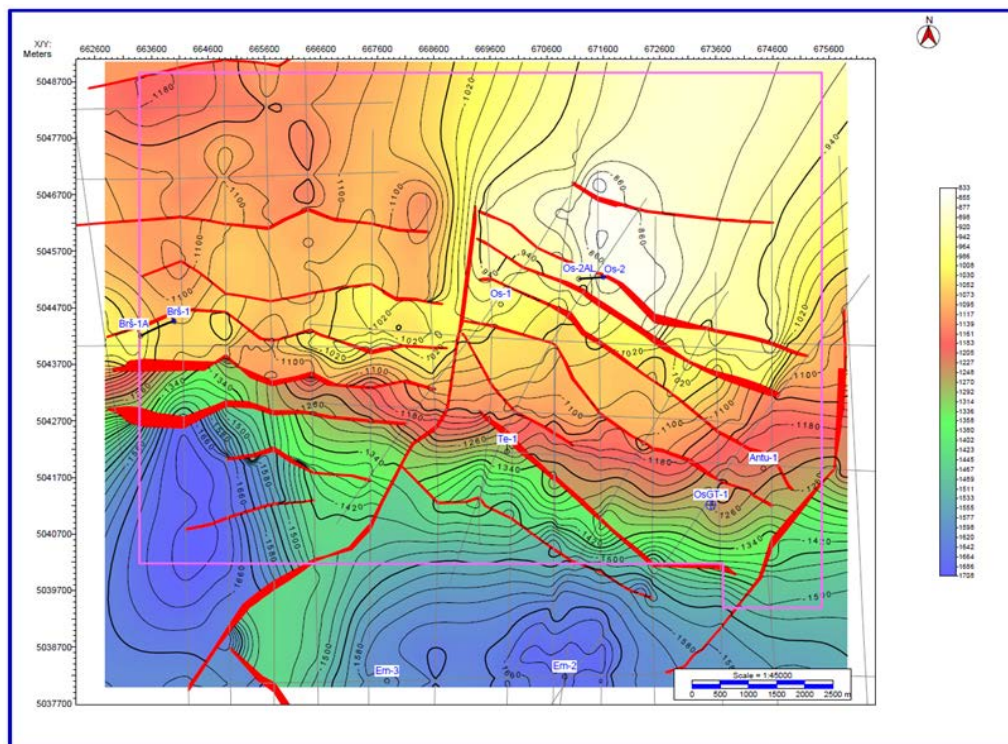


Slika 3 Interpretirani seizmički profil A-A' preko bušotine VGGT-1

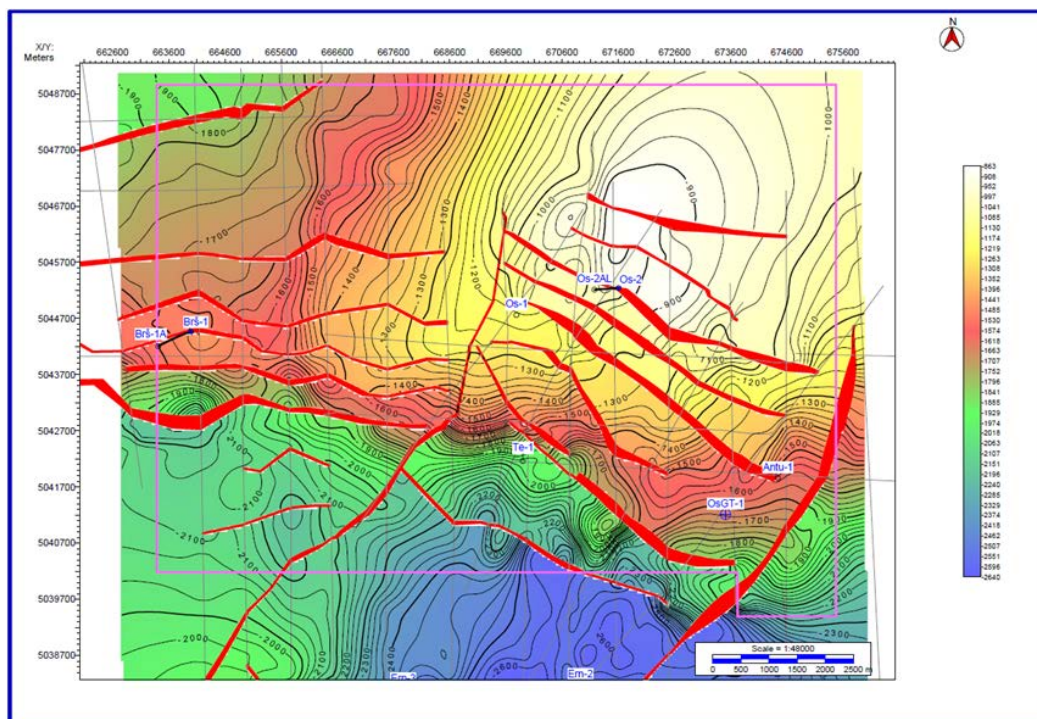


Slika 4 Interpretirani seizmički profil B-B' preko bušotine VGGT-1

