



МИННО - ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ

СВ. „ИВАН РИЛСКИ”

АВТОРЕФЕРАТ

ЗА ПРИСЪЖДАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И НАУЧНА

СТЕПЕН „ДОКТОР“

ЛАЗАР БОЙКОВ БЕРОВ

**ХИДРОГЕОЛОЖКО КОНЦЕПТУАЛНО МОДЕЛИРАНЕ В ГИС СРЕДА НА
НАХОДИЩА НА ТЕРМОМИНЕРАЛНА ВОДА В РАЙОНА НА
КЮСТЕНДИЛСКАТА КОТЛОВИНА**

НАУЧНО НАПРАВЛЕНИЕ 4.4. НАУКИ ЗА ЗЕМЯТА

Научна специалност: „Хидрогеология”

Научен ръководител:

- проф. д-р Павел Пенчев

Рецензенти:

- Проф. д-р Николай Стоянов
- Проф. д-гн. Михаил Гълъбов

СОФИЯ

2019 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 07.10.2019 г. от 10.00 ч. в зала 374 на Геологопроучвателният факултет на МГУ „Св. Иван Рилски“, София с научно жури в състав:

- Проф. д-р Николай Стоянов (председател)
- Проф. д-р Михаил Гълъбов
- Проф. д-р Владимир Христов
- Доц. д-р Камен попов
- Доц. д-р Марта Мачкова - Цанева

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширено заседание на катедра „Геология и геоинформатика“ при Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ – гр. София, на 08.07.2019 г. от 11 ч., съгласно Ректорска заповед Р-544/10.06.2019.

Пълният обем на дисертацията е 297 страници, които включват 99 фигури, 65 таблици. Използвани са 254 литературни източника.

Автор на дисертационния труд: Лазар Бойков Беров

ТЕМА НА ДИСЕРТАЦИЯТА: ХИДРОГЕОЛОЖКО КОНЦЕПТУАЛНО МОДЕЛИРАНЕ В ГИС СРЕДА НА НАХОДИЩА НА ТЕРМОМИНЕРАЛНА ВОДА В РАЙОНА НА КЮСТЕНДИЛСКАТА КОТЛОВИНА

Ръководител на докторанта: проф. д-р Павел Пенчев

Публикации по темата на дисертацията:

Лазар Беров, Павел Пенчев 2014. Хидрогеоложка характеристика и съставяне на концептуални модели на минералните находища в Кюстендилската котловина. Българско Геологическо Дружество, Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2014“. Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2014”, 97-98.

Лазар Беров, Павел Пенчев 2014. Концептуален модел на находище на минерална вода Невестино–Барището. Българско Геологическо Дружество, Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2014“. Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2014”, 99-100.

Лазар Беров, Павел Пенчев 2015. Химична характеристика на термоминералните води от Кюстендилската хидротермална система. Българско Геологическо Дружество, Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2015“. Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2015”, 141-142.

Лазар Беров 2018. Концептуален модел на находището на термоминерална вода Кюстендил. Българска академия на науките. Bulgarian academy of sciences, Инженерна геология и хидрогеология, 32. Engineering geology and hydrogeology, 32. София, 2018. 65-77.

Contents

ГЛАВА ПЪРВА.....	3
1. Общи сведения и изученост на Кюстендилския район	3
1.1. Местоположение, граници и обхват на изследване.....	3
1.2. Изученост на досегашните проучвания в района на изследване.....	5
ГЛАВА ВТОРА.....	6
2. Регионални геоложки, тектонски и хидрогеоложки условия в района на изследване.....	6
2.1. Геоложки условия на района.....	6
2.2. Тектонски условия на района	6
2.3. Хидрогеоложки условия на района.....	7
ГЛАВА ТРЕТА.....	11
3. Методологичен подход и предпоставки при конструиране на хидрогеоложките концептуални модели на находищата на минерална вода	11
3.1. Дефиниция и принципи на концептуалното хидрогеоложко моделиране	11
3.2. Методология при съставянето на хидрогеоложките концептуални модели	12
3.3. Основни геолого - тектонски предпоставки при конструиране на моделите	14
ГЛАВА ЧЕТВЪРТА.....	19
4. Находища на минерална вода в района на изследване	19
4.1. Находище на термоминерална вода - Кюстендил [A1].....	19
4.2. Находище на минерална вода - Берсин [A2].....	34
4.3. Находище на термоминерална вода - Барището [A3].....	45
4.4. Находище на термоминерална вода - Топилата [A4].....	58
4.5. Водопроявление на минерална вода – Николичевци [A5].....	73
ГЛАВА ПЕТА.....	79
5. Обособяване на Кюстендилска хидротермална система - КХТС	79
5.1. Обща характеристика на Кюстендилската хидротермална система	79
5.1.1. Геоложка характеристика на КХТС	80
5.2. Тектонска характеристика на КХТС.....	83
5.3. Подземни водни тела и обекти в границите на КХТС	85
5.5 Химичен състав на минералните води от КХТС.....	87

ГЛАВА ШЕСТА	88
6. Определяне на запаси и ресурси на подземните води от Кюстендилската хидротермална система	88
6.1. Дефиниция и класифициране на термините запаси и ресурси на подземна вода 88	
6.2. Методи и подходи, използвани за оценката на еластичните запаси и на регионалните естествени ресурсите на термоминерална вода	88
6.3. Определяне и преценка на ресурсите от всяко находище в КХТС	89
Заключение	100

ГЛАВА ПЪРВА

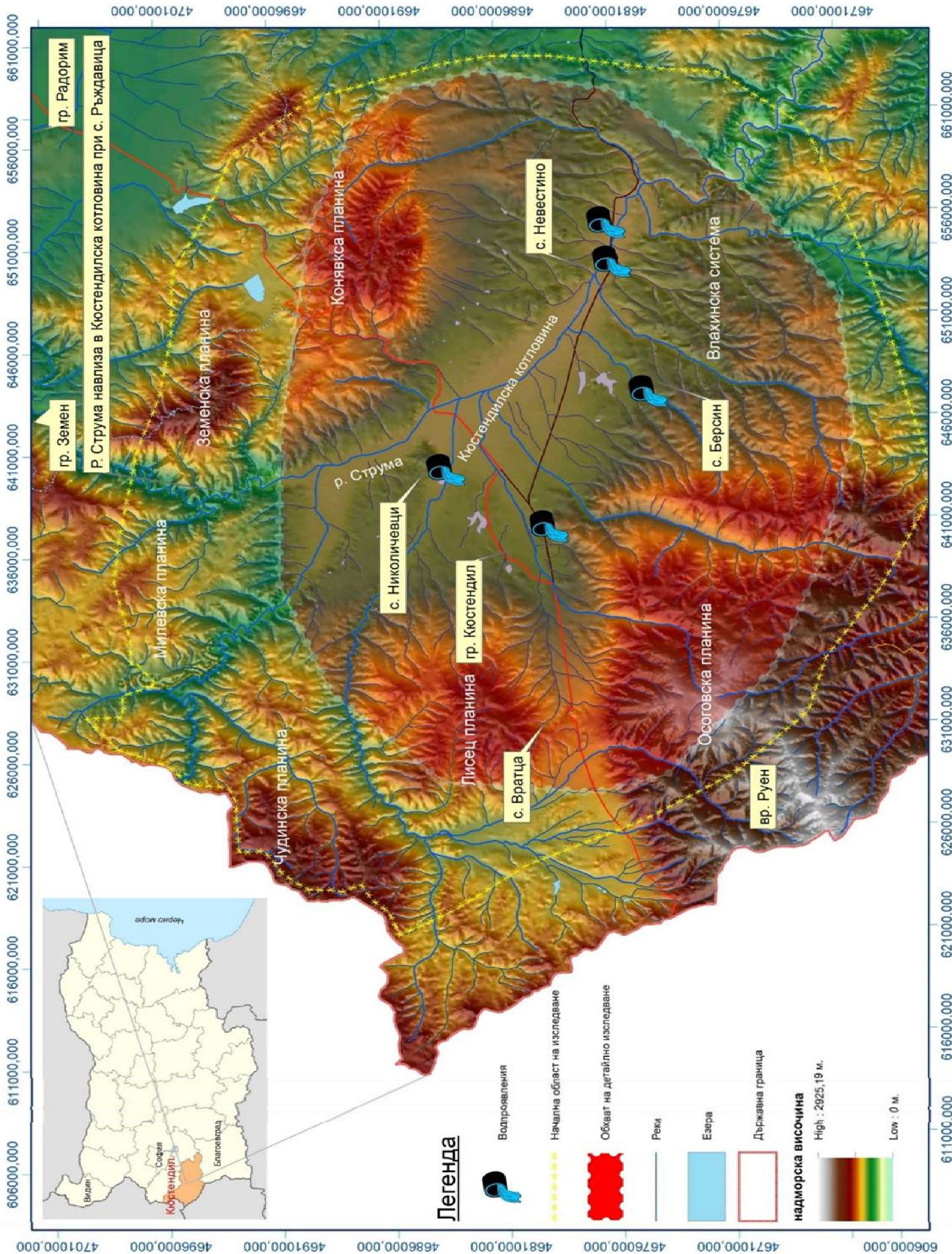
1. Общи сведения и изученост на Кюстендилския район

1.1. Местоположение, граници и обхват на изследване

Обект на изследване в настоящата дисертация са минералните и термални води с дълбока циркулация, които се разкриват в района на Кюстендилската котловина и оградните ѝ планини. Най-големият град в общината е гр. Кюстендил, който е областен и административен център на Област Кюстендил. Градът е съществувал още от римско време и е бил известен със своите минерални извори. Той е разположен в южната част на Кюстендилската котловина, в подножието на планината Осогово. Котловината е една от големите в южна България, като площта ѝ е около 140 -150 km². Има форма на неправилна елипса, чиято дълга ос е с ориентация северозапад – югоизток и дължина приблизително 20 km. Широчината ѝ достига до 10 km, като най-вече е около 7 km. Средната надморска височина в района на котловината варира в големи граници, като се изменя от 460,0 m при с. Невестино (източната част) до 870,0 m при с. Вратца (западната част). Кюстендилската котловина е оградена от почти всички страни от планински вериги. Само в източната си част релефът е главно хълмист до полупланински. Най-високата планина в района е Осоговска планина, която е част от Осоговско – Беласишката система. Средната височина на планината е около 1500 – 1600 m. Най-високият връх е Руен – 2251,3 m. Планинският масив се състои от сравнително равни планински била и характерен стръмен северен участък (по границата с Кюстендилския разлом). Другите основни планини, които ограждат Кюстендилската котловина, са Лисец планина от запад, Конявска планина от север, а по-периферна роля имат Земенска, Милевска, Чудинска и Влахинска планина. Най-голямата отводнителна артерия в района е р. Струма, която пресича цялата Кюстендилска котловина. От навлизането си в котловина до напускането ѝ р. Струма има дължина приблизително 20 km. Тя играе роля на водосбор на реките от оградните планини. По-големите реки в района са: Драговищица, Соголянска, Бистрица, Банщица, Новоселска, Берсинска, Елешница, Лилячка и др. Десните притоци на р. Струма са по-големи и водообилни.

