

# Multidisciplinarni pristup izradi konceptualnih modela hidrotermalnih sustava

---

**Borović, Staša; Pola, Marco; Pavić, Mirja; Kosović, Ivan; Urumović, Kosta; Matoš, Bojan; Pavičić, Ivica; Briški, Maja**

*Source / Izvornik:* **Knjiga sažetaka = Book of abstracts / 7. hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 2023, 29 - 30**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:682793>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

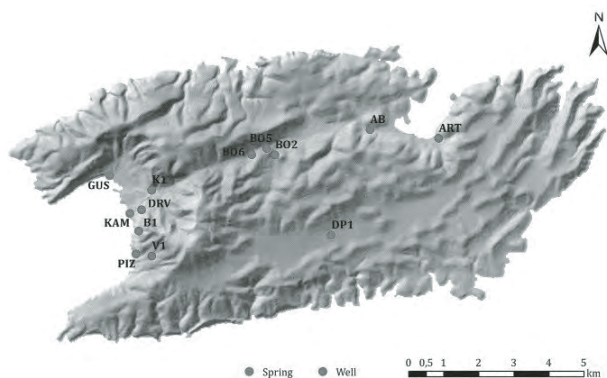
*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)

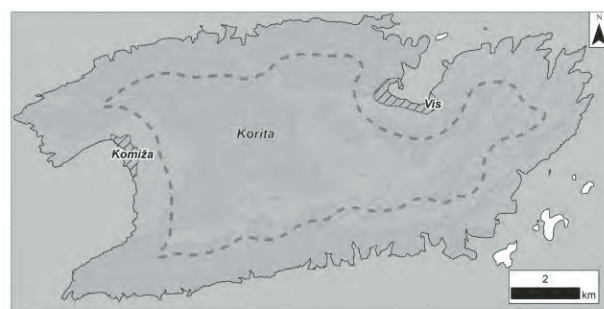




**Slika 1.** Lokacije uzorkovanja voda na otoku Visu

*situ* mjerenja (T, pH, EC, O<sub>2</sub>) te uzorkovanja za hidro-kemijske laboratorijske analize glavnih aniona i kationa, metala te stabilnih i radioaktivnih izotopa. Lokacije ovih mjerenja i uzorkovanja prikazane su na slici 1. Od terenskih su istraživanja provedena još i geofizička istraživanja metodama seizmičke refrakcije, električne tomografije i magnetotelurike te strukturno-geološka istraživanja.

Najvažniji je ishod projekta razvoj metodologije za istraživanje primjenjivosti sustava umjetnog prihranjivanja vodonosnika u geološki različitim okolišima (slika 2). Re-



**Legend**

Low suitability Moderate suitability High suitability

**Slika 2.** Karta prikladnosti za primjenu sustava umjetnog prihranjivanja (MAR) na otoku Visu

zultati projektnih aktivnosti u Hrvatskoj prezentirani su kroz stručne i znanstvene radove (Bonacci *et al.*, 2021; Bašić & Patekar, 2022; Patekar *et al.*, 2022), a u pripremi je i doktorska disertacija kolege Matka Patekara na temelju rezultata istraživanja.

Prikazana istraživanja provedena su u sklopu projekta DEEP-WATER-CE kojeg je sufinancirala Europska komisija kroz program Interreg CE (CE1464).

BAŠIĆ, M., PATEKAR, M. (2022): Projekt DEEPWATER-CE – istraživanje umjetnog prihranjivanja vodonosnika u zemljama Srednje Europe. Hrvatska vodoprivreda, 239, 30–35.  
BONACCI, O., BONACCI, D., PATEKAR, M. (2021): Analiza odnosa temperatura zraka, temperature površine mora i oborina na otoku Visu. Hrvatske vode, 29/118, 275–289.

PATEKAR, M., BAŠIĆ, M., POLA, M., KOSOVIC, I., TERZIĆ, J., LUCCA, A., MITTEMPERGER, S., BERIO, L.R., BOROVIĆ, S. (2022): Multidisciplinary investigations of a karst reservoir for managed aquifer recharge applications on the island of Vis (Croatia). *Acque sotterranee = Italian journal of groundwater*, 11/1, 37–48.

## MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO CONCEPTUAL MODELLING OF HYDROTHERMAL SYSTEMS

### MULTIDISCIPLINARNI PRISTUP IZRADI KONCEPTUALNIH MODELA HIDROTHERMALNIH SUSTAVA

Staša Borović<sup>1\*</sup>, Marco Pola<sup>1</sup>, Mirja Pavić<sup>1</sup>, Ivan Kosović<sup>1</sup>, Kosta Urumović<sup>1</sup>, Bojan Matoš<sup>2</sup>, Ivica Pavičić<sup>2</sup>, Maja Briški<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hrvatski geološki institut, Sachsova 2, 10 000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

\*dopisni autor: sborovic@hgi-cgs.hr

Ključne riječi: *hidrotermalni sustavi, multidisciplinarna istraživanja, Hrvatska*

Panonski dio Hrvatske ima povoljne geotermalne karakteristike, a prirodni izvori termalne vode temperatura do

65 °C pojavljuju se na dvadesetak lokacija. Te vode se koriste tisućljećima, a u proteklih pedeset godina predstavljaju ključni resurs turističkih i lječilišnih centara. Povećanje potražnje za termalnom vodom s vremenom

je potaknulo crpljenje većih količina. Međutim, termalna izvorišta su dio hidrotermalnih sustava koji uključuju: područja prihranjivanja u planinskim zaledima izvora; geotermalne vodonosnike (uglavnom mezozojske karbonatne stijene) u kojima se voda zadržava i zagrijava zbog toplinskog toka iz Zemljine unutrašnjosti; i područja istjecanja na mjestima povoljnih struktura veće propusnosti. Kontinuirano funkcioniranje takvih sustava zavisi od osjetljive ravnoteže između brzine toka podzemne vode, procesa taloženja / otapanja i tektonskih pokreta. Kako bi se ta ravnoteža očuvala i termalna izvorišta koristila na održiv način, potrebno je razumijevanje na razini sustava te su istraživanja predložena s tim ciljem.



**Slika 1.** Karta termalnih izvorišta na tri pilot područja u sklopu projekta HyTheC (Daruvar, Hrvatsko zagorje i Topusko)

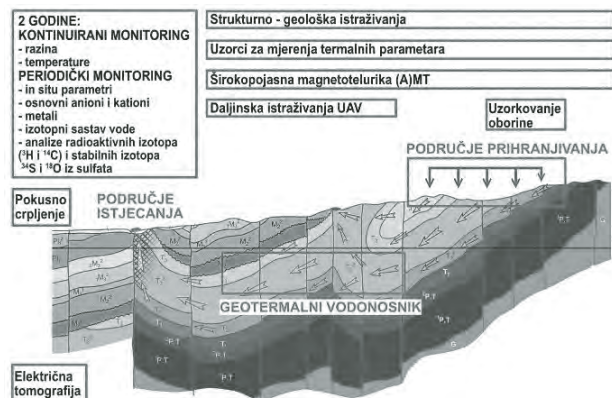
Rezultati multidisciplinarnih istraživanja (strukturno-geološka, hidrogeološka, geotermijska, hidrogeokemijska, geofizička i daljinska istraživanja) koriste se za izradu konceptualnih modela hidrotermalnih sustava, 3D geološku rekonstrukciju, hidrogeološku i termalnu parametrizaciju jedinica i provedbu numeričkih simulacija funkcioniranja sustava u neporemećenim uvjetima i s različitim scenarijima crpljenja. Metodologija se testira na tri pokusna područja u Hrvatskoj gdje se koristi termalna voda.

Istraživanja se provode u sklopu petogodišnjeg uspostavnog istraživačkog projekta HyTheC. Tijekom dosadašnjih triju godina provedbe formirana je istraživačka grupa, nabavljeni su potrebna oprema i usluge te su

provedena sva predviđena terenska istraživanja u trima pokusnim područjima (slika 1). Raspored pojedinih metoda istraživanja prema dijelovima hidrotermalnih sustava prikazan je na slici 2.

Do sada su izrađeni 3D geološki modeli dvaju hidrotermalnih sustava (Daruvara i Topuskog), dok je jedan i parametriziran (Daruvar) te su u tijeku numeričke simulacije funkcioniranja sustava korištenjem komercijalnih programskih paketa i programa otvorenog koda.

Kvalitetni konceptualni i numerički modeli koji će biti izrađeni u sklopu projekta omogućit će ocrtavanje i zaštitu područja prihranjivanja i određivanje održivih crpnih količina, što je preduvjet za dugoročno održivo korištenje hidrotermalnih sustava, a trenutno nije adekvatno regulirano u hrvatskom zakonodavnom okviru.



**Slika 2.** Pozicioniranje pojedinih vrsta istraživanja u različitim dijelovima hidrotermalnih sustava.

Povećano korištenje termalne vode predviđeno je mnogim europskim i hrvatskim strateškim dokumentima iz područja energetike, turizama i zaštite okoliša. Stoga HGI-CGS uspostavlja multidisciplinarnu grupu za istraživanje hidrotermalnih sustava koja će doprinijeti odgovornom razvoju geotermalnih lokaliteta u našoj državi, te biti znanstveno produktivna i konkurentna u prijavama na natječaje različite mehanizama financiranja.

Prikazana istraživanja provode se u sklopu uspostavnoga istraživačkog projekta HyTheC kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost (UIP-2019-04-1218).