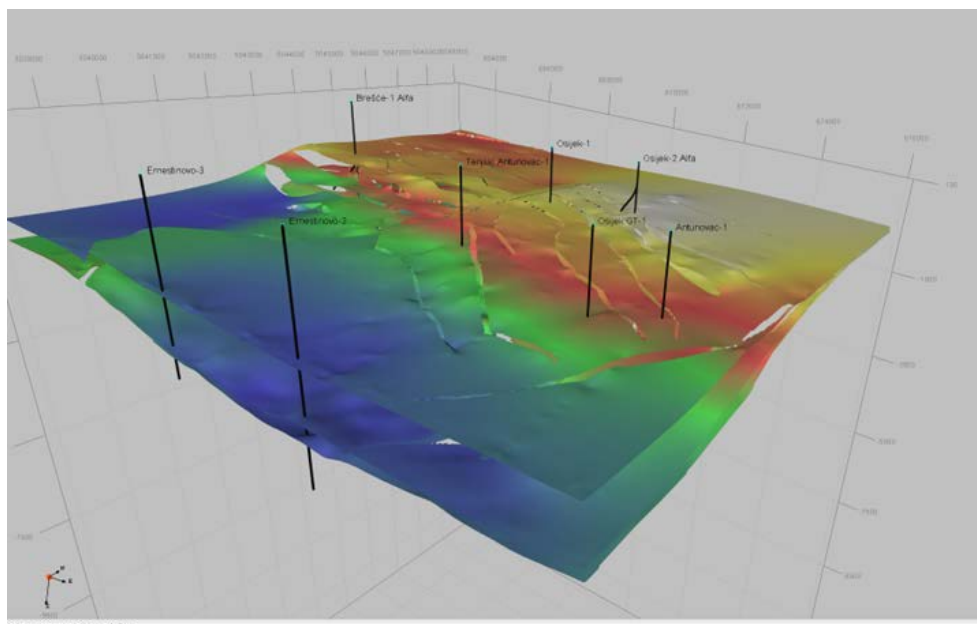
Dubinske strukturne karte po interpretiranim nivoima



Slika 5 Dubinska strukturna karta po krovini EK markera B



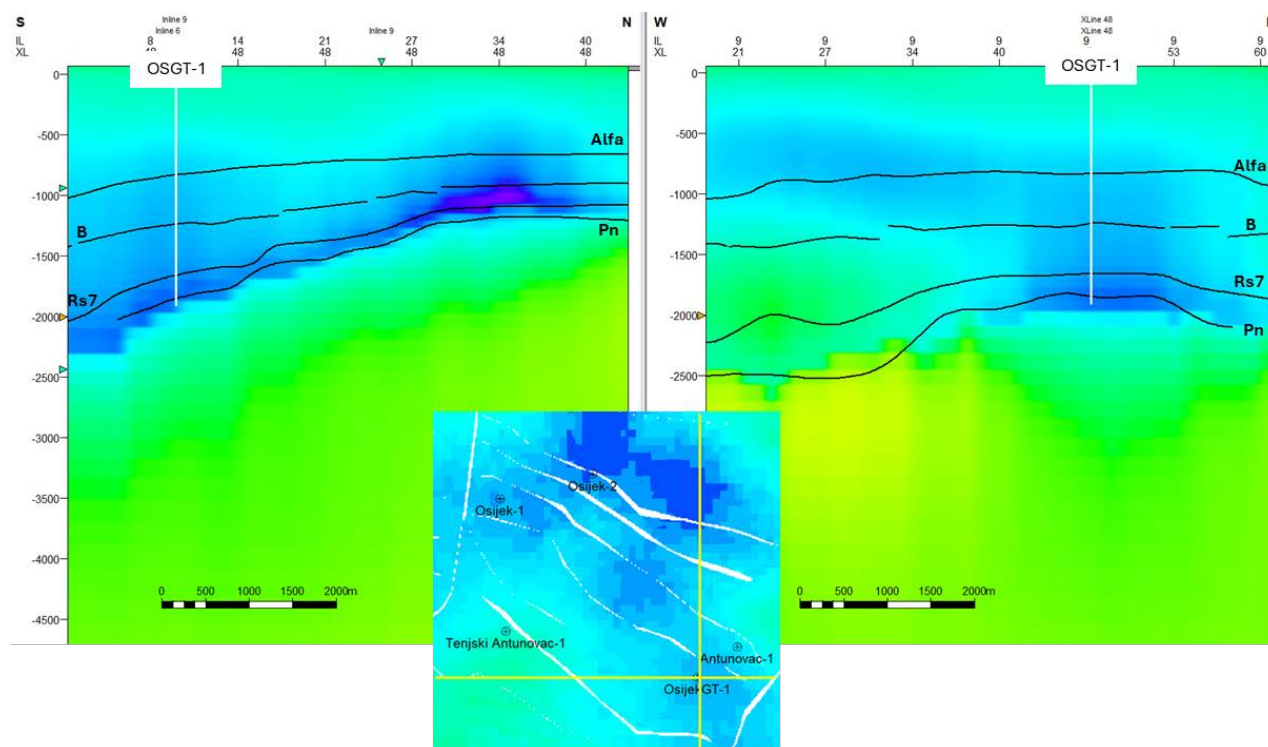
Slika 6 Dubinska strukturna karta po krovini EK markera Rs7



