

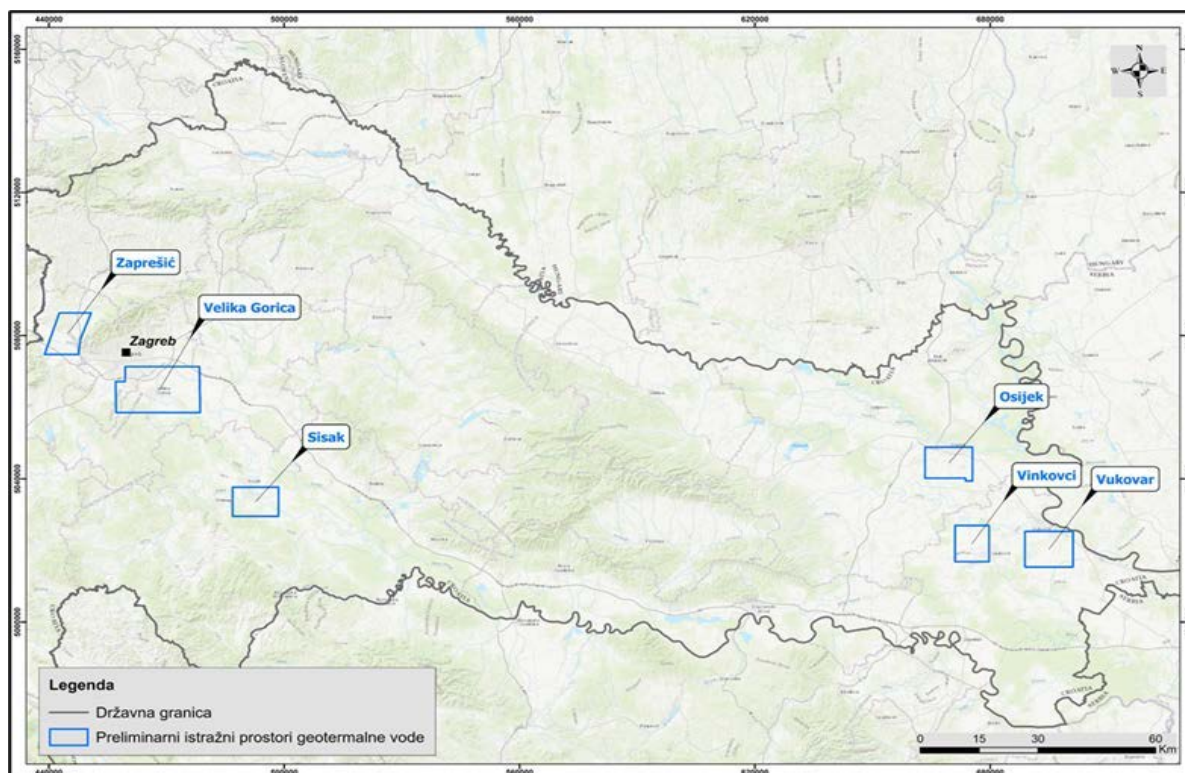


Financira
Europska unija
NextGenerationEU

REZULTATI ISTRAŽIVANJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA

Preliminarni istražni prostor Sisak

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.



Slika 1. Položajna karta s prikazom preliminarnih istražnih prostora (PIP)

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.

Tijekom 2024. godine izrađena je Geološko-geofizička ležišna studija za projekt izrade istražne bušotine. Glavni cilj studije bio je odrediti geotermalni potencijal te predložiti lokaciju istražne geotermalne bušotine na temelju interpretacije novo snimljenih i obrađenih geofizičkih podataka, kao i njihove integracije i kalibracije s postojećim podacima. Rezultati interpretacije podataka i prijedlozi lokacija istražnih geotermalnih bušotina preuzeti su iz dostavljene Studije.

