DOI: 10.48368/bgs-2025.1.n7

Методология за геотермални проучвания: Геоложка рамка и структурна интерпретация за оценка на геотермалния потенциал в Софийски седиментен басейн с тестова зона Казичене – Равно поле

Петър Гергинов[1], Бойка Михайлова[1], Явор Иванов[1], Алексей Бендерев[1]

[1] Геологически институт – Българска Академия на Науките; 1113 София, ул. акад. Г. Бончев 24,
emails: p.gerginov@mail.bg; boyka_m@abv.bg; y.ivanov053@abv.bg; alekseybenderev@yahoo.com

Ключови думи: подземни води, Казичене – Равно поле, геотермални ресурси

Резюме
Софийската котловина е формирана в резултат на активни неотектонски движения, които са довели до потъване и блоково диференциране на подложката, запълнена с езерни и речни седименти. Районът Казичене – Равно поле е особено интересен с наличието на триаски карбонатен блок с аномално висока температура, покрит от неогенски седименти (Гнилянска свита). Проучването цели определяне на границите, параметрите и ресурсите на хидрогеоложките системи и тяхната геотермална характеристика, като основа за бъдещи геофизични изследвания. Установени са два основни термоводоносни хоризонта: долнонеогенски (40–64°C) и среднотриаски (50,7–78,4°C, с регистрирани над 80°C), като връзката помежду им не е доизяснена. Изследването е основа за изготвяне на 3D геотермален модел и определяне на приоритетни зони за нови проучвания.

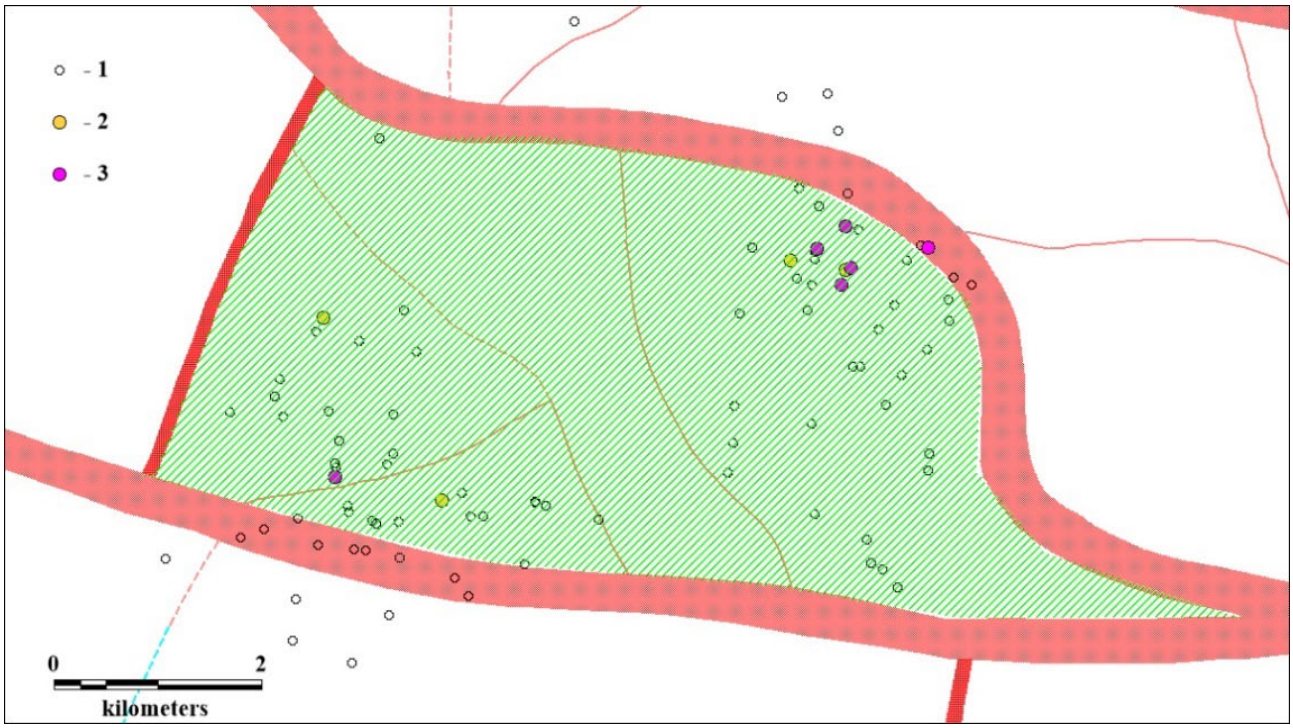
Въведение
Софийската котловина представлява негативна структура, чието развитие се характеризира с голям интензитет на диференцирани неотектонски движения (Дачев 1986). Потъващата част е благоприятствала езерна и речна седиментация, а ограждащите я планински части са се издигали и компенсирали потъването. Тези тектонски движения, различни по време, по знак и по степен на интензивност, в своята съвкупност са довели до сложната тектонска картина в Софийската котловина, която има подчертано блоков строеж. Това е основна причина за формиране на много и различни по характер находища на термални води (Щерев 1962, Антонов и Данчев 1980). Едно от най-големите от тях е в района на селата Казичене – Равно поле, където подложката се състои от различни по възраст и състав литоложки блокове (Петров и др. 1970). Основен интерес за проучването е водоносният триаски карбонатен блок, който е с аномално висока температура и залягащите върху него неогенски водоносни седименти (конкретно Гнилянската свита). Като основна цел на настоящото изследване е определяне границите на хидрогеоложките системи, техните параметри, ресурси и геотермални свойства, които в последствие ще се използват за създаване на хидрогеоложки и геотермален модел, както и да подпомогнат избора на район, в който да се концентрират последващите геофизични проучвания.