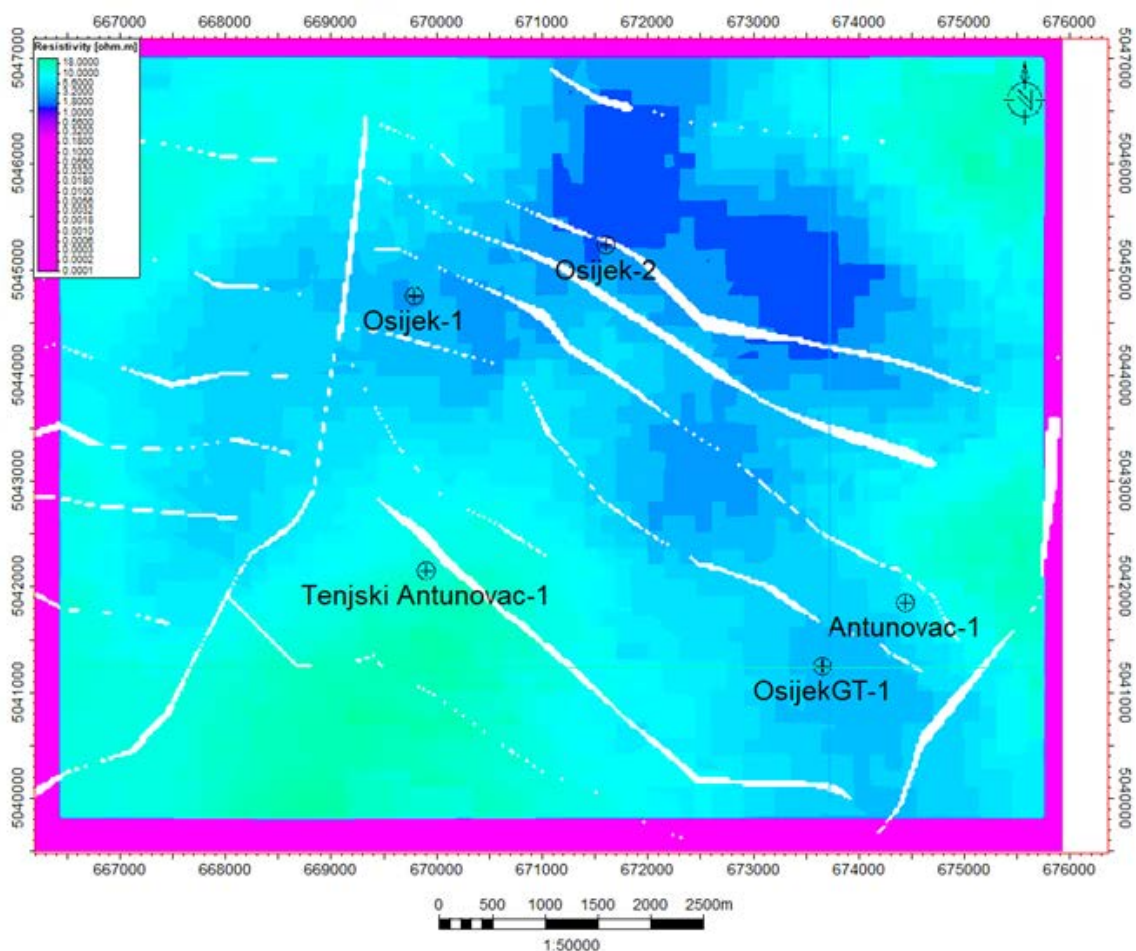
Slika 7. 3D prikaz dubinskih strukturnih karata