Районът на изследване е определен, след като са уточнени всички извори и водоизточници на минерална и термална вода в обсега на Кюстендилска котловина. Така беше определен първоначален (по-голям) периметър на изследване. Постепенно обхватът беше стеснен и се конкретизира в показаните на фиг. 1.1. граници. Той достатъчно точно обхваща участъците на всички изследвани изходища, без да бъде прекомерно обширен.

За онагледяване на проведените изследвания в настоящата дисертация е съставена карта с обхвата им. Показани са всички по-важни географски елементи, които имат отношение към целите на дисертацията. Картата е базирана на цифров географски модел, разработен в ГИС среда.



Фиг.1.1. Обзорна карта с обхвата и района, който е предмет на изследване

1.2. Изученост на досегашните проучвания в района на изследване

1.2.1. Геоложка, тектонска и хидрогеоложка изученост

Минералните извори при Кюстендил са известни още от времената на траките, гърците и римляните и още оттогава топлите минерални води са били използвани от населението. За това свидетелстват и останките от римско време на бани в гр. Кюстендил, който неслучайно в миналото е носил имена като: „Константинова баня“; „Баня“ и „Пауталия“. Според някои изследователи наименованието Пауталия означава „изворен град“, „бликащи извори“ и се свързва с топлите минерални извори, които са били първопричината за създаване на тракийско селище и превръщането му в град през римската епоха. Това свидетелства, че минералните извори на днешния град Кюстендил, който има история на повече от 8 хил. години, са съществували и използвани от антични времена.

Районът на Кюстендилската котловина и оградните планини има добра изученост в геолого – тектонско отношение и малко по-слаба в хидрогеолошко. Редица са авторите, които са изучавали и дали сведения в тези места. В исторически контекст първи и начални сведения за геологията и общия характер на водите са дадени в маршрутните записки на първите европейски изследователи по тези земи, още когато неосвободена България е била в пределите на Отоманската империя - Voué (1840), Viquesnel (1842, 1868) и Hochstetter (1872). По-късно, признатият за наш първи български геолог - Георги Златарски (1854-1909), предприема през 1883г. геоложка екскурзия в Югозападна България. През години също дават своя принос и геолози като: Г. Бончев (1909, 1917, 1934), Костадинов и Коен (1941), Каменов (1942), Йовчев (1960), Загорчев (1966), Вацев и Бонев (1994), Бакалов и Желев (1980, 1996), Вацев (2003), Вангелов (2004), Милованов и Хрисчев ред. (2006), Желев и др. ред. (2008) и др.

В цялостния си вид изследванията на Добрев (1907) са първите обстойни качествени и количествени химични определения на състава на Кюстендилските термоминерални води. За всеки от изследваните извори авторът дава подробно описание на неговия каптаж, дебит, температура и време на измерване, както и качествени определения. Изворите са каптирани през 1910 г. и водите им са използвани в три бани. Г. Бончев (1939) прави лично проучване на значителна част от изворите в България. За Кюстендилските извори той споменава, че са били 40 на брой, каптирани са и сега са 11 (към 1939), имат общ дебит 1838 l/min (30,6 l/s) и температури от 65° до 75,5° В своя обобщаващ труд за минералните извори в България Азманов (1940) поставя основите на ново класифициране на дадена вода като минерална и термална, като също описва и дава информация за изворите в района.

Периодът на 50-те и 60-те години на 20 век се бележи от провеждането на нови изследвания върху химическия състав на минералните води у нас. Куситасева и Меламед (1958) обобщават труда на проучените от тях 121 минерални извора, от които 54 са изследвани за първи път. Петров и Мартинов (1962) обобщават хидрогеоложките проучвания на находищата на термални води в Южна България, проведени в периода 1954 г. – 1962 г. главно от „Водоканалпроект“. Щерев (1964) в своя обобщителен труд за минералните води в България също коментира термоминералното находище при гр. Кюстендил и описва изворите при с. Невестино (Барището) и с. Четирци (Топилата). Петров и др. (1970), Кръстев (1972), Сегменски и Добриянов (1973), Божилов (1994), Йотов (1998), Гълъбов (2009), Пенчев (2011) допълват с актуални изследвания Кюстендилския район

ГЛАВА ВТОРА

2. Регионални геоложки, тектонски и хидрогеоложки условия в района на изследване

2.1. Геоложки условия на района

Литоложният списък от слоисти и неслоисти формации, които се разкриват в района на изследване, е много пъстр и разнообразен (фиг. №2.1). Това се дължи и на значимите тектонски движения и сложни структури, които допринасят за пъстрата геоложка среда. Изследваният район обхваща площи много различни по своя начин на формиране и генезис. Различават се добре обособената Кюстендилска котловина, която е запълнена със съвременни кватернерни отложения, които в дълбочина преминават в неогенски и палеогенски материали. Същите неозойски материали са широко разпространени в дълбоките грабенови структури югоизточно и североизточно от котловината. В северната част на района, попадащ в Краищидната зона, са отложени дебели седиментни пластове главно от триаски и кредни материали. В северозападната и югозападната част се срещат основно интрузивни скали, които са били подложени на метаморфизъм в различна степен. Те изграждат изцяло Лисец планина и голяма част от Осоговска планина. Възрастта на геоложките формации също е много разнообразна, като на терена се разкриват скали, датирани като протерозойски до кватернерни образувания и съвременни отложения.

2.2. Тектонски условия на района

Тектонските условия на котловината са пряко свързана с т.нар. Краищиди, от която тя е част. За изясняване на сложния тектонски строеж на Краищидите са се преплитали, противопоставяли и допълвали много различни мнения и възгледи на наши геолози тектоници още от 30-те години на 20 век. Първите по-основни регионални геоложки проучвания в Краищидите са на Димитров (1931), Берегов (1935), Стефанов и Димитров (1936), Бончев (1936, 1937). Те определят регионалната тектоника в района като „високостилна” и алпиноидна, с изразена източна вергенция. Впоследствие, в края на 60-те години на 20 век в научен спор, противопоставяне и сътрудничество с Яранов (1960а), Бончев дефинира Моравско-Струмски или Краищиден линеамент (Бончев 1958). Авторът схваща линеамента като тектонски сноп, в страни от който разломните структури постепенно затихват. Приема се, че развитието на Краищидите започва от началото на мезозоя с фази на разкъсване на различни части от зоната през титона, кредата, палеогена и неогена, като се отбелязва миграция на ровообразуването на юг (Вончев 1958).

Яранов (1960а) предлага обяснения за тектонската еволюция на Краището. Тези обяснения се различават от схващанията на Бончев до този момент. Така Яранов (1960а) признава за изключително сложната тектоника на Краищидите, за която съществуват паралелни и различни схващания и ги приема като фрагмент от триаско-юрската Околородопска зона. За него най-важни са т. нар. разломи с Егейска меридионална ориентация. Интерес представляват горноалпийските разломни структури в областта, които авторът обединява в три главни групи:

1. Сасо-Тораничка (Краищидно-Полетинска) система, с посока 120-150°
2. Струмска система, с посока 150-170° до 180°

3. Кюстендилска (напречна) система, с посока 30-70° до 90-100°

Загорчев (1984а, 1984б), при разглеждането на доалпийския строеж в Югозападна България и ролята на навлачната тектоника в алпийския строеж на Краищидите, отделя и въвежда две структурни единици или зони: западна – Пенкьовско-Елешнишка, наречена Моравикум и източна – Трънско-Влахинска, наречена Струмикум. Изследванията на автора са неоспорим принос в хипотезите за доалпийското и алпийско развитие на Краищидите и в частност на Кюстендилската котловина и нейната оградна рамка.

Най-важна роля за оформянето на Кюстендилската котловина и нейната оградна рамка играе късно алпийската и нео-тектониката активност. В областта, тази тектоника се проявява с разломно-блоков характер, като се развиват главно разломите със север-северозапад – юг-югоизточна посока от Струмската (Краищидна) система, както и някои запад-източни и запад-югозапад – изток-североизточни разломи от Кюстендилската разломна зона (Загорчев и Русева, 1993). Разломите са били активни през и след палеогена и имат предимно разседен характер. Брезовският и Кюстендилският разлом са с важна тектонска роля и движенията по тях са предопределили пропадането на Кюстендилския и съседния Преколнишки грабен, както и издигането на Осоговския хорст. Конявският разлом играе подобна роля и ограничава от юг хорста на Конява планина.

2.3. Хидрогеоложки условия на района

За характеризирание на хидрогеоложките условия в района на изследване са възприети основните области и подобласти, които са описани в *Хидрогеоложкото райониране на България* (Антонов и др. 1962). Съгласно подялбата, която е направена в него, обхватът на изследване включва райони от две части: Подобласт Осогово и Област Краище.

В подобласт Осогово попадат двете големи планини Осогово и Лисец, както и разположената между тях Каменишка котловина (Каменица). Малки части на изток са застъпени в Църваришкия район. Характерни за терена на Осоговска и Лисец планина са дълбоко врязаните десни притоци на р. Струма. Те създават условия за бърз повърхностен отток и дрениране на подземните води. Реките водят началото си от високите части, с надморска височина над 1300 m.

В планинските масиви се формират основно безнапорни пукнатинни води, които се разкриват като маловодни извори с променлив дебит, който е в границите на 2 - 4 l/s. Изворите са неравномерно разпространени като се срещат както в ниските участъци (700 – 800 m) на двете планините, така и по високите им части (< 1300 m). Температурата на водите е в границите 12-15° С, с характерна малка минерализация до 0,5 mg/l. С масивите на Осогово и Лисец са свързани и термоминералните води в района на изследване. Само проявлението при с. Невестино- Топилата, не е привързано към тях (фиг. №2.2).

Съгласно *Хидрогеоложкото райониране на България*, северните участъци на изследвания район попадат в Област Краище. Интерес в настоящето проучване представляват районите на Кюстендилската котловина и двете планини, които я ограждат на североизток – Земенска и Конявска. Районът на Краището може да се характеризира като силно водообилен, но е слабо изучен в хидрогеоложко отношение. Подхранването на подземните води е основно от валежи, а в някои ниски части и от речната мрежа. Във

високите части се формират пукнатинно – карстовите води, които имат предимно безнапорен характер. Възможно е голяма част от подземния поток да се дренира скрито в р. Струма. Основната водовместваща среда в двете планини са варовиците и доломитите на средния и горния триас (фиг. №2.3).

Общата дебелина на триаските материали е около 350 – 400 m. Характерно за района е бързото повсеместно проникуване на атмосферните води в триаските седименти, което предопределя малък повърхностен отток. Ниските части (> 600 m) на Конявска и Земенска планина имат по-голяма водообилност. Извори с по-голям дебит в района на изследване има при с. Коняво, около 60 l/s и при с. Ръждавица – 30 – 50 l/s. На много места се срещат маловодни извори с дебити около 10 l/s.

Сложният тектонски и пъстрият геоложки строеж са създали много специфични хидрогеоложки условия в обхвата на изследване. Районът на Кюстендилската котловина и оградните ѝ планини е разнообразен и се формират различни типове води по своя генезис, дълбочина на залягане, динамика и химичен състав. По данни на Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“ в изследвания район се разкриват води, които са обособени в 4 подземни водни тела. Водите, които се формират в проучвания район са класифицирани както следва:

2.3.1. **Порови води** – този тип води е широко разпространен и обхваща големи площи в района на изследване. Характерни са за горните нива на геоложката среда.