Методи
За качественото изпълнение на проекта набавянето, обработката и интерпретацията на геоложките данни е от основно значение. Изясняването на геоложките условия и анализ на хидрогеоложките единици се осъществява чрез обстоен преглед на архивната и публична информация, теренен оглед и изготвяне на база данни.
Първичната информация се набавя от предходни геоложки, хидрогеоложки и геофизични проучвания на района, както и картите съставени по тях. Те включват геоложки разрези, сондажни конструкции, резултати от опитно-филтрационни изследвания, хидрохимични анализи и каротажи (по-специфично термокаротажи). Основни източници на информация са архивни доклади в Националния Геофонд към Министерството на енергетиката, както и непубликувани сурови и обработени данни, получени при изпълнението на договорни задачи и проекти на Геологическия институт при Българската академия на науките. Освен тях се използват и регистрите в сайтовете на Басейновите дирекции към МОСВ.
Следващата стъпка е теренен оглед, който има за цел изясняване на геоморфоложките особености на изследвания район, както и състоянието му под антропогенното влияние – сгради, инфраструктура,

далекопроводи, земеползване и др. Друг особено момент в теренните дейности е визуална оценка на състоянието на сондажните изработки и при възможност измерването на някои физикохимични показатели (температура, pH, специфична електропроводимост). Чрез тази информация се актуализират възможностите за използване на термалните води като източник на енергия.
Следващата стъпка е създаването и структурирането, спрямо целите на проекта, геоложка база данни. В нея се включва пространствена геоложка, хидрогеоложка и геотермична информация, която ще бъда основа на последващия 3D модел на геотермалната структура.

Резултати

От събраната и анализирана информация е възможно по-точно да се диференцира блоковият строеж на Софийския седиментен басейн. Зоната представляваща интерес за настоящето проучване е блокова структура, обособена от главни разломни зони от север и юг (Фиг. 1). В източната граница на литоложкото тяло зоните се съчленяват, а за западна служи перпендикулярен на тях разлом.
На територията на тектонския блок се отделят два термоводоносни хоризонта, с приблизителна обща площ от 60 km^2 – Долнонеогенски и Среднотриаски (Велинов и Бояджиева 1981, Петров и др. 1991). Връзка между двата водоносни хоризонта обаче не е потвърдена. Първият е формиран в пясъчните лещи на Гнилянската свита и температурата на водата варира между 40 до 64°C. Системата е оградена от всички посоки, с изключение на запад.
Триаският водоносен хоризонт е привързан за обособения варовиков блок с площ 33 km^2. Значителното напукване и палеоокарстяване са определящи за капацитивните и водопропускливите свойства на скалите. Температурата варира от 50,7 до 78,4°C, но е открита вода и с над 80°C. Подхранването е от Горублянско – Казиченския разломен сноп и е определено на стойност 13 l/s. От с. Казичене на изток проводимостта намалява. В близост до зоната на подхранване е в порядъка 700 ÷ 900 m^2/d, като при с. Р
а



Фигура 1. Блоково-разломяване на фундамента на Софийската котловина: 1- сондажи, разкриващи термални води; 2 – сондажи с оценен експлоатационен добив от плиоценския хоризонт; 3 – сондажи с оценен експлоатационен добив от триаски скали

Обсъждане

Чрез определянето на границите на водоносните тела, както и параметрите, и ресурсите им, се улеснява изборът на район, в който да се планират и проведат нови геофизични проучвания. Установеното подхранване в западната част на Триаския блок, означава че най-високите работни дебити и температура ще са именно там (Йотов и др. 1993).

Поради голямото количество извършени сондажни дейности геоложкия строеж на находището е сравнително добре проучен (Ананиев и др. 1993, Станев и др. 1991). А при наличието на некомпрометирани сондажни изработки е възможно директно хидрогеоложко и геофизично проучване на находището, както и пряко измерване на геотермалните му свойства.