Interpretacija magnetotelurskih podataka

Podaci dobiveni magnetotelurskim mjerenjima i iz njih dobiveni 2D i 3D modeli korišteni su kao jedan od alata prilikom lociranja bušotine OsGT-1



Slika 8. Profili Z-I i S-J iz 3D magnetotelurskog modela prikazani preko bušotine OsGT-1



Slika 9. Karta MT otpora ekstrahirana u intervalu od 200 m ispod EK markera B-krovine pješčenjačkih ležišta

U intervalu pješčenjaka ispod markera B modelom su dobivene nešto više vrijednosti otpora unutar niskootpornih panonskih pješčenjaka koje mogu ukazivati na dobra geotermalna ležišta

Izrada i testiranje istražne bušotine OsGT-1

Početak izrade bušotine: 14.7.2025

Završetak bušenja: 12.8.2025

Konačna dubina: 2.300m

Početak testiranja: 13.08.2025

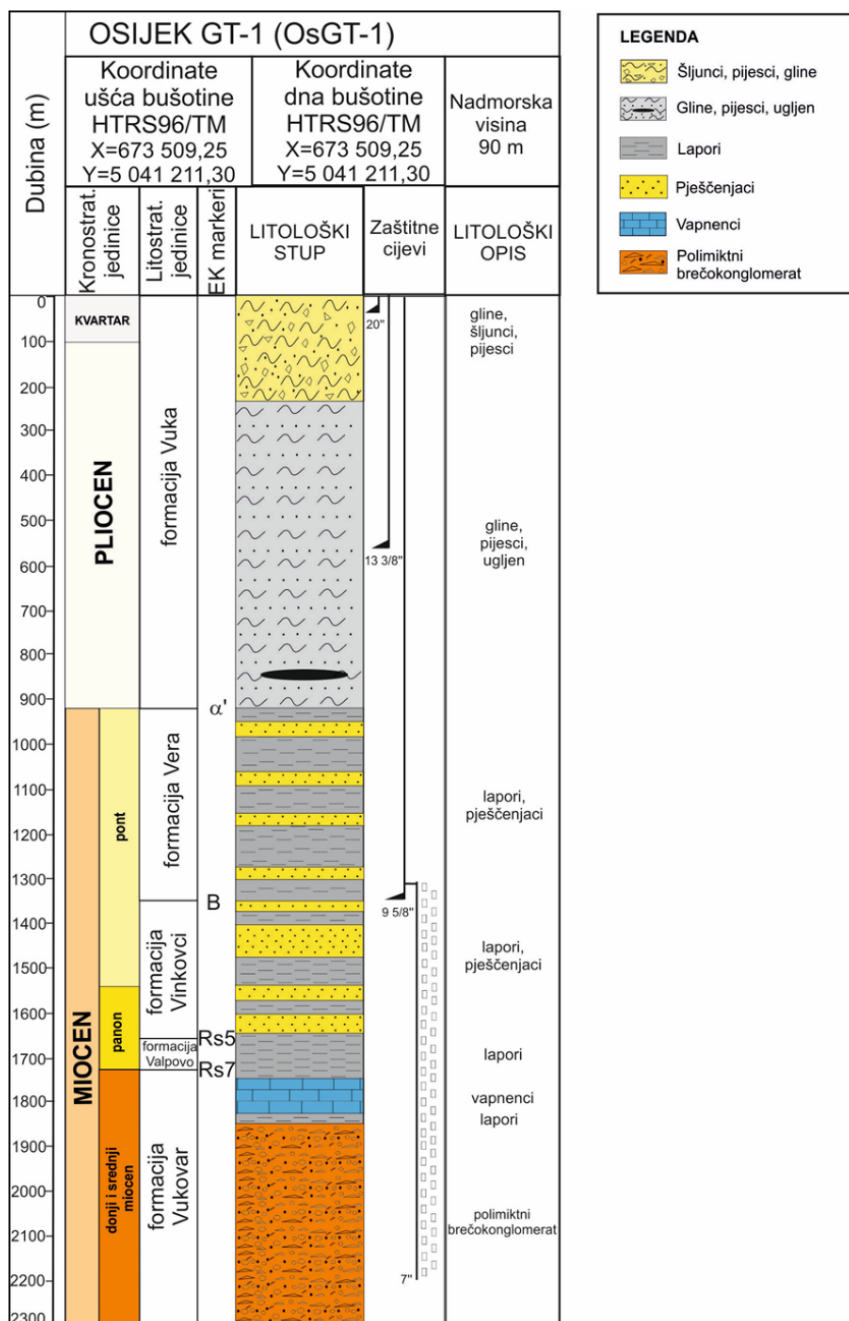
Završetak testiranja: 29.08.2025

Probušena ležišta:

- Brečokonglomerati : 2300 – 1827 m

- Litotamnijski vapnenci: 1827 – 1758 m
- Pješčenjaci: 1352 – 1653 m

Temperatura na 2.202m – 107°C



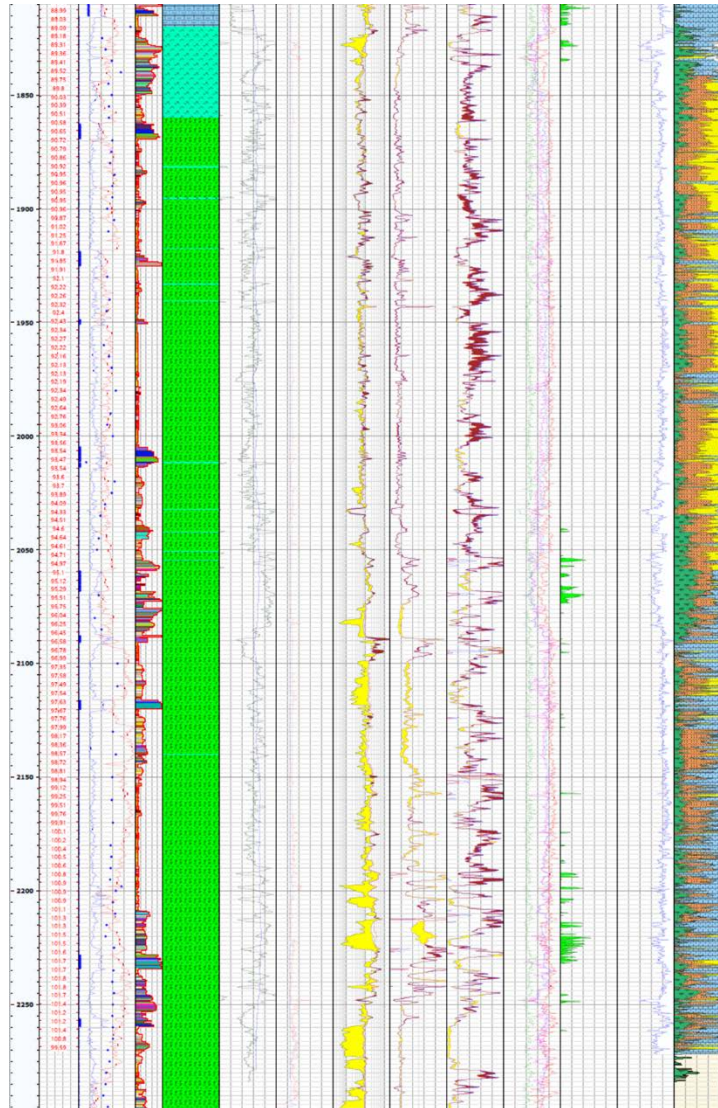
LEGENDA	
	Šljunci, pijesci, gline
	Gline, pijesci, ugljen
	Laponi
	Pješčenjaci
	Vapnenci
	Polimiktni brečokonglomerat