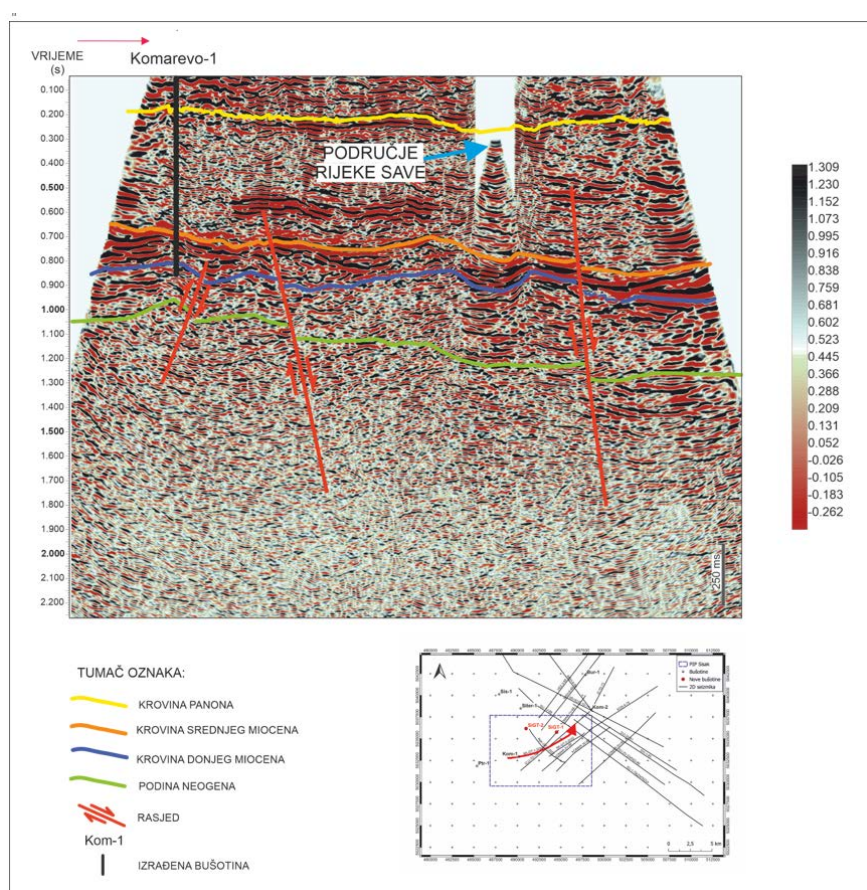
Interpretacija geofizičkih podataka

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

Kalibracija seizmičkih i bušotinskih podataka temeljena je postojećem snimljenom zakonu brzina na bušotini Burjanci-1 budući da nijedna od prethodno navedenih bušotina nema snimljen zakon brzina.

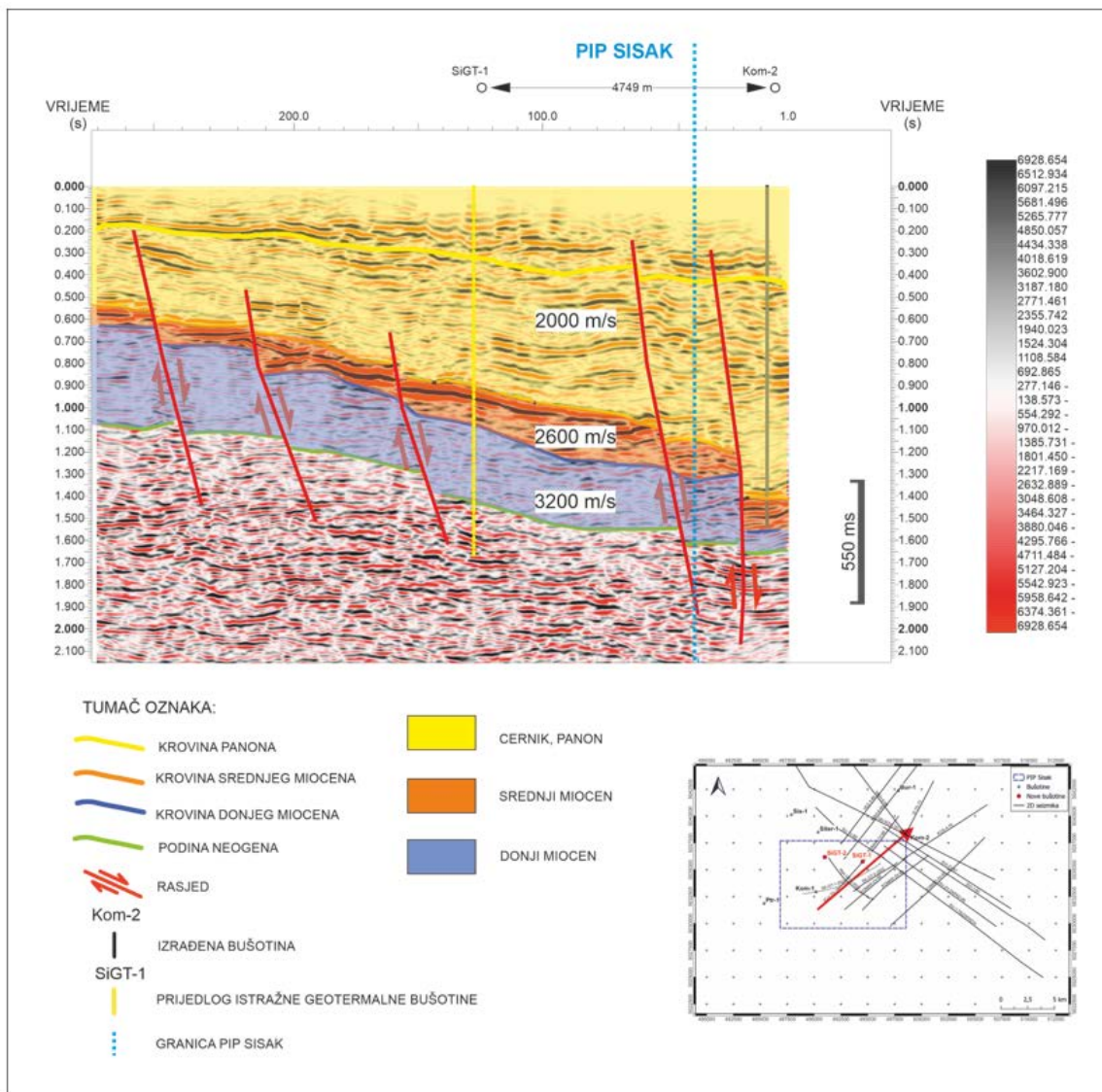
Korelacijom dubina zalijeganja na svim navedenim bušotinama i seizmičkih podataka, interpretirani su seizmički horizonti na širem području, a koji predstavljaju :

- Krovinu panonskih naslaga (EK marker α),
- Krovinu naslaga donjeg do srednjeg miocena (EK marker Rs7),
- Horizont unutar naslaga donjeg do srednjeg miocena - karpat (EK marker d),
- Krovinu podloge neogena (krovina podloge neogena).