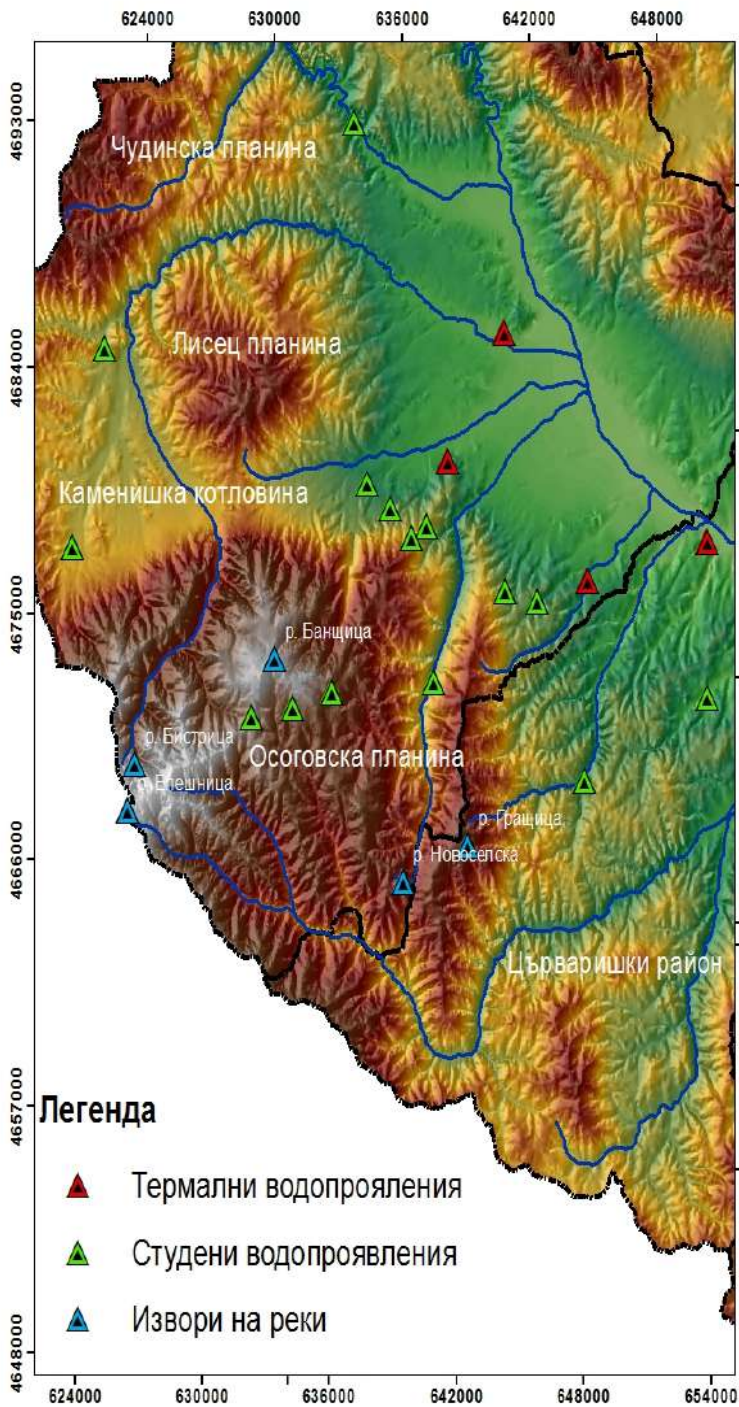
2.3.2. **Карстови и карстово - пукнатинни води** – срещат се на много места в северната и северозападната част от района на изследване. Привързани са основно към средно триаските варовици и доломити. Разкриват се на повърхността най-често като естествени извори, които не са много водообилни и дебитът им е няколко l/s. Температурата им е средно около 15° С. Режимът на изворите е непостоянен и се влияе основно от сезонните колебания на атмосферните валежи. Възможно е голяма част от водите на средния триас да се дренират скрито по каверни в р. Струма и съседните водоносни хоризонти.

2.3.3. **Пукнатинни води** – те се срещат на доста места и заемат най-голяма площ в изследвания район. Могат да бъдат поделени на два типа:

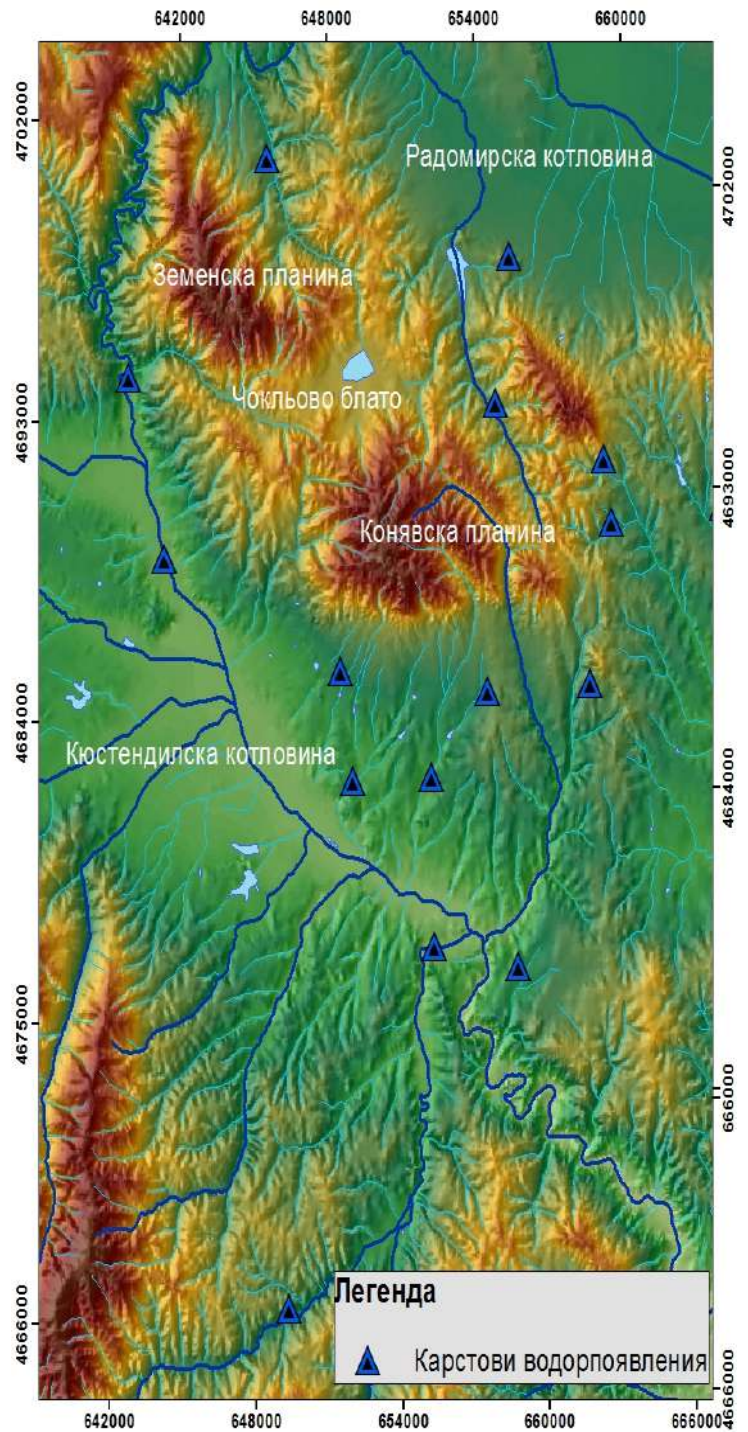
2.3.3.1. **Студени пукнатинни води** – това са води с плитка циркулация, основно в зоната на естествена напуканост, развити по недълбоки пукнатини. Подхранването е за сметка на валежи и снеготопене, като водите се дренират основно от низходящи извори с малък дебит. Литоложки са привързани основно към гнайси, амфиболити и гранити с палеозойска възраст.

2.3.3.2. **Термални пукнатинни води** – този тип води са обект на подробно изследване в настоящата докторантура. Те се срещат в района, както като естествени извори, така и като проучвателно-сондажни проявления. Качествата на тези води са национално богатство и са били обект на изследване от най-различни специалисти. Една от основните характеристики на водите е повишената температура, варираща в различните участъци от 24 - 25° С до 75° С. Общата минерализация на водите не надвишава 1 mg/l, като обикновено е между 0,6 и 0,7 mg/l. Характерно за химическия състав на водите е повишеното съдържание на флуор.

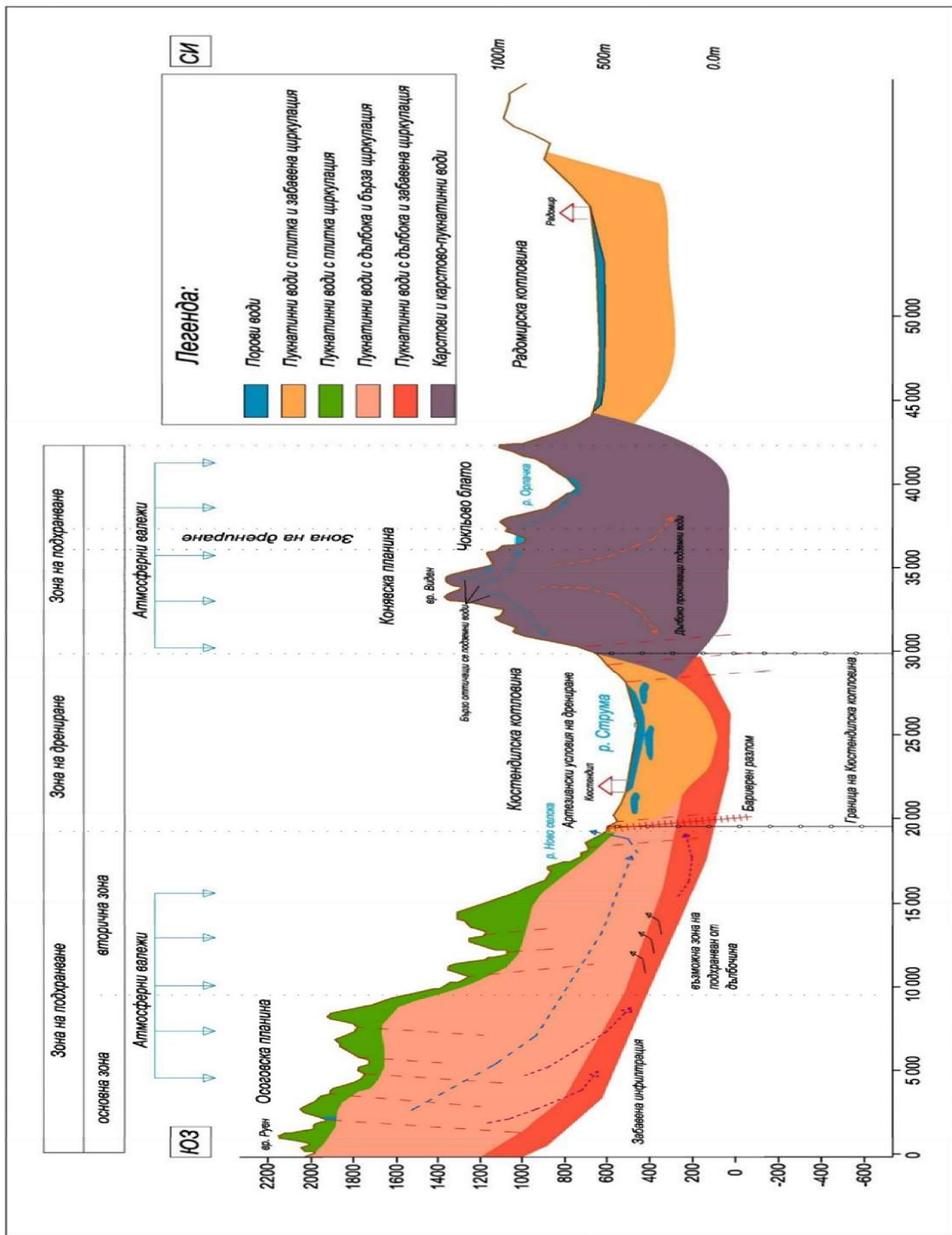
За онагледяване на условията е съставен схематичен профил, показан на фиг. №2.4