Slika 10. Litološki stup bušotine OsGT-1

Petrofizikalna analiza bušotine Os GT-1

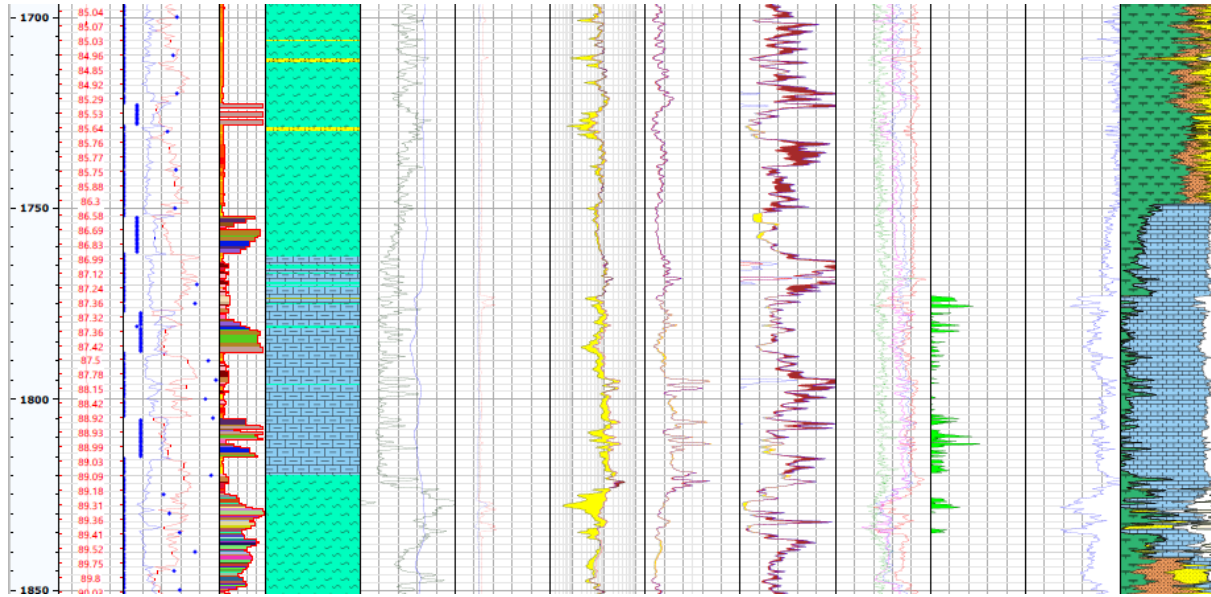
Brečokonglomerati : 2300 – 1827 m

Φ_{av} 12%



Litotamnijski vapnenac: 1827 – 1758 m

Φ_{av} 14%



Pješčenjaci : 1653 – 1352 m

Eruptivno testiranje:

Osvajanje bušotine liftiranjem

Eruptivan rad bušotine (3''):

$q_w = 2,5 \text{ l/s}$; $p_{u\dot{s}} = 0,77 \text{ bar}$; $T_{u\dot{s}} = 63^\circ\text{C}$

Testiranje s ESP pumpom

EPS pumpa spuštена na dubinu od 522 m

Ukupno trajanje eruptivnog testiranja: 28 h

Bušotina ispitana na protoke 4 - 35 l/s, pri različitim frekvencijama (30 – 60 Hz) pumpe, $T_{u\dot{s}} = 84,3^\circ\text{C}$

Numerička simulacija eksploatacije geotermalne vode

Simulacije proizvodno-utisnog para na lokaciji PIP Osijek koristeći TOUGH2 softver (EWASG modul)

Razmatrano ležište: pješčenjaci

Dubina: -1350 do -1650

Ležište je s lateralnih strana omeđeno nepropusnim rasjedima

Svojstva ležišnih stijena:

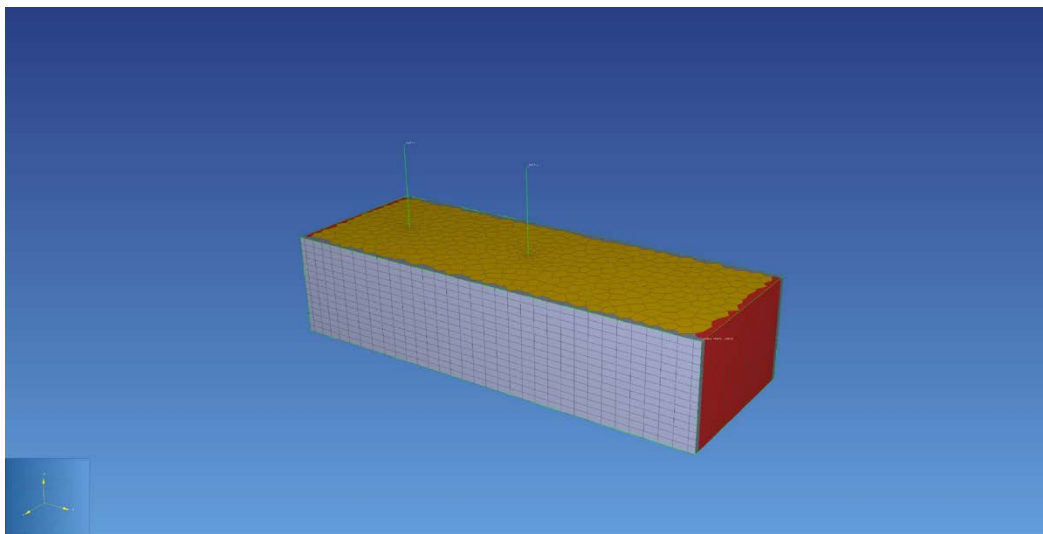
- Efektivna debljina: 300 m
- Poroznost: 17.5%
- Propusnost: 8.87 mD
- Temperatura geotermalne vode: 79 - 92 °C

Strategije eksploatacije:

Proizvodna i utisna bušotina udaljene 800/600/400 m (3 simulacijska slučaja)

Strategije eksploatacije:

- Zimski dio godine: $q = 30 \text{ l/s}$
- Ljetni dio godine: $q = 5 \text{ l/s}$
- Utis vode pri 35 °C
- Vrijeme simulacije: 35 godina



Prikazani rezultati na razini težišta ležišta (-1500 m)

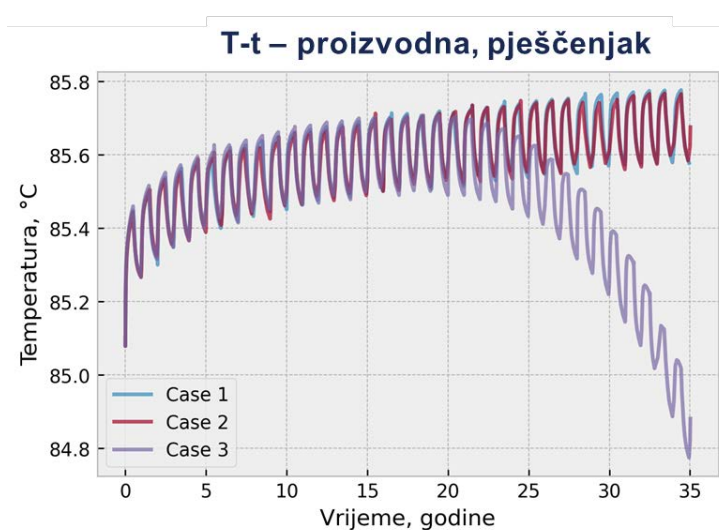
Tlak u ležištu je očuvan utisom

Pad temperature u ležištu pješčenjaka zabilježen je samo u slučaju udaljenosti od 400 m od proizvodne do utisne bušotine

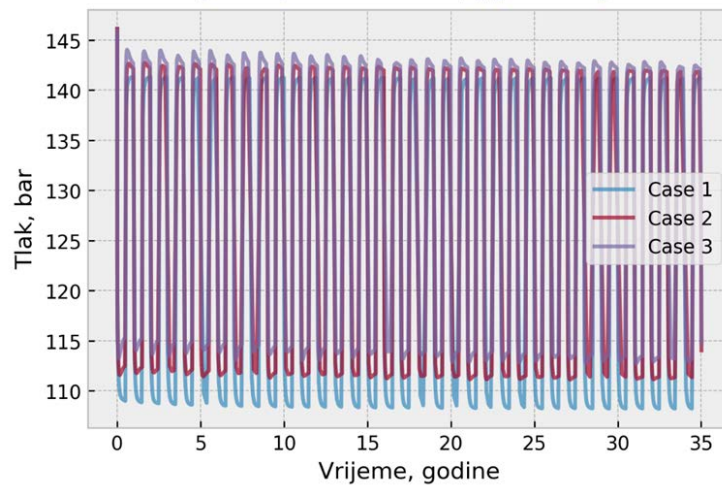
Temperatura na ušću bušotine izračunata Ramey-jevim modelom

Mala propusnost i velike efektivna debljina pješčenjaka osiguravaju vrlo spor proboj hladne fronte s utisne bušotine