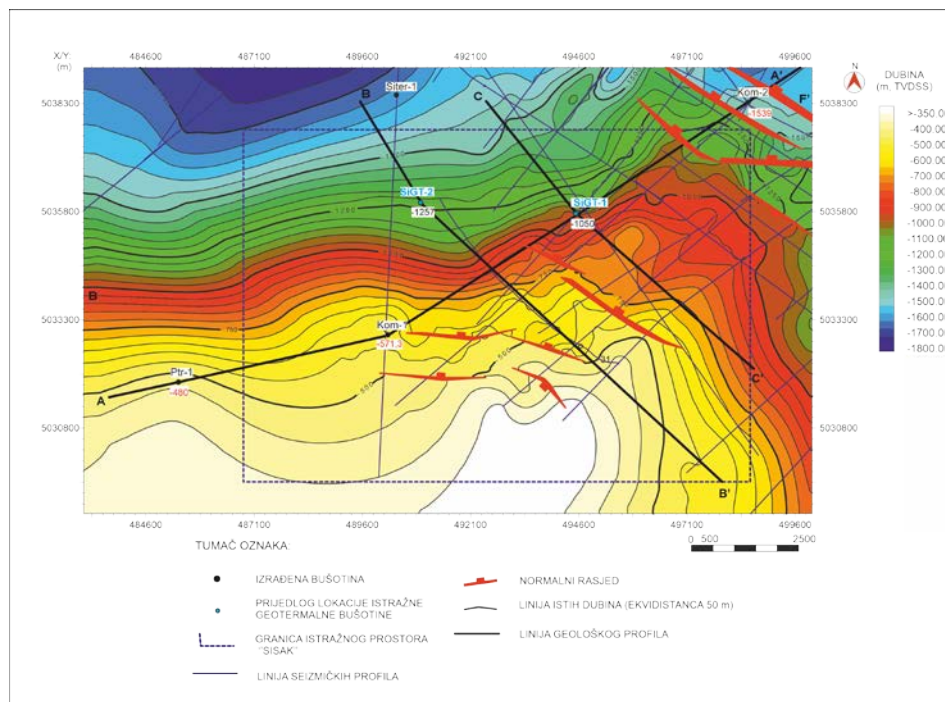
Slika 3. Interpretirani 2D seizmički profil SK-GT-1-2022 preko PIP Sisak

Interpretirani seizmički profili s predloženom lokacijom istražne geotermalne bušotine SiGT-1