Фиг. 2.2 - Карта с водопроявления на термални и студени пукнатинни води



Фиг. 2.3. - Карта с водопроявленията на карстово – пукнатинни води



Фиг. 2.4 - Хидрогеоложки профил през изследвания район и схематично разпространение на типовете води

ГЛАВА ТРЕТА

3. **Методологичен подход и предпоставки при конструиране на хидрогеоложките концептуални модели на находищата на минерална вода**

3.1. **Дефиниция и принципи на концептуалното хидрогеоложко моделиране**

При написването на тази глава от дисертацията и дефинирането на понятията: „хидрогеоложко моделиране и хидрогеоложки концептуален модел“, е направено подробно проучване на методите и техниките, които се използват при моделиране на регионални хидрогеоложки задачи. Проучен е както българският, така и чуждестранният опит и литература в този аспект.

Едни от най-добрите ръководства (guidelines) и практични съвети, за решаване на тези задачи, са разработени от Канадската геоложка служба (Guidelines for Groundwater Modeling, Canada Ministry of Environment,) и Австралийската геоложка организация (Australian groundwater modeling guidelines – Sinclair K. 2012). Прегледани бяха и други литературни данни и публикации, свързани с хидрогеоложкото концептуално моделиране, особено с помощта на ГИС системите (Hugh M. et al. 2000; Environment Agency Framework for Groundwater Resources UK. Conceptual & Numerical Modelling, R&D Technical Report W214, 2001; Mandle R. 2002; Radu C. 2003; Szucs and Fejes 2004; Adnan M. 2004; Jones A. 2005; Reilly and Hdrbaugh 2007; Thomas D. and Lane R. 2008 ; Konikow L. 2008; Miklosh and Burkhard 2010; Kovalevsky et al. 2011; Singha and Goya 2011; Wade S. et al. 2011; Toya et al. 2012; Chrisoph W. 2012; Betancur T. 2012; Sami K. et al. 2013 etc.).

Една от основните разлики, която се забелязва при отделните подходи и методи на отделните автори е различното тълкуване и дефиниция на „Хидрогеоложкото концептуално моделиране“. Това от своя страна предопределя различните цели и крайни резултати, които има всеки концептуален модел.

За да бъде представена хидрогеоложка система, могат да се използват различни визуализации и пространствени проекции – като най-често се използват 2D и/или 3D модели. Разбира се, за 3D моделиране се изискват много повече данни, проучвания и пълно разбиране на изследвания район. Това понякога поставя и въпроса за необходимостта от много усложнени модели. Невинаги сложният модел е по-точен и верен. Разбира се, триизмерните модели са по-комплексни и предоставят възможност за тежестни оценки и прогнози, когато има необходимата информация.

Другата много важна задача при моделирането е точното поставяне на крайните цели и ясните въпроси, на които трябва да отговаря моделът. Най-важните цели на един хидрогеоложки концептуален модел могат да се дефинират по следния начин:

- *Дискретизиране на моделната област и концептуална визуализация*
- *Характеризиране и определяне на типа на хидрогеоложката среда*
- *Разбиране динамиката на системата за определяне на смислови и възможни процеси, протичащи в нея.*
- *Определяне на зоните на подхранване и дрениране*
- *Предвиждане на бъдещи промени в системата*
- *Прогнозиране на нуждата и местата за следващи проучвания*
- *Прогнозиране на опасността от евентуално замърсяване*

3.2. Методология при съставянето на хидрогеоложките концептуални модели

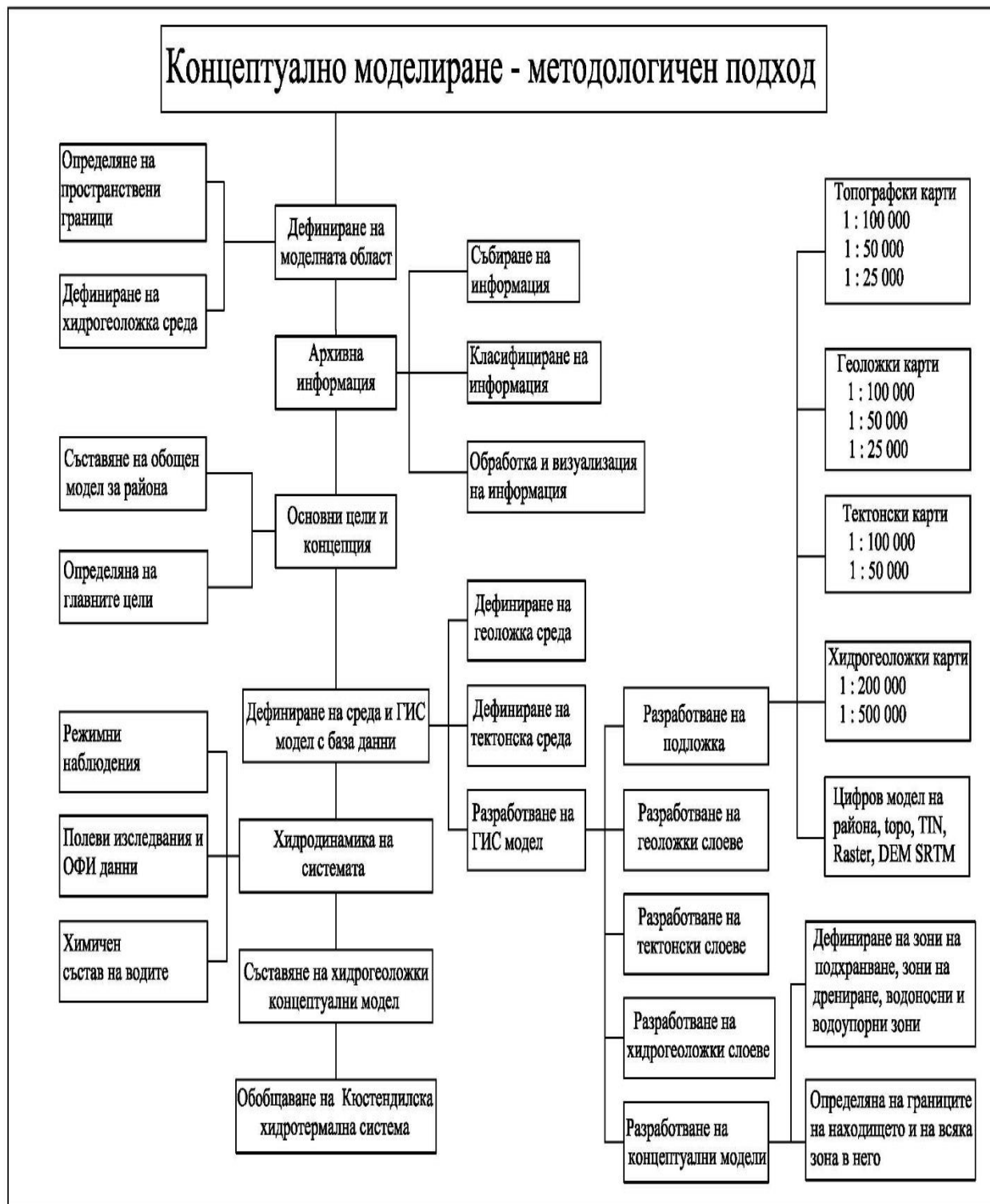
При разработването на хидрогеоложките концептуални модели е изходено от принципите, описани в предишната точка. Най-добрият начин за конструирането на моделите е да се състави схема с последователното изпълнение на етапите и целите или т.нар – „методологичен модел“. За нуждите на дисертацията е разработен индивидуален подход с точни етапи - „методологичен модел“, който е представен на фиг. 3.2. Всички отделни етапи при разработването на концептуалните модели са в непрекъсната връзка и зависят един от друг. Основните дейности при конструирането на модели са следните:

- *Дефиниране на моделна област* – набелязва се обхвата на изследване и главните цели на модела. Определен е районът на изследване, хидрогеоложката система, водоизточниците и последващото развитие на модела.
- *Анализ на архивната информация* – събрана е всичката достъпна информация за определения район. Класифицирана е информацията по степен на значимост (от хидрогеоложка гледна точка) и е направено сравнение между различните източници. Извършени са обработки и визуализиране на информацията, с цел по-лесното ѝ използване и приложимост.
- *Определяне на основните цели и концепцията* – набелязани са главните цели на концептуалния модел и желаните резултати. Дефинирана е хидрогеоложка среда и обектите на изследване (находища на минерална вода). Определена е детайлността и степента на развитие на модела. Оценена е възможността за съставяне на двуизмерни и триизмерни модели на находищата.
- *Дефиниране на среда и ГИС модел* – разработен е географско-информационен модел с база данни. Дефинирана е геоложката и тектонската среда с цел изясняване на хидрогеоложката обстановка и са обособени геолого-тектонски единици с оглед на хидрогеоложкото им значение.
- *Характеристики на хидрогеоложката система* – обработена и анализирана е информацията за детайлното изясняване на хидрогеоложката среда. Данните включват сведения за режимни наблюдения, опитно-филтрационни данни, представителни хидрогеоложки параметри и хидрохимичен анализ на водите.
- *Съставяне на хидрогеоложки концептуален модел* – анализирани са всички фактори, оказващи влияние на системата и е конструиран хидрогеоложкия концептуален модел. Направена е съпоставка на информацията и са оценени смисловите връзки между отделните данни.
- *Обобщаване на КХТС* – изготвени са визуализации, таблици и текстове за обособяване на Кюстендилската хидротермална система (КХТС). Изготвени са карти с геоложка, тектонска и хидрогеоложка среда на КХТС.

Подробният „Методологичен модел“ е съставен специално за нуждите на настоящите хидрогеоложки концептуални модели. Той изпълнява целите и отговаря на въпросите, поставени при изучаването и дефинирането на Кюстендилската хидротермална

система. Първоначално определеният район на изследване е с по-голям периметър, като постепенно той е стеснен, до определяне на детайлни райони на отделните водопроявления на термоминерална вода.

За всяко изходище е дефиниран обхватът му от хидрогеоложка гледна точка. Определени са границите му, зоните на подхранване, зоните на дрениране и другите хидрогеоложки характеристики, които са послужили при съставянето на концептуалните модели. На фиг. 3.2. е представен графичен план на съставения „Методологичен модел“.