Неблагоприятни фактори за находището са голямото количество неликвидирани сондажи, от които безконтролно, на самоизлив се губи част от ресурсите (Фиг. 2). През други сондажи е възможно навлизането на замърсители директно във водоносните хоризонти, както и смесването им със студени повърхностни и плитки подземни води, които пряко нарушават топлинния баланс на геотермалното поле.



Фигура 2. Сондаж в района на Казичене – Равно поле, оставен на самоизлив (сн. 11.06. 2025)

Заключение

Поради активните неотектонски движения, сформирането на Софийската котловина е обособено от нейното потъване и блоково диференциране на подложката, докато се запълва от езерни седименти. В зоната на Казичене – Равно поле един тектонски блок с триаска възраст се издига и поради голямата си температура покрай него се сформира геотермална аномалия.

На територията на въпросния район се образуват два геотермални водоносни хоризонта Долнонеогенски привързан към седиментите от Гнилянската свита и Сренотриаски, който е формиран директно в пукнатините на въпросния тектонски блок. Изясняването на техните особености и връзка са важно условие за планирането на нови геофизични изследвания.

Финансиране
Тази работа е финансирана по Договор № PVU-47 от 06.12.2024 г. /BG-RRP-2.017-0013-C01/ на Механизма за възстановяване и устойчивост за осъществяване на инвестиция по C2I2 „Повишаване на иновационния капацитет на Българската академия на науките (БАН) в областта на зелените и цифровите технологии“ от Плана за възстановяване и устойчивост.

Отговорност
Тази публикация е изготвена с финансовата подкрепа на Европейския съюз – NextGenerationEU. Авторите носят пълна отговорност за съдържанието ѝ и не следва да се приема, че този документ представлява официалната позиция на Европейския съюз или на Българската академия на науките.

Литература
Ананиев Б, Беров Л, Йотов И, Петров П, Мазников, Барбалов, Тошев А (1993) Доклад за хидрогеоложкото проучване в района на Казичене – Равнополското геотермално находище през периода 1979-1992 г. с изчисляване на запасите от субтермални и термоминерални води. Софгеопроучване – ООД, София (Геофонд: КГМР - V-411).
Антонов Х, Данчев Д (1980) Подземни води в НРБ. Техника, София, 360 pp.
Велинов Т, Бояджиева К (1981) Геотермични изследвания в България. Техника, София, 154 pp.
Дачев Х (1986) Строеж на земната кора в България. Техника, София, 334 pp.
Йотов И, Петров П, Гашаров С, Христов В (1993) Провеждане на реинжекционни работи и оценка с изчисление на запасите на термални води в източната част на Софийската Депресия (район Казичене – Равно поле). Геол. инст. БАН, София (Геофонд КГМР, N V-411).
Петров П, Гашаров С, Ращанов И, Пейчева Л, Чаталова М (1991) Топлинно поле и геотермичен режим в България. Списание на БГД, 47: 1–8.
Петров П, Мартинов С, Лимонадов К, Страка О (1970) Хидроложки проучвания на минералните води в България. Техника, София, 196 pp.
Станев И, Веселинов С (1991) Гидрогеотермия Северо-Западной Болгарии, Geologica Balcanica, София,

Щерев К (1962) Минералните води в България. Наука и изкуство, София, 205 p.

Methodology for geothermal exploration: geological framework and structural interpretation for geothermal potential assessment in the Sofia sedimentary basin with Kazichene – Ravno pole test area

Petar Gerginov[1], Boyka Mihaylova[1], Yavor Ivanov[1], Aleksey Benderev[1]

[1] Geological Institute – Bulgarian Academy of Sciences; 1113 Sofia, Akad. G. Bonchev Str. 24,
emails: p.gerginov@mail.bg; boyka_m@abv.bg; y.ivanov053@abv.bg; alekseybenderev@yahoo.com

Keywords: groundwater, Kazichene – Ravno Pole, geothermal resources

Abstract
The Sofia Basin was formed as a result of active neotectonic movements, which led to subsidence and block differentiation of the substrate, filled with lake and river sediments. The Kazichene – Ravno Pole region is particularly interesting due to the presence of a Triassic carbonate block with anomalously high temperatures, covered by Neogene sediments (Gnilyanska Formation). The study aims to determine the boundaries, parameters, and resources of the hydrogeological systems and their geothermal characteristics, as a basis for future geophysical studies. Two main thermal aquifer horizons have been identified: Lower Neogene (40–64°C) and Middle Triassic (50.7–78.4°C, with recorded temperatures above 80°C). The relationship between them has not been fully clarified. This study forms the basis for developing a 3D geothermal model and identifying priority areas for further research.