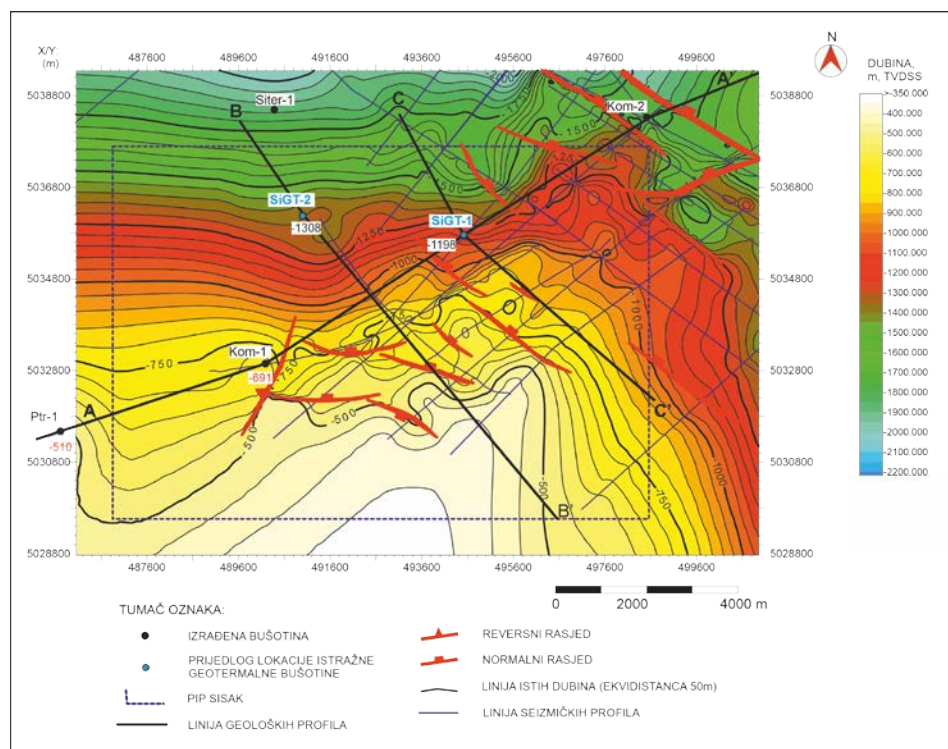


Slika 4. Interpretirani seizmički profil IZJJ-7D-74-R

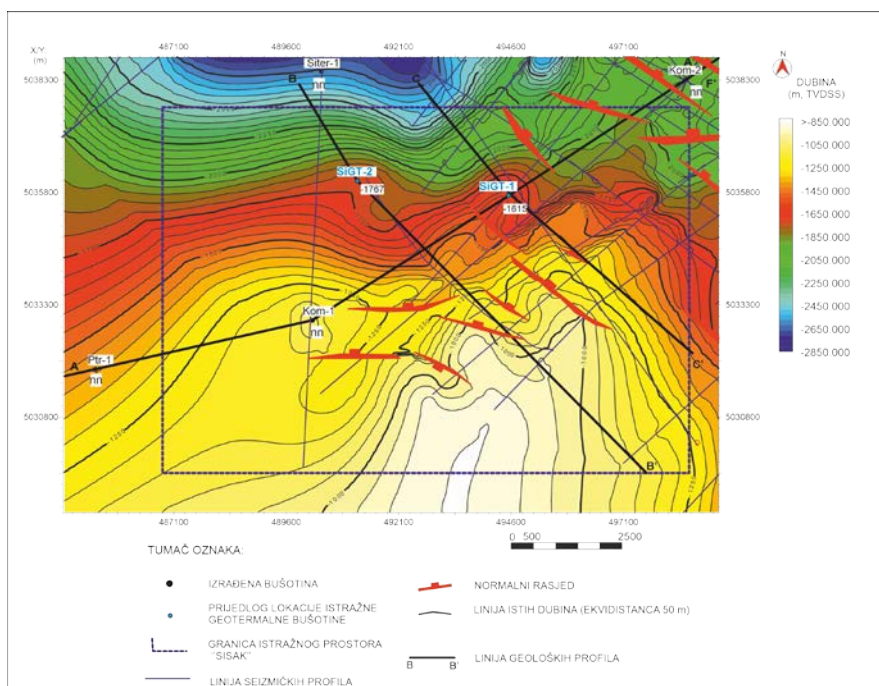
Dubinske strukturne karte po interpretiranim nivoima



Slika 5. Dubinska strukturna karta po krovini srednjeg miocena



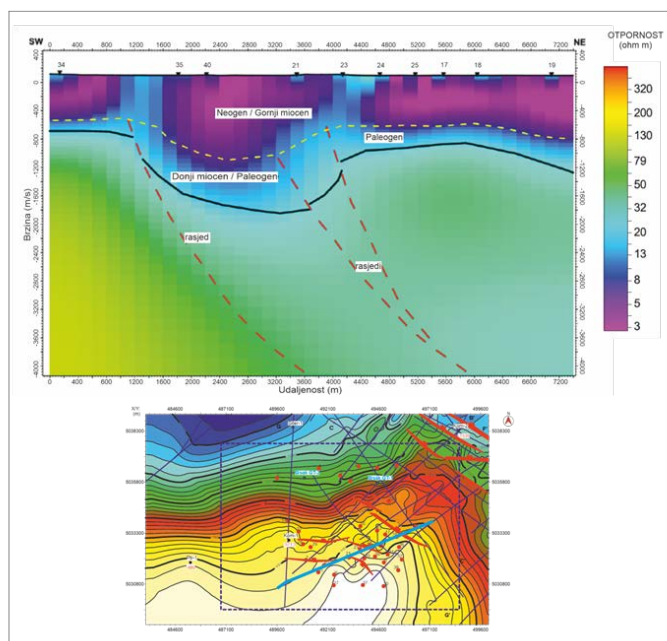
Slika 6. Dubinska strukturna karta po krovini donjeg miocena



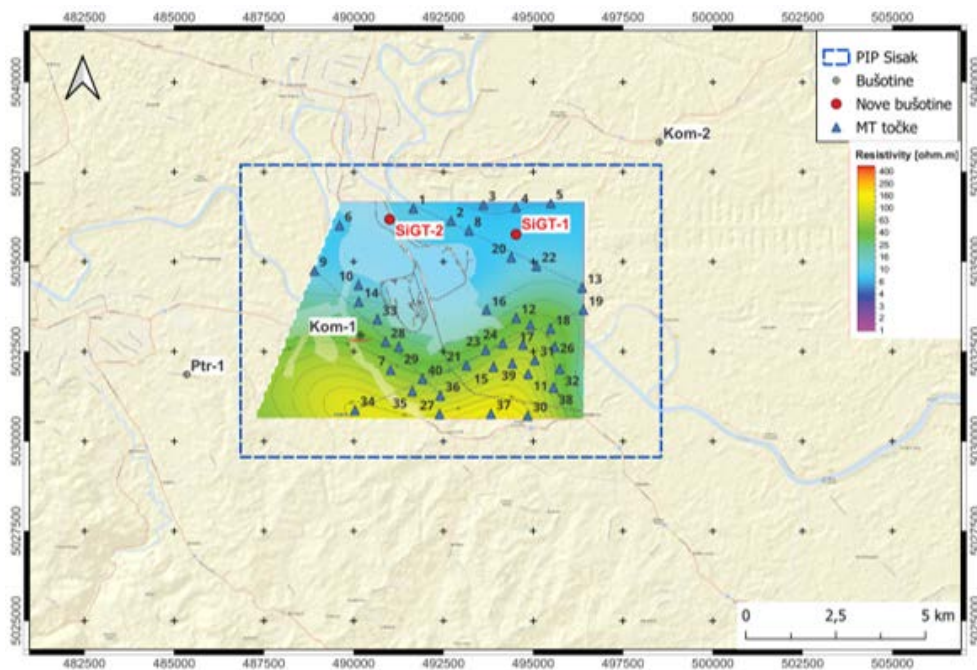
Slika 7. Dubinska strukturna karta po krovini podloge neogena