Фиг. 3.2. - Методологичен подход при конструиране на моделите на всяко находище от „Кюстендилската хидротермална система“

3.3. Основни геолого - тектонски предпоставки при конструиране на моделите

При конструирането на концептуалните модели, анализа и обработката на информацията, са използвани съвременни софтуерни програми. Основната работа по дисертацията, съгласно методологичния модел, е разработена с програмата *ArcGIS, v10*. Това е специализиран софтуер за обработка, интерпретация и визуализация на бази данни в ГИС среда. Едно от най-големите предимства на този тип програми е възможността за съчетаването на данни от различни източници и лесното им обработване и съпоставяне. По този начин могат да се комбинират също архивни материали (карти, сондажни проучвания и т.н.) със съвременни сателитни образи, актуални данни и прецизни пространствени проекции с точни координати.

Програмата *ArcGIS* позволява лесно да се интегрират и съхраняват неограничен брой карти с различна информация и насоченост. За конструирането на концептуалните модели са съпоставени и интерпретирани над 20 различни карти, с мащаби от 1:5000 до 1:500 000. Използвани са всички архивни карти, описани в глава първа на дисертацията, в комбинация със съвременни карти в различни мащаби: топографски, геоложки, тектонски, хидрогеоложки, хидроложки, климатични и др. Събраният картен материал е комбиниран със сателитни модели за района. Те са взети както от готови модели, предоставени от *ArcGIS*, така и от други програми, които допълнително са използвани при съставянето на моделите. За допълнителни работи и оценки са използвани още програмите: *GlobalMapper*, *GoogleEarth*, *RockWorks*, *AutoCad* и др. Те имаха помощна функция за улеснение при обработката на данните.

Важно е да се отбележи, че нивото на детайлност на моделите е най-голямо за „Находище Кюстендил“, тъй като информацията за него е най-обширна. Съответно за „Находище Николичевци“ има най-малко информация и теренни проучвания, което предопределя и най-малка точност. При конструирането на концептуалните модели е приета двуизмерната визуализация и представяне на изследвания район. Направен беше опит за триизмерно (3D) онагледяване, но наличната информация не е достатъчна за точен и представителен модел. Евентуалният триизмерен модел би бил по-комплексен, но липсата на съществена информация във важни зони ще усложни значително съставянето му и ще доведе до недостовърни прогнози.

След анализа на събраната информация и определянето на възможната точност на концептуалните модели са оценени и зоните, в които данните са по-малко. За всички находища липсват основно сведения в зоните на подхранване, както в план, така и в дълбочина. В зоните на насищане и придвижване на водите, наличната информация също е малко, като за две от находищата – Николичевци и Берсин тя е непълна. В зоните на дрениране има най-подробна информация, която се допълва от сондажни, геофизични и др. проучвания. Съответно и моделите в тази част от находищата са най-точни и детайлни.

След внимателния преглед на архивната информация може да се отбележи, че най-подробни са данните за геоложкия строеж на района. Поделени са повече от 30 свити с подробни описания и сведения за петрографския, минералния и генетичен строеж на всяко

геоложко тяло. Тектонската изученост също е добра и отговаря на нуждите на концептуалните модели.

Една от най-важните задачи за динамиката на системата е събирането на информация и картирането на разломните нарушения. Те имат съществена роля за подхранването и движението на водите от системата, затова точната им интерпретация е важна. След внимателната оценка на разломите по събраните картни и други материали, бяха направени и теренни наблюдения. Заснети бяха с GPS характерни точки за потвърждаване на местата им. Внимателно са сравнени всички картирани разломи със сателитни изображения, морфоложки признаци и полеви наблюдения.

За по-точни теренни проучвания бяха проведени лично въздушни наблюдения на района. Те имаха за цел да се добие по-точна и визуална представа (от височина) за теренните форми и геоморфоложки белези на цялата област (фиг. 3.3 и 3.4). Полетите се извършиха с мотоделтапланер на височини до 1500 m (в периода 18-20.08.17г.). Предварително бяха набелязани места за детайлно заснемане на отделни участъци и най-вече на разломни нарушения. Внимателно бяха наблюдавани също и зоните на подхранване, където архивната информация е по-малко. От теренните наблюдения бяха събрани данни и визуални впечатления за места, които не се виждат добре на сателитните образи. Всички тези анализи, послужиха за една по-точна класификация на разломите и определяне на хидрогеоложкото им значение. Класифицирани бяха следните типове разломи: проводящи разломи, водоупорни разломи, подхранващи в дълбочина разломи, разломи предопределящи общата напуканост с регионален характер и разломи образувани като сателитни тектонски нарушения.

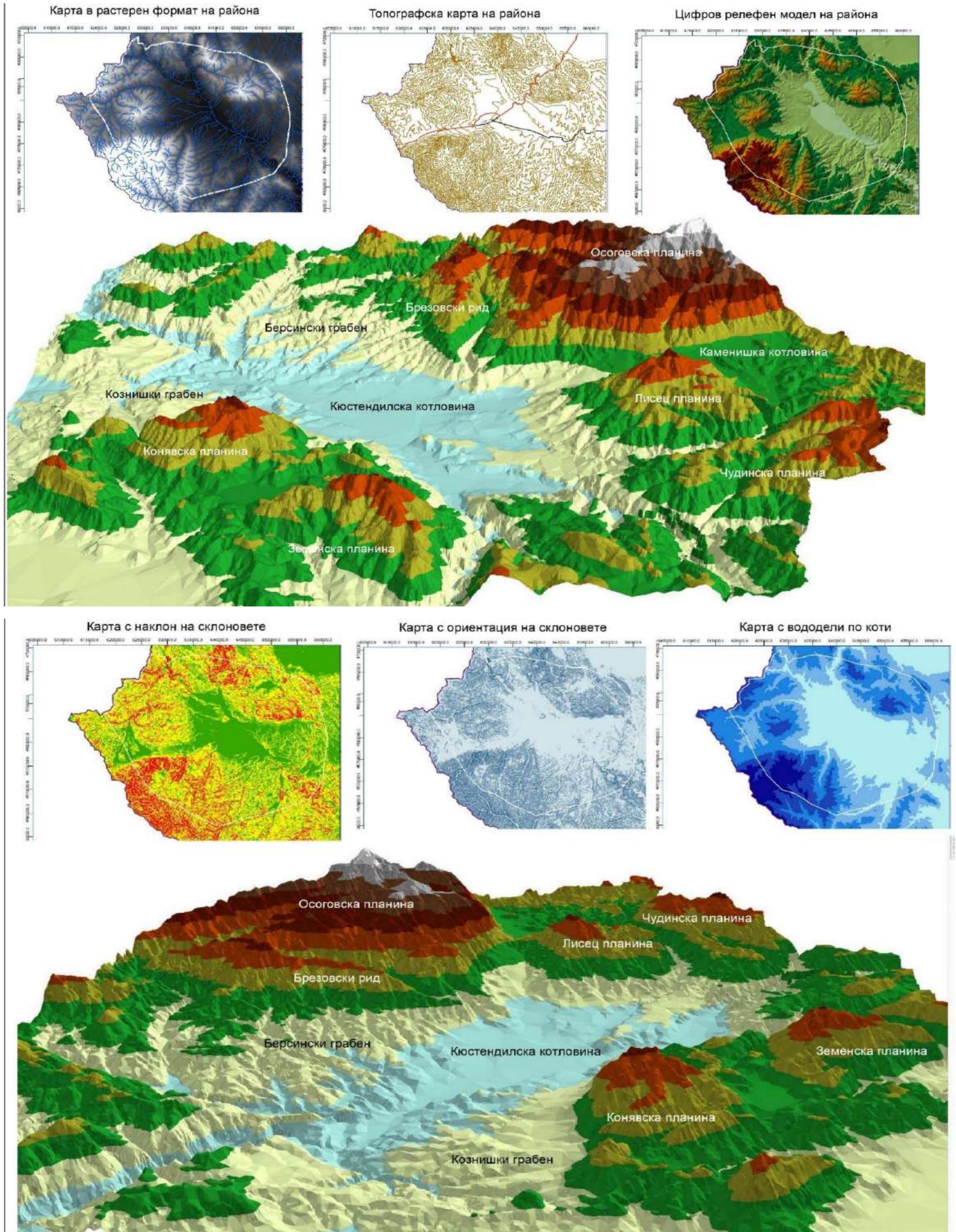
При обработката и интерпретацията на събраните данни, особено за разломите, бяха използвани и други програми, които имаха за цел да допълнят и улеснят анализа на информацията. Използваният допълнителен софтуер GlobalMapper помогна за изследване на релефа в 2D и 3D среда. Програмата позволява ясно да се очертаят разломните нарушения и естествените вододелни и дерета. Комбинацията на данните събрани в ArcGIS с тези от цифровия модел на терена в GlobalMapper е лесна и позволява много по-точна оценка на разпространението, направлението и евентуалната големина на разломното нарушение. Анализирани са също наклоните и дължините на склоновете, изложението им, вододелните и водосборни области и др. На *фиг. 3.3.* е показан фрагмент от релефния модел с всички разломни нарушения, които са събрани от отделните карти и теренни наблюдения.

При анализа на геоложката информация е направена комбинация от отделните карти и геоложки картировки. Оценена е геоложката среда, като възможна за формиране и акумулиране на термо минерални води. Внимателно са оценени и интерпретирани контактите на различните литостратиграфски единици. Привързани са данните за тях с анализа на разломните нарушения и всички сондажни данни. Разграничени и/или обединени са геоложки единици с хидрогеоложко значение, които са описани подробно в следващата глава за всяко отделно находище.

В дълбочина са оценени водоупорните геоложки тела и тези, които биха могли да акумулират води. За анализа са използвани основно събраните 29 бр. напречни профили за района (фондови материали, Костадинов 1941, Бончев 1960 и др.). Местата на всички профили са показани на фиг. 2.1. Корижирани са геоложки неточности и несъответствия, които се установиха при анализа на информацията между отделните източници. Основно тези неточности бяха забелязани при определянето на възрастта на дадена свита или след съвременен анализ на конкретна част от района. Относно възрастта на геоложките формации има две по-важни интерпретации. Първата се отнася за съвременната датировка на възрастта на Осоговския плутон, която е определена на късен Олигоцен – 20 – 29Ma. Тази оценка се разграничава много от досегашните сведения за плутона, който се смяташе за палеозойски. Данните са отразени в записката към новата геоложка карта на България в мащаб 1:50 000.

Това поставя въпроси за относително по-скорошната вулканична активност в района, тектонските прояви и оценката на напукаността на масива в дълбочина. Всички тези въпроси и нови анализи имат особено важно значение за цялата система, но най-вече за находище Кюстендил и Берсин. Една съвременна вулканична дейност в зоната на подхранване на водите от нах. Кюстендил до голяма степен би обяснила значително по-високите температури на водите (до 75° C), в сравнение с другите находища (25 - 40° C). Евентуалният повишен геотермичен градиент може да предопределя по-плитка циркулация на тези води в дълбочина и по-кратък престой в зоната на насищане. Другата важна разлика е неправилното определяне на възрастта на триаските седименти по сондажните данни в доклада за Невестино от 1971 г. На дълбочина 180,0 m е описана пачка от пясъчници, която по-късно Загорчев (1994) отделя като регионален репер за разграничаване на пермските седименти от тези на долния триас. Тези геоложки промени имат важно значение за водите от нах. Топилата. Те оказват влияние при тълкуването на зоните на проникване и циркулиране и оценката на водоупорния разлом в зоната на дрениране.