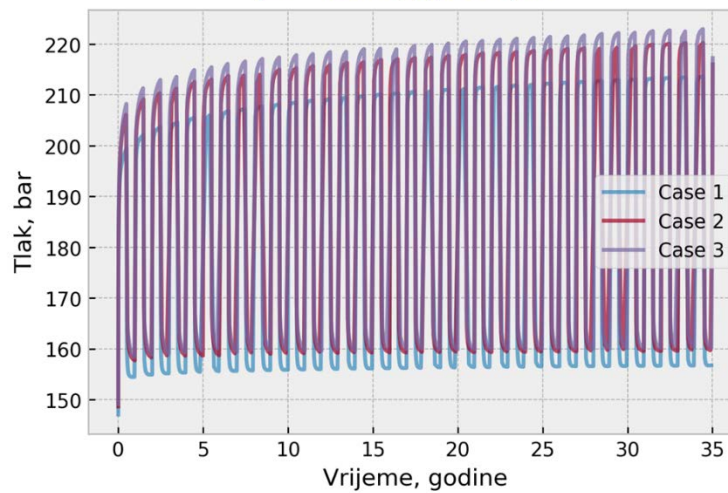
Temperatura geotermalne vode na ušću nakon godinu dana eksploatacije jednaka je u sva 3 slučaja, a posljedično je jednaka i toplinska snaga koju bušotina može isporučiti



p-t – proizvodna, pješčenjak



p-t – utisna, pješčenjak



Prostorno-planski aspekti vezani za Grad Osijek

VII. Izmjene i dopune Prostornog plana Osječko-baranjske županije

- Prepoznat velik potencijal geotermalne energije na području županije, iskazana potreba za integraciju u što većoj mjeri u razne svrhe.
- Preporuka je koristiti geotermalnu energiju za gospodarske komplekse i poljoprivredne objekte gdje energija nije lako dostupna, a izvjesna je blizina geotermalne bušotine.
- Preporuča se integracija geotermalne energije u postojeće sustave grijanja gdje je tako nešto ekonomski isplativo.

Prostorni plan uređenja grada Osijeka

- Moguće je građenje postrojenja za proizvodnju električne i/ili toplinske energije koje koristi OIE u sklopu poljoprivrednog gospodarstva za obavljanje intenzivne poljoprivrede.
- U uličnim i cestovnim koridorima mogu se, i moraju, ako postoji potreba graditi građevine komunalne infrastrukture uključujući objekte za opskrbu električnom i toplinskom energijom.
- Planom je omogućena gradnja postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije koje koriste OIE. Također se omogućuje i gradnja susretnih/priključnih postrojenja/vodova
- Omogućuje se razvoj toplinskog i alternativnih sustava.

Generalni urbanistički plan grada Osijeka

- Planom je predviđena gradnja 2 nove KTE Osijek za proizvodnju električne energije, od kojih jedna može biti i proširenje postojeće KTE Osijek. Predviđen je i razvoj mreže parovoda i vrelovoda.
- Distribucijska mreža za toplinsku energiju može se razvijati sukladno potrebama, a potrebno ju je, gdje god je to moguće, voditi ispod pješačkih i biciklističkih staza i pješačkih i zelenih površina.

Toplinski sustav grada Osijeka

Jedan centralni toplinski sustav – TE-TO Osijek

➤ PRIMARNI ENERGENAT	Prirodni plin, biomasa
➤ DULJINA CJEVOVODA	55 700 m
➤ BROJ POTROŠAČA	Kućanstva: 10647 Poslovni objekti: 1280
➤ UKUPNA GRIJANA POVRŠINA	771.846 m ²
➤ UKUPNA GODIŠNJA ISPORUČENA ENERGIJA	≈ 193.9 GW

Budući planovi - Usmjerenost na modernizaciju i širenje toplinske mreže, planirano proširenje kapaciteta TE-TO Osijek gradnjom visokoučinkovitog kombi-kogeneracijskog postrojenja ukupne snage 85 MW(e) i 75 MW(t)

Prilike za integraciju geotermalne energije

- Gradski bazeni Copacabana (najveći potrošač prirodnog plina) i sportski centar Pampas
- Novi KBC – 215 000 m² i 38 kirurških dvorana – 3 puta veći od postojeće bolnice od 15 zgrada
- Opeka d.d.
- EUROKAMEN d.o.o.
- Vodovod Osijek d.o.o.
- Unikom d.o.o.
- Športski objekti d.o.o. – 12 sportskih objekata
- Poduzetnička zona Nemetin – Jabil, IMS Gear