Interpretacija magnetotelurskih podataka

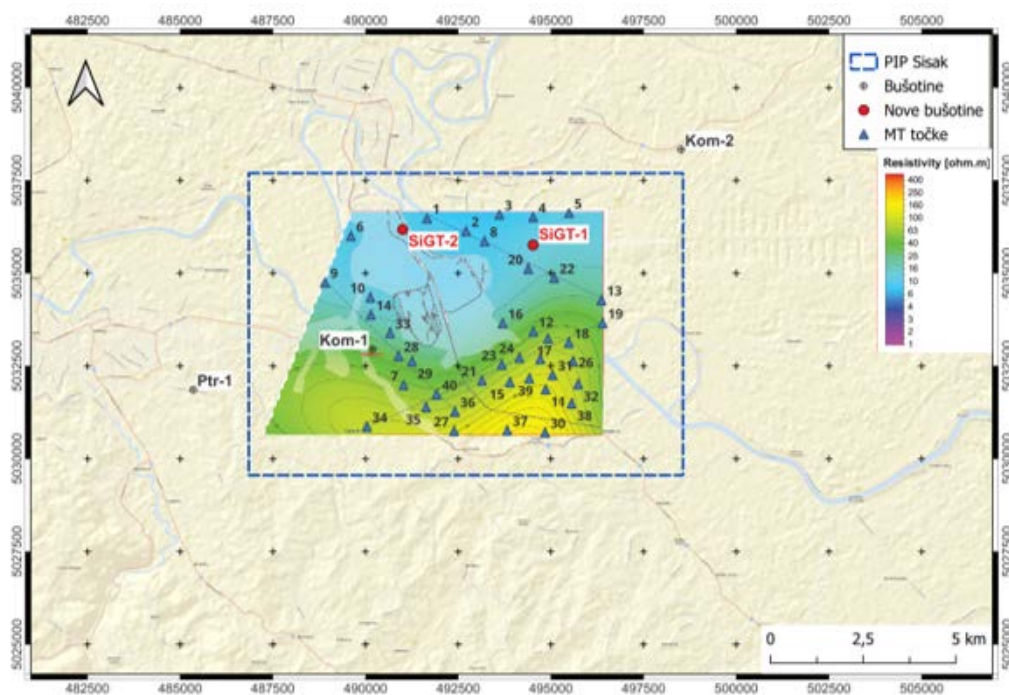
3D inverzija je izvedena istovremeno za svih 40 točaka. Najdublji kompleks koji se odnosi na horizonte donjeg miocena, paleogena i podloge neogena, predstavlja podlogu visokog otpora.



Slika 8. Magnetotelurski profil A



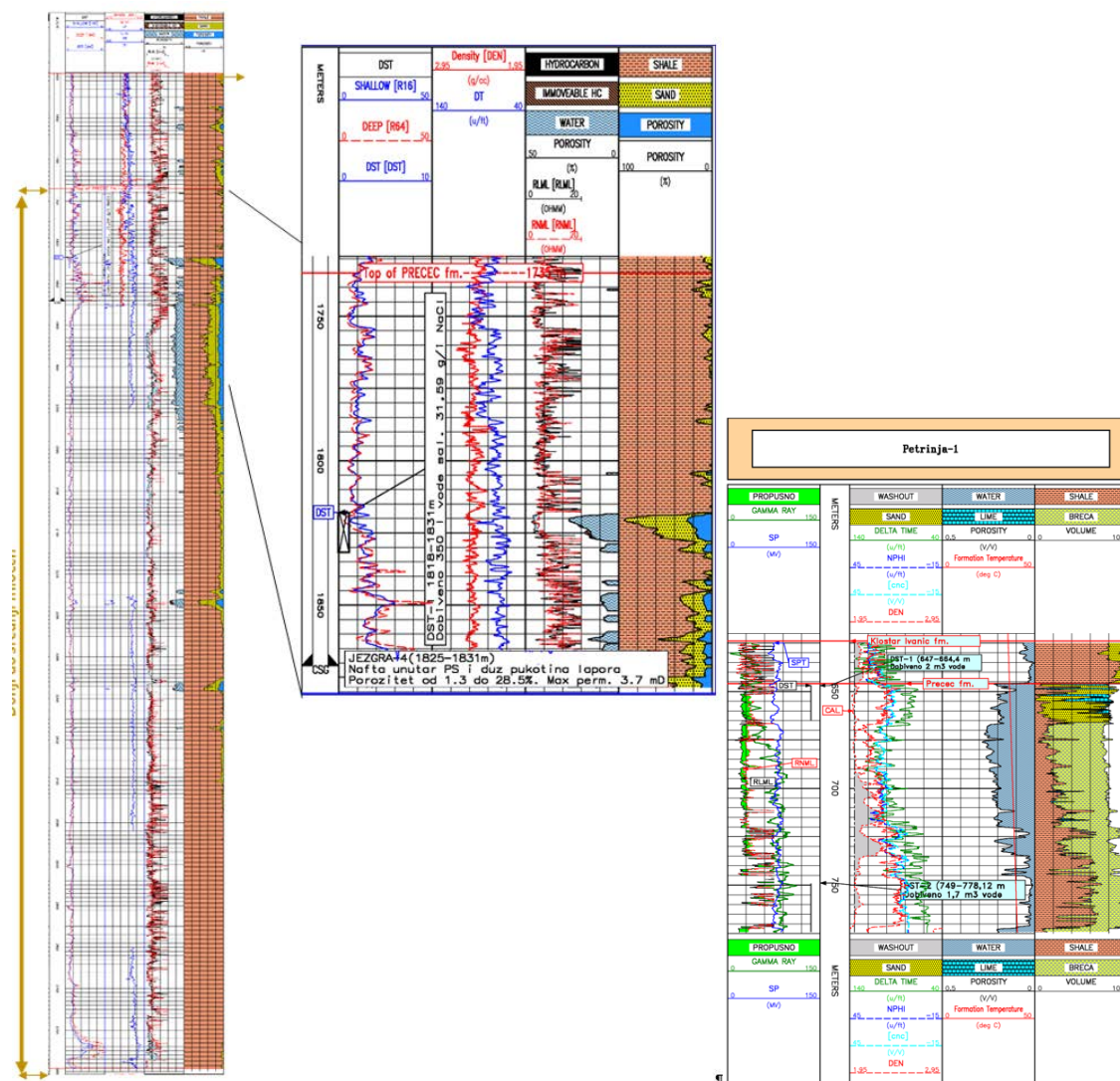
Slika 9. Karta magnetotelurskih otpora ekstrahirana na dubini 1500 m



Slika 10. Karta magnetotelurskih otpora ekstrahirana na dubini 2000 m

Petrofizikalna analiza bušotina

Analize karotažnih mjerenja izrađene su za postojeće bušotine Sis-1 i Ptr-1 budući da je ograničen set karotažnih mjerenja dostupan za bušotinu Kom-1 koja se jedina nalazi unutar preliminarnog istražnog prostora.