С помощта на програмата ArcGIS са разработени различни карти и цифрови модели на района. Те са разработени в 2D и 3D визуализации и анализират различни релефни форми и информация. Съставени са модели с изчисления на наклона на склоновете, тяхната ориентация, граници на вододели по котли, посока на повърхностните потоци и др. Те са представени на фиг. 3.5 и 3.6



Фиг. 3.5 – ГИС модели на района на изследване в 2D и 3D среда

ГЛАВА ЧЕТВЪРТА

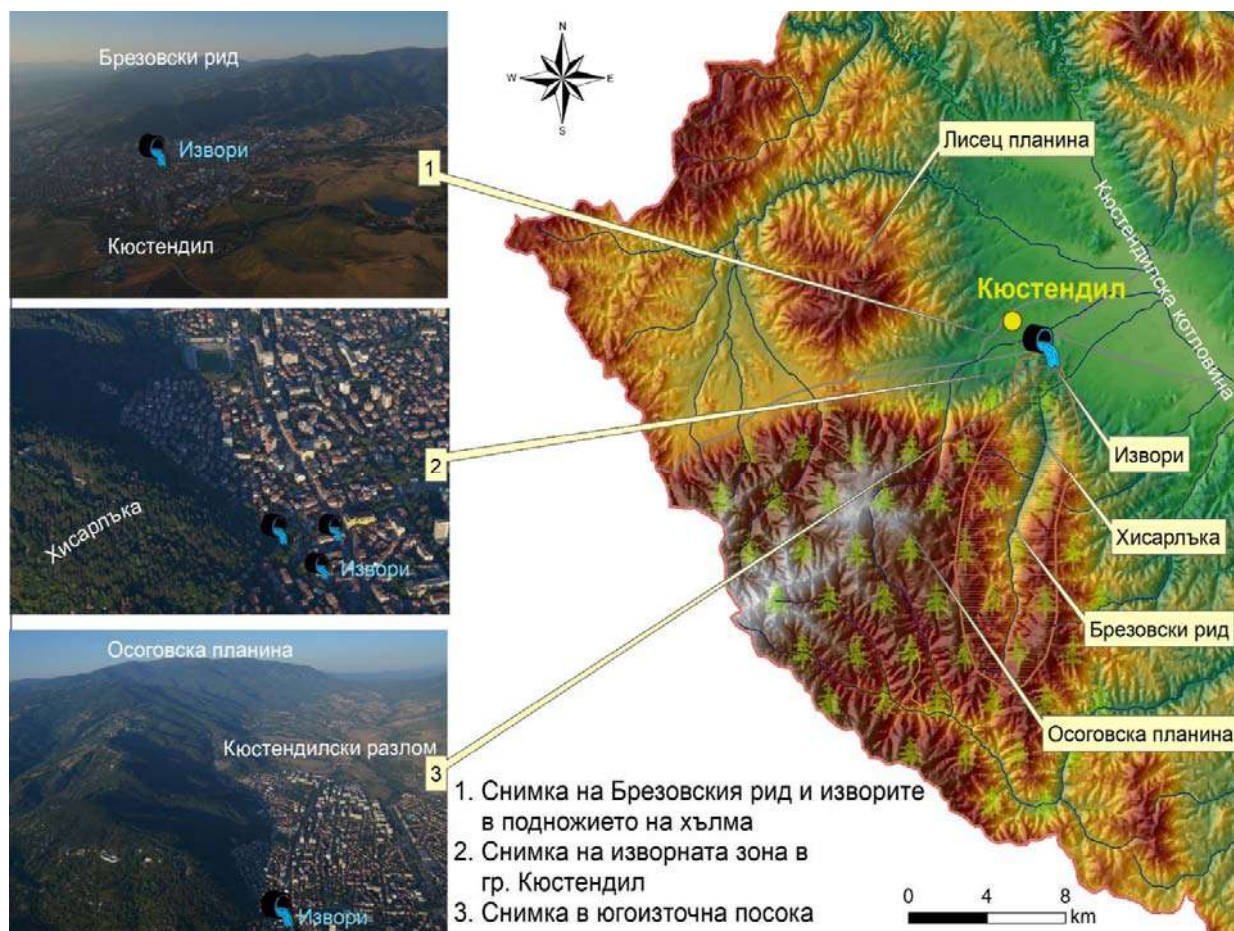
4. Находища на минерална вода в района на изследване

В настоящата глава са характеризирани детайлно всички находища на минерална вода, които попадат в обхвата на изследването. Една от основните цели е да бъде изяснена детайлно геолого–тектонската среда и динамиката на системата, на базата на която да бъдат конструирани *Хидрогеоложки концептуални модели (ХКМ)* за всяко находище.

4.1. Находище на термоминерална вода - Кюстендил [A1]

4.1.1. Общи сведения и местоположение

Находището на минерална вода в гр. Кюстендил е известно още от древността. В града има останки на бани от Римско време, което свидетелства за експлоатацията на минералното богатство. Термалните води се разкриват чрез естествени извори, разположени в южната част на града, в подножието на височината Хисарлък, която е част от Брезовския рид на Осоговска планина. Зоната на естествените извори е проявена в участък с дължина около 180 m и ширина 65 m. Първоначално изворите са били около 40, пръснати хаотично в район, на площ около 2 хектара. През 1910 г. изворите са каптирани в 11 каптажа, като част от тях са тампонирани. Водите са събрани в шахта с общ дебит 33 l/s и температура около 76° C. (фиг. 4.1)



Фиг. 4.1. Местоположение и релефен модел на находище Кюстендил.

4.1.2. Детайлни геоложки условия в района на находище Кюстендил

В геоложко отношение, находище Кюстендил попада в разнообразна среда от различни магмени и метаморфни скали, частично покрити от съвременни седименти. В границите на находището могат да бъдат групирани три генетични типа литоложки формации (единици), с отношение към хидродинамиката на системата. Тези формации имат различен петрографски състав, възраст, начин на образуване и свойства. Високите части (планините Лисец и Осогово) са представени от интрузивни скали, основно от гранити и метаморфити. В ниските части на находището (Кюстендилската котловина и Кюстендилския разлом) са развити неогенски и кватернерни седименти. Трите литоложки формации са обособени и представени подробно както следва:

Лисецко - Брезовска ортометаморфна формация

Този генетичен тип литоложка формация включва разнообразна съвкупност от метаморфни скали и вулканични скали, метаморфозирани в различна степен. Според Геоложката карта на България (М 1:50 000), единицата включва в себе си следните скални комплекси: *Осоговски ортометаморфен комплекс; Лисецки ортометаморфен комплекс и Лелински метагранити*. Петрографски скалите от различните комплекси са представени главно от: амфиболити, метабазити, метадиорити, амфибол-биотитови гнайси, метакварцдиорити и др. Скалните разновидности на Лисецкия комплекс се разкриват в зоната на дрениране на минералните води под височината Хисарлъка до гр. Кюстендил. Покрити са от съвременни кватернерно – неогенски седименти. Високите части, изградени от тези скали, също имат голямо значение при подхранването на минералните води.

Осоговски вулканити

Тази литоложка формация има изцяло интрузивен характер с характерна куполна форма. Пространствено вулканитите заемат централните части на Осоговската планина, оградени от скалите на Лисецко – Брезовската ортометаморфна формация. Площта, която заемат Осоговските вулканити, е около 80-86 km². Петрографски плутонът е изграден от гранити с различен зърнометричен състав. Размерът на гранитите варира от дребно до грубозърнест. Минералният състав е постоянен, като основно е представен от плагиоклаз, калиев фелдшпат и кварц.

Според последните датировки на плутона (Graf, 2001; Kounov et al., 2004), възрастта е определена на 29 –32 Ма, което го характеризира като олигоценски. Образуването на плутона е свързано с късноалпийска екстензия на района и частично преобразуване на скали от обграждащия го *Лисецки ортометаморфен комплекс*.

Съвременни материали - неоген-кватернер

Тази литостратиграфска формация, включваща скали с възраст < 23Ма, има сравнително по-малко разпространение в района на находище Кюстендил. Тя заема ниските части на Кюстендилската котловина и по направлението на Кюстендилския разлом. Разломът има посока СИ – ЮЗ и отделя Лисец планина от Осоговска планина. Това е сравнително млада проява на тектонско нарушение с разседен характер. Кватернерните материали, запълнили Кюстендилския разлом, имат пролувиално – делувиален характер.

Наслагите се проследяват по склоновете на двете планини и са представени основно от рѣбести чакъли с пясъчливо–глинест запълнител. Площно конусите достигат дължина и широчина до няколко километра. Това свидетелства за благоприятните условия при формирането им. Дебелините им достигат до 30 – 40 m. Скалните късове са основно представени от разновидности на гранити и метабазити. Тези материали покриват скалите на Лисецките метаморфити и имат важна роля за високо проводящата тектонска зона, по която става дренирането на минералните води.

4.1.3. Детайлни тектонски условия в района на находище Кюстендил

Тектонската обстановка, в която попада находище Кюстендил е със сложен характер. Това се обуславя от значителните тектонски движения и етапи, на които е бил подложен районът. При формирането на различните тектонски структури (единици), могат да се отделят следните главни етапи на развитие: *Ранноалпийски, Късноалпийски и Неотектонски* структурен етап. През всеки от тях са се формирали различни тектонски структури, като разломната активност е силно проявена. Находище Кюстендил попада в границите на три тектонски единици.

Разломи с посока ССЗ – ЮЮИ

Първата група са разломите с посока север – юг до северозапад - югоизток. Това са едни от най-старите прояви на тектонска активност за района. Те могат да бъдат отнесени към Струмската разломна зона. В района на находище Кюстендил има ясно изразени две групи (снопове) разломи с такава ориентация. Първият е Брезовският разломен сноп, а вторият е Новоселският разломен сноп. Брезовският разлом отделя Лисецко – Брезовските (Осоговски) ортометаморфити от неоген – палеогенските седименти на Пиянецкия грабенов комплекс (Берсински грабен). Новоселският разломен сноп е на около 1,5 km в западна посока от Брезовския разлом. Разломите затъват в северна посока, като по Брезовския разлом е настъпило потъването на Кюстендилската котловина. Тези нарушения имат много важна роля за дренирането на минералните води. Те играят бариерна роля, като имат коса ориентация спрямо Кюстендилския разлом. Може да се смята, че част от Новоселския разлом (най-североизточните крила на разлома), потъва под Хисарлъка и „подпира“ минералните води, дренирани в дълбочина, вследствие на което се образуват изворите точно в тази част.