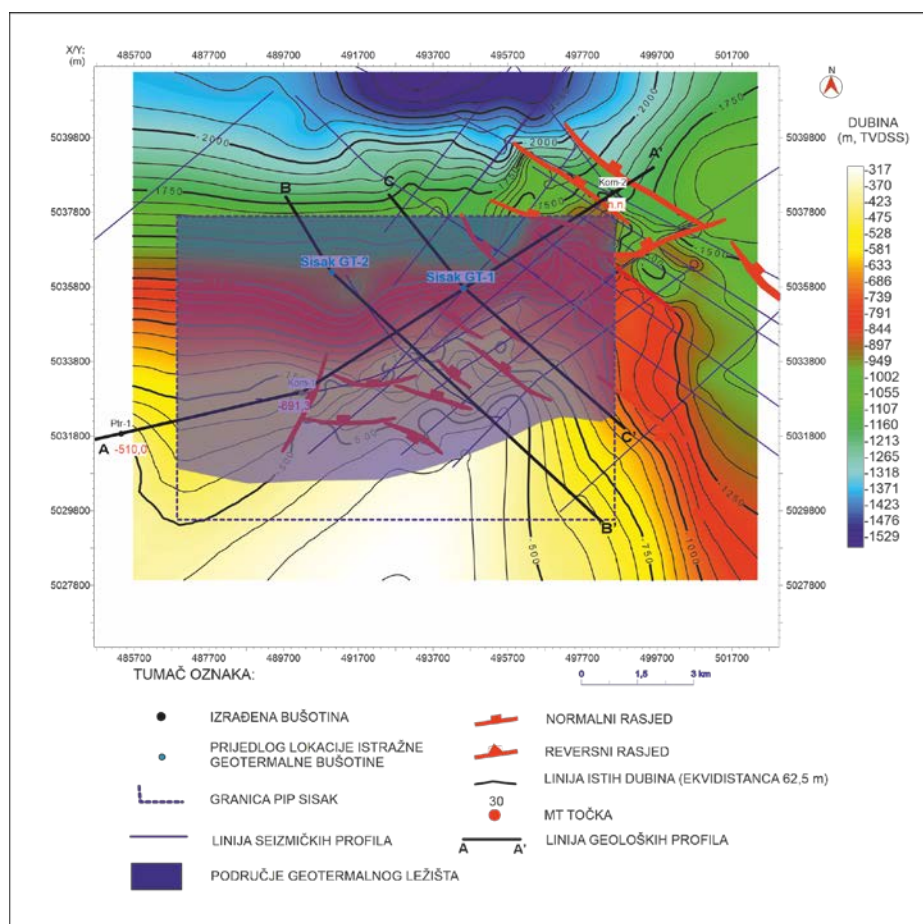
Slika 11. Prikaz petrofizikalnih analiza za bušotine Sis-1 (lijevo) i Ptr-1 (desno)

Pretpostavljena geotermalna ležišta

- Pretpostavljeno prostiranje geotermalnog ležišta odnosi se na područje veće frakturiranosti ležišta te sjeverne padine Komarevo antiklinale gdje su zalihe voda veća.

Geotermalni ciljevi

- Primarni cilj: litotamnijski vapnenci i brečokonglomerati srednjeg i donjeg miocena
- Sekundarni cilj: frakturirani metamorfiti podloge neogena.