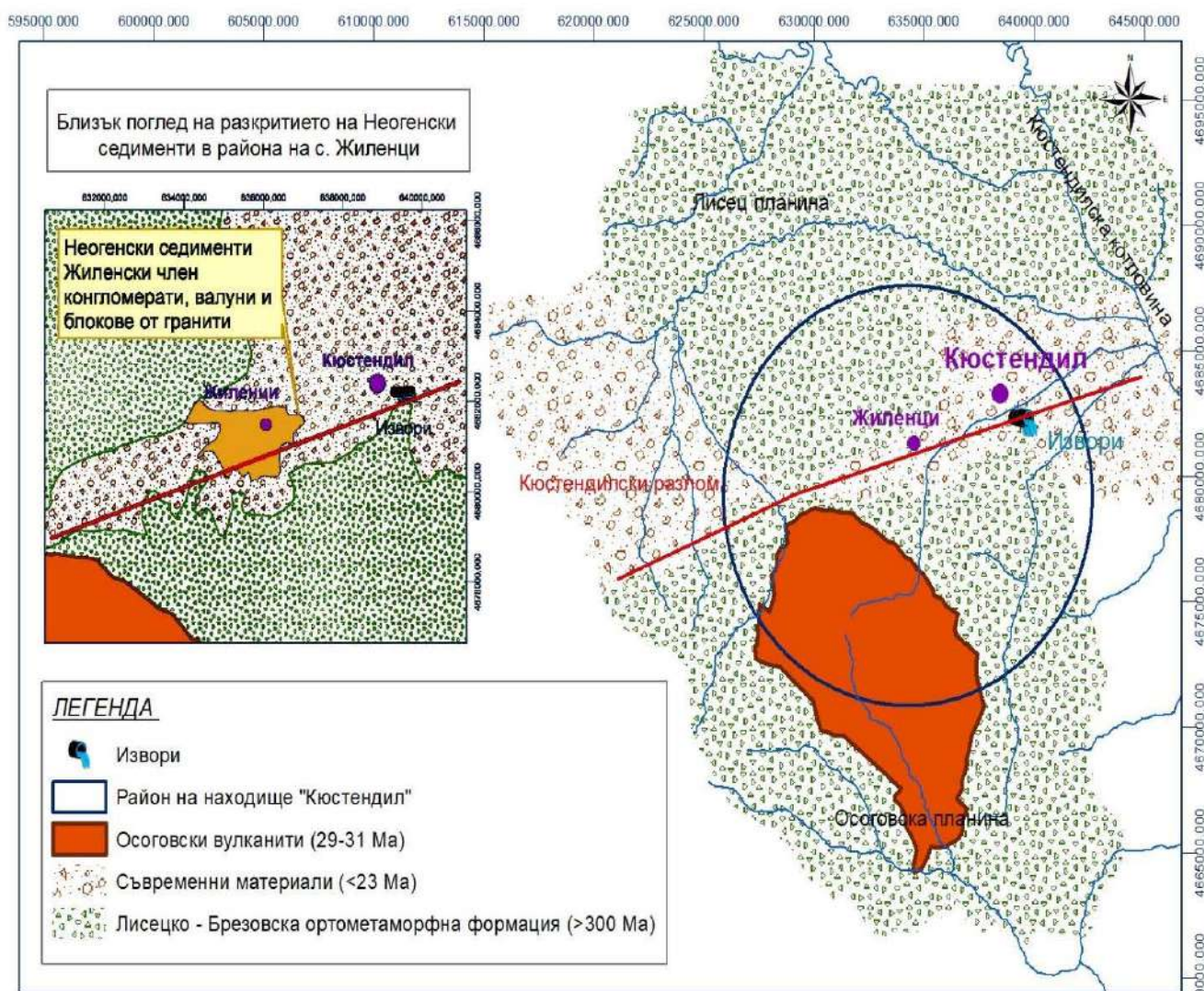
Разломи с посока ЮЗ – СИ

Тази група разломи е свързана с най-младата тектонска активност в района. Характеризира се с блоково разломяване на неоген – кватернерната покривка. Най-големият разлом от тази група е Кюстендилският разлом, който отделя Лисец планина от Осоговската планина. Посоката му е около 75°, с паралелни разломи с посоки 50° - 80°. Движенията са отседно – разседни. Кюстендилският разлом е добре изразен, особено по северните склонове на Осоговската планина, където има основна роля за формирането на пролувиално - делувиалните конуси. Разломът не е добре изразен в Кюстендилската котловина, но ясно може да се проследи по източните граници на Конявска планина. По данни на Яранов (1960), активността му е продължила до горния плейстоцен. Според някои данни този разлом има и съвременна активност, за което свидетелства сеизмичната дейност в района. Тази група разломи има много важна роля за цялата Кюстендилска хидротермална система и определя високо проводящите зони, по които се дренират минералните води на находище Кюстендил.

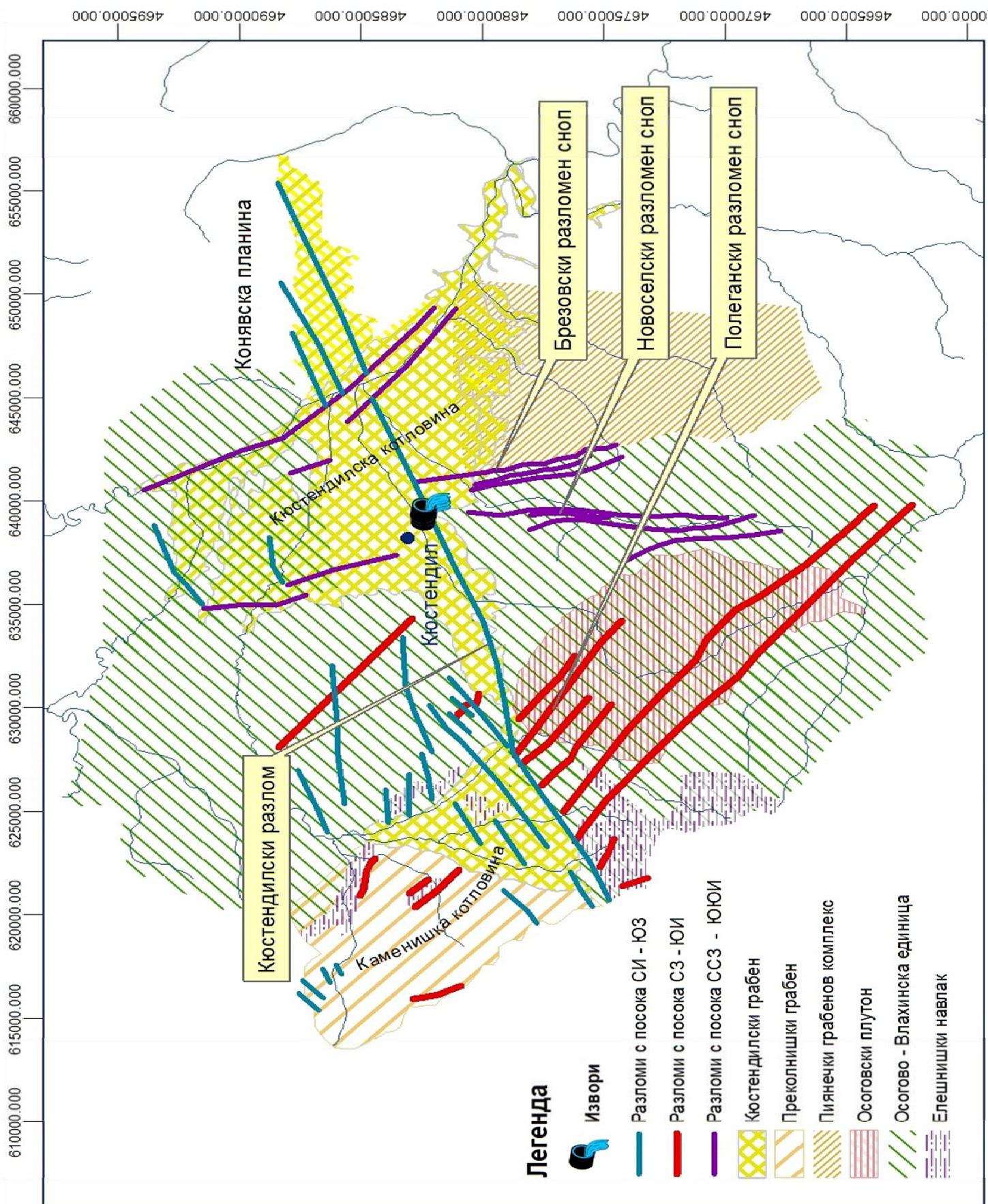
Разломи с посока СЗ – ЮИ

В района на находище Кюстендил, тази група разломи е развита в югозападните части. Те отделят Осоговския плутон от Елешнишкия навлак. Разломите процепват Осоговските гранити, като най-големият разлом от групата е т.н. Полегански разлом. Той може да бъде проследен през целия плутон с дължина повече от 15 km. Разломите са развити успоредно един на друг през около 1000 -1100 m. Образуват разломен сноп с широчина малко над 5 km. Ориентацията на разломите основно е около 320°, с отседно-разседен характер. Затъват с много стръмен югозападен наклон. Разломите попадат в зоната на подхранване на минералните води. Те пресичат в дълбочина Осоговските гранити и имат много важна роля за проникването на атмосферни води в дълбочина и подхранването на термалните извори на гр. Кюстендил.

Съставени са две схеми (фиг.4.2. и фиг.4.3.) относно хидрогеоложката среда на находището. Те са получени на базата на описаните тектонски единици и основни разломни направления. На едната са показани тектонските единици, в които попада находище Кюстендил, а на другата са илюстрирани основните разломни нарушения. Тектонските схеми се базират на Геоложката карта на България (М 1:50 000)



Фиг.4.2. Геоложка схема с разпространението на обособените геоложки единици



Фиг. 4.3. Тектонска схема с разпространението на основните групи разломи в района на находище Кюстендил

4.1.4. Режимни наблюдения на дебита и температурата на минералните води от находище Кюстендил

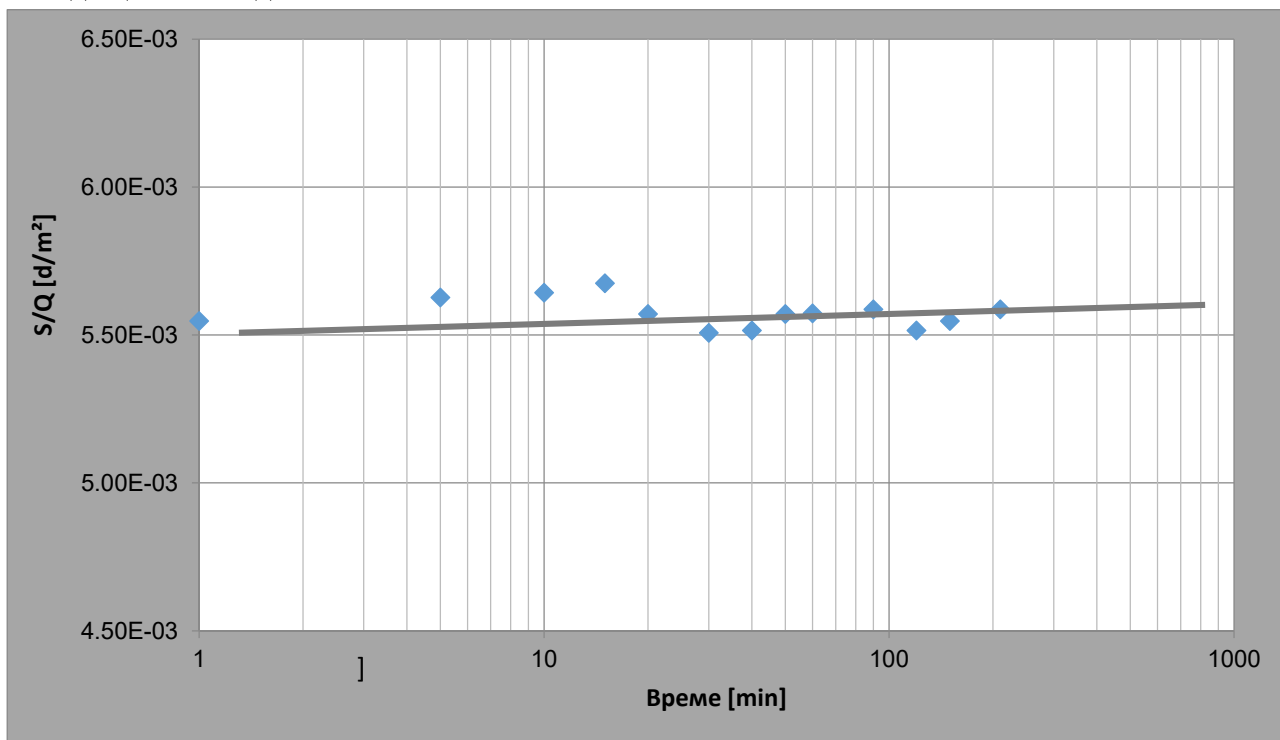
Обобщените данни за режимни наблюдения, характеризиращи минералните води от изворите на гр. Кюстендил, са представени в таблица 4.1. Генерално, находище Кюстендил се характеризира с постоянство в количествено и температурно отношение.