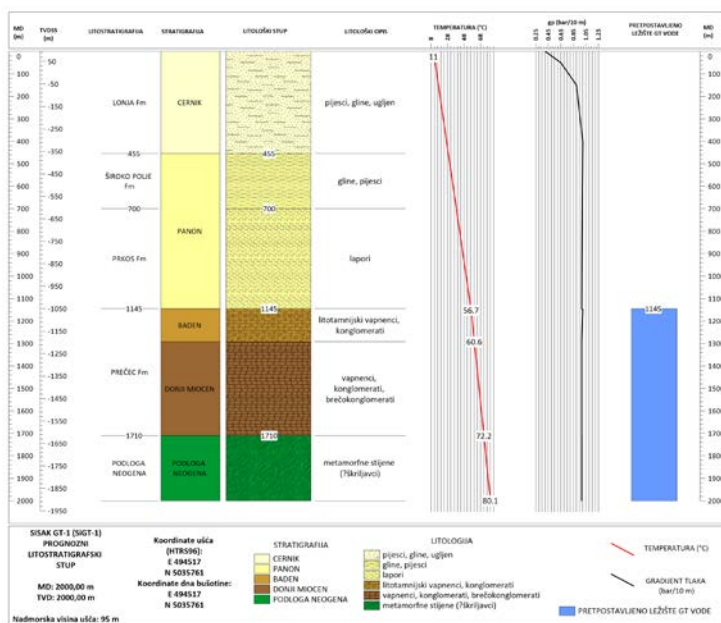


Slika 12. Pretpostavljeno prostiranje geotermalnog ležišta

Lokacije novih istražnih geotermalnih bušotina

Geotermalna bušotina SisGT-1

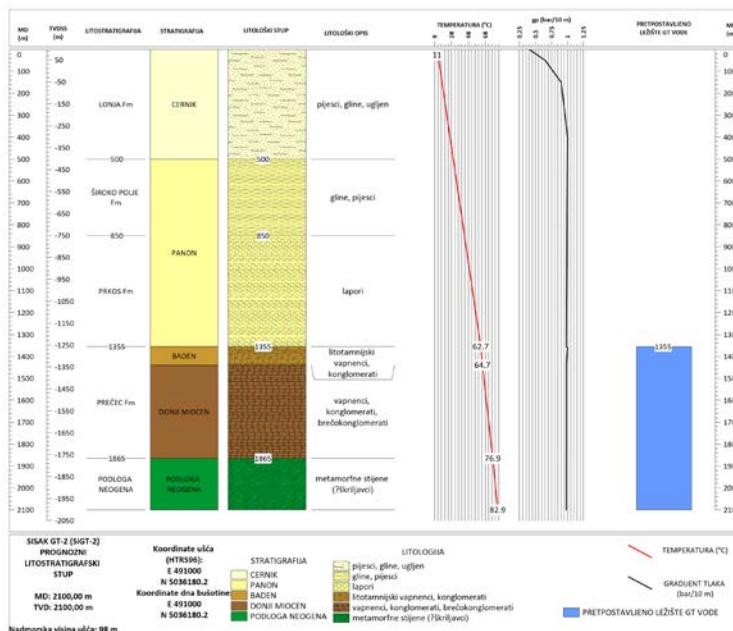
- Bušotina Sisak GT-1 (SiGT-1) locirana je u zapadnom dijelu PIP-a Sisak.
- Primarni cilj: litotamnijski vapnenci i brečokonglomerati srednjeg i donjeg miocena
- Sekundarni cilj: frakturirane naslage podloge neogena.



Slika 13. Prognozni geološki profil bušotine SisGT-1

Geotermalna bušotina SisGT-2

- Bušotina SisGT-2 locirana je u sjeverozapadnom dijelu PIP-a geotermalne vode Sisak.
- Primarni cilj: vapnenici, brečokonglomerati i konglomerati Prečec formacije
- Sekundarni cilj: frakturirane naslage podloge neogena.



Slika 14. Prognozni geološki profil bušotine SisGT-2

Procijenjeni geološki rizik

PROSPEKT	POSTOJANJE GT VODONOSNIKA				KVALITETA GT VODONOSNIKA				POVEZANOST UNUTAR LEŽIŠTA				KVALITETA GT SISTEMA			
	PRETPOSTAVKA	GEOLOŠKI PODACI PODUPRTE S GEOFIZIČKIM PODACIMA	POSTOJANJE GT VODONOSNIKA SREĆA PODRUČJA	POSTOJANJE OBILNIJE GT VODONOSNIKA	METAMORFIZIT, TO, BEZ NAČINA RASJEDANJA ILI TROŠENJA	PIŠČENAK	METAMORFNE STIENE TROŠNE ILI RASJEDNUTE	KARBONATNE STIENE TROŠNE ILI RASJEDNUTE/ VIŠE GT PLAYEVA	BEZ PODATAKA	FRAKTURNI SISTEM, PUNKTNE IJEDNE SIVJE	FRAKTURNI SISTEM, PUNKTNE IJEDNE SIVJE	FRAKTURNI SISTEM, TRI SMJERA PUNKTNA	BEZ PODATAKA O KVALITETI VODE	KOROZIJA I SCALING	KOROZIJA ILI SCALING	NEKOROZIJNA VODA
	0,25	0,5	0,75	0,99	0,25	0,5	0,75	0,99	0,25	0,5	0,75	0,99	0,25	0,5	0,75	0,99
Sisak GT-1																
Sisak GT-2																
PROSPEKT	IZRAČUN RIZIKA															
Sisak GT-1	0,55															
Sisak GT-2	0,55															

Slika 15. Procijenjeni geološki rizik za obje predložene lokacije bušotina

Numeričko modeliranje za predložene lokacije istražnih bušotina

- Izrađen je 3D statički, geološki model geotermalnog ležišta
- Određena su materijalna svojstva ležišta te je izračunat je volumen geotermalnog ležišta
- Izrađena simulacija pridobivanja geotermalne vode za nekoliko scenarija za dvije predložene istražne bušotine.
- Simulirana je proizvodnja iz bušotina SiGT-1 i SiGT-2.
- Najveća proizvodnja geotermalne vode za obje bušotine iznosi 20 l/s.
- Izrađeni proračuni toplinske snage za obje lokacije bušotina.

Zaključak

Interpretacija i integracija svih geofizičkih, geoloških i bušotinskih podataka omogućile su procjenu primarnog i sekundarnog cilja geotermalnog potencijala u preliminarnom istražnom prostoru Sisak. Međutim, te procjene prate određene razine nesigurnosti, budući da se u značajnoj mjeri temelje na geološkim analogijama s ležištima izvan samog istražnog prostora. To potvrđuje i visoka vrijednost geološkog rizika izračunata na temelju dostupnih podataka. Procijenjena toplinska snaga za obje planirane lokacije istražnih geotermalnih bušotina bila je najniža među svih šest analiziranih istražnih prostora. U usporedbi s ostalim lokacijama, razvojni fokus i pouzdanost procjena bili su slabije izraženi.

Sukladno navedenom, preliminarni istražni prostor Sisak ocijenjen je kao visokorizičan, zbog čega daljnje istražne aktivnosti nisu provedene.

Prostorno-planski aspekti vezani za Grad Sisak

Prostorni plan Sisačko-moslavačke županije

- Prema postojećim podacima, geotermalne vode kao obnovljivi izvori imaju veliki potencijal na području cijele Županije. Istraživanje geotermalnih voda u energetske svrhe dozvoljeno je na prostoru Sisačko-moslavačke županije, a u skladu s geotermalnim potencijalom.
- Eksploatacijska polja geotermalnih voda u energetske svrhe utvrđuju se unutar potencijalnih površina za eksploataciju geotermalnih voda (E2p).
- Na potencijalnim površinama za eksploataciju geotermalnih voda (E2p), mogu se, bez izmjene ovog Plana, formirati eksploatacijska polja geotermalne vode u energetske svrhe, ako ispunjavaju odgovarajuće propisane zahtjeve te pod uvjetom da su u skladu s propisima o istraživanju i eksploataciji geotermalnih voda i u skladu s odredbama ovog Plana.
- Eksploatacija geotermalne vode u energetske svrhe moguća je i unutar eksploatacijskih polja ugljikovodika.
- Unutar eksploatacijskih polja geotermalnih voda, mogu se planirati energane, elektrane i energetska postrojenja koja će koristiti geotermalnu energiju, izvan ili unutar građevinskih područja u skladu s kriterijima i uvjetima posebnih propisa i odredbi ovog Plana.

Prostorni plan uređenja grada Sisak

- Uz gospodarske građevine u funkciji poljoprivredne proizvodnje mogu se graditi građevine i postrojenja za istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda u energetske svrhe (za zagrijavanje plastenika, staklenika, ribnjaka, farmi i dr.), osim u prostorima ograničenja.
- U prostoru obuhvata Plana nalaze se i istražni prostori geotermalnih voda Sisak, preliminarni istražni prostor geotermalne vode Sisak i površina planirana za istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda u energetske svrhe (na području cijelog Grada).
- Iznimno je moguće u navedenim kategorijama poljoprivrednog zemljišta (visokovrijedno poljoprivredno zemljište (P1) i vrijedno poljoprivredno zemljište (P2)), locirati eksploatacijska polja geotermalne vode u energetske svrhe.
- Na području Grada Siska utvrđena su ležišta geotermalnih voda koje se mogu koristiti u energetske svrhe kao što su sustavi grijanja dijelova naselja, gospodarskih građevina i kompleksa te u poljoprivrednoj proizvodnji (zagrijavanje staklenika, plastenika, farmi, ribnjaka i dr.). U sklopu gospodarskog kompleksa moguća je gradnja postrojenja za proizvodnju električne/toplinske energije koji koriste OIE.

- Eksploatacija mineralnih sirovina, ugljikovodika i geotermalnih voda u energetske svrhe vezana je na iskorištenje prirodnih resursa, što uvjetuje smještaj te djelatnosti uz ležišta sirovina, ugljikovodika i geotermalnih voda. Istražni radovi i eksploatacija se odobravaju u skladu s posebnim propisima.

Generalni urbanistički plan grada Sisak

- Planom se predviđa gradnja središnjeg daljinskog grijanja grada sa gradnjom vrelovoda i toplinskih podstanica temeljem projekta *“Idejno rješenje toplifikacije grada Siska do 2005. godine”*.
- Na vrelovodnu mrežu planira se priključenje :
 - gospodarskih, javnih i društvenih sadržaja,
 - poslovnih prostora,
 - višestambenih stambenih zgrada
 - i stambenih nizova.

Toplinski sustav Grada Siska

Na području grada Siska postoji centralni toplinski sustav (CTS) s prijenosnom (parnom) i distribucijskom (vrelovodnom) mrežom.

➤ PRIMARNI ENERGENENT	Prirodni plin, biomasa
➤ DULJINA CJEVOVODA	30,1 km
➤ BROJ POTROŠAČA	4.008
➤ ISPORUČENA INSTALIRANA TOPLINSKA ENERGIJA	133.404 MWh

Toplinski izvori za proizvodnju toplinske energija na koje se oslanja CTS Sisak smješteni su na dvije lokacije:

- Kogeneracijsko postrojenje na bio masu BE-TO Sisak (proizvodni kapacitet 3 MWe i 10 MWt)
- Termoelektrana – toplana TE-TO Sisak (proizvodni kapacitet 235 MWe i 50 MWt)

Budući planovi: Usmjereni na širenje toplinske mreže (izgradnja vrelovodnih raspleta i priključaka), stvaranje uvjeta za priključenje novih objekata, tj. povećanje OIE i energetske učinkovitosti.

Prilike za integraciju geotermalne energije

- Energetska obnova bazena - kompleks plivališta,

- Energetska obnova i prenamjena „Centra za potporu poslovanja – Zgrada Tomislavova 40“ i „Sportskog kompleksa Caprag“
- Energetska modernizacija i obnova „Interpretacijski centar Segestica-Siscia
- Centra za socijalnu skrb (CZSS) i Dom za starije i nemoćne u centru grada.
- Sektor zgradarstva
- Izgradnja dječjeg vrtića u općini Sunja
- Izgradnja novog odgojno-obrazovnog kompleksa u Galdovu
- Industrijski sektor Grada Siska – CMS Sisak d.o.o.