Таблица 4.1. Обобщена таблица с всички периоди на режимни наблюдения

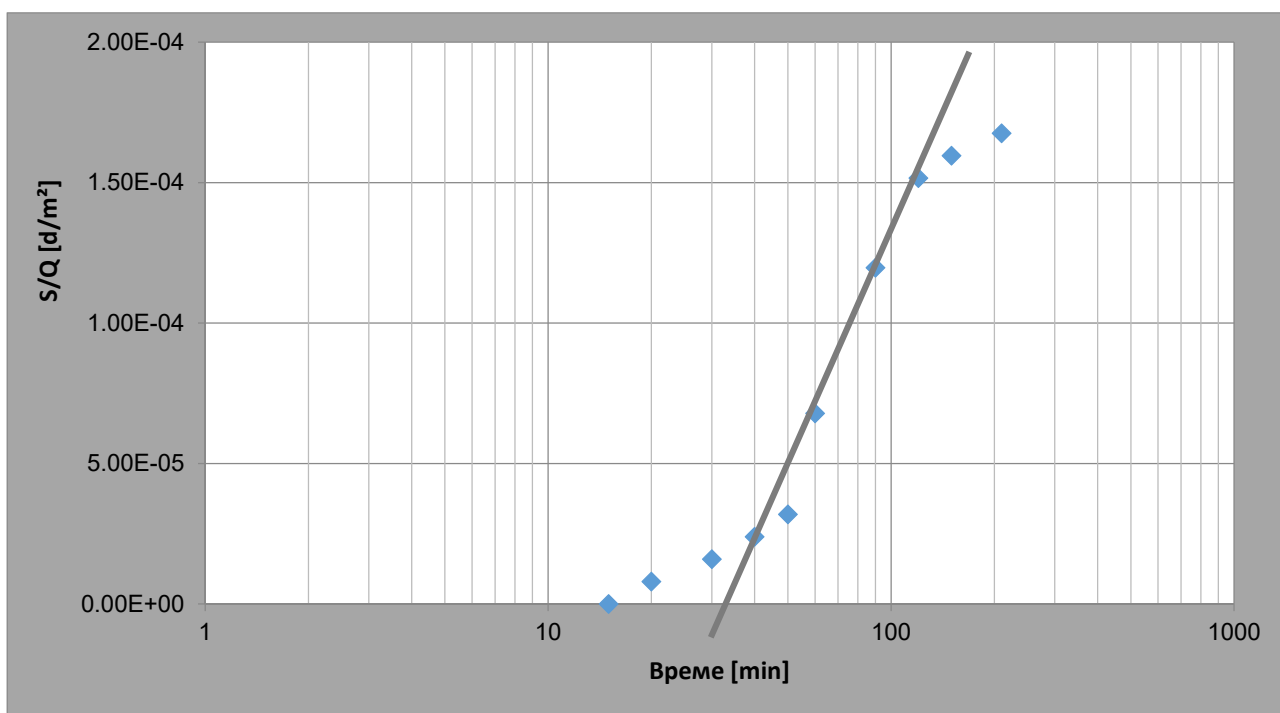
Година на измерване	Източник на информация	Съоръжение на минерална вода/	Дебит [l/s]	Температура [°C]	Обща минерализация [mg/l]	Други характерни сведения
1840г.	Ами Буе	5-7 броя извори		58,75 до 73,12		
1872г.	Хоцитетер	8 бр. бани		62,5 до 67,5		
1885г.	Златарски			66,0 до 73,0		Първи сведения за химичен състав
1904-05г.	Добрев	36 бр. извори	13,44	48,5 – 74,0	0,514 – 0,540	
			(806,64 l/min)			
1910-11г.		Каптиране на изворите	33	макс. 76,0		
1928г.	Азманов		30,63			
1940г.	Азманов	3 бани	35	73,4 – 74,6	0,643 – 0,666	
1955-56г.	Чобанова	МС-5 и МС-БУ	29,0 -40,0(само от сондажите)	75,0 – 76,0		
1957-59г.	Мундров	МС-БУ				
			40,0-46,0 (29,0 само БУ)			
1964г.	Мундров		34			
1967-70г.	Сегменски/Добрянов	Новия Каптаж	28,0 – 37,0	73,2	0,470- 0,520	Констатирано е повишаване на дебита и нивото през месеците II, III и IV и понижаване на същите през месеците VI, VII и VIII. Най-големият дебит - 37 l/s, е измерен през зимно-пролетния период
1974-80	Архив на МОСВ	„Стария“ и „Новия“ каптаж	31,0 – 34,0	73		Направени са 57 измервания
1995г.	ВИАС	„Стария“ и „Новия“ каптаж	33,0 – окомерно/непряко			
1998г.	Йотов	„Стария“ и „Новия“ каптаж		74,8 – температура на чешмата до Новия каптаж		

4.1.5. Обработка на опитно-филтрационни данни и определяне на представителни хидрогеоложки параметри на находище Кюстендил

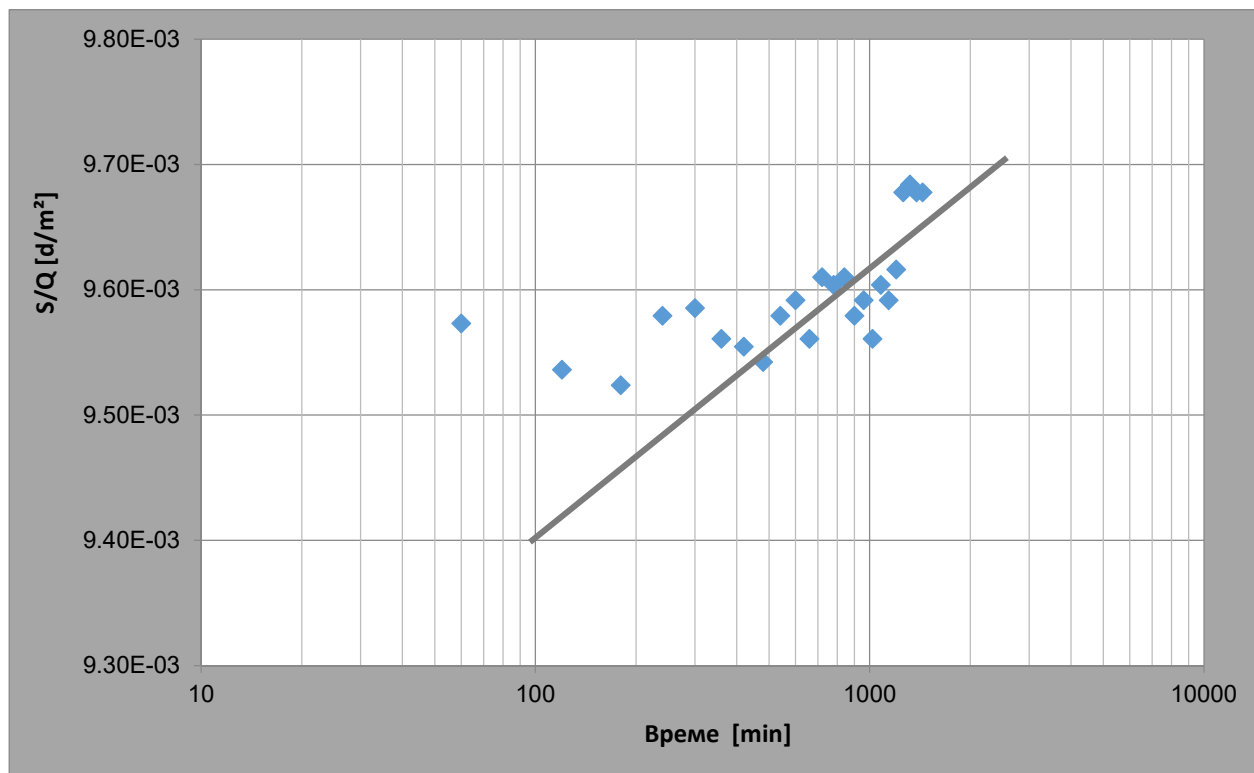
За определяне на хидродинамичните параметри на филтрационната среда от находище Кюстендил е направена обработка на съществуващите данни от проведени полеви опитно-филтрационни изследвания. Резултатите са представени на фиг. 4.4; 4.5 и 4.6. В таблица 4.2 са показани изчислени представителни стойности на хидрогеоложките параметри на находище Кюстендил.



Фиг. 4.4. Резултати от опитно водочерпене на сондаж 3-ХГ



Фиг. 4.5. Данни за нивата на „Стария каптаж“ при опитно водочерпене на сондаж 1-ХГ



Фиг. 4.6. Резултати от опитно водочерпене на сондаж 1-ХГ

Таблица 4.2. Представителни хидрогеоложки параметри на находище Кюстендил

Параметри на филтрационната среда	Сондаж 3-ХГ	„Стария каптаж“	Сондаж 1-ХГ
Проводимост на пласта [m ² /d]	238,1	778,2	1097,3
Дебелина на пласта [m]	100	100	100
Коефициент на филтрация [m/d]	2,4	7,8	10,9

4.1.6. Изследване и анализ на химичния състав на водите от находище Кюстендил

Минералните води от изворите на гр. Кюстендил са изследвани многократно. Още през 18^{-ти} век Ами Буе, Хохщетер и Златарски определят приблизителния качествен състав на минералните води. Към момента има известни над 20 химични анализа от различни лаборатории. Първите достоверни сведения са получени от Добрев през 1904-1905 г., когато той взема за анализ 3 бр. водни проби. Той дава много подробни сведения за качествената характеристика на минералните води от почти всички известни тогава извори. След това Азманов (1940) дава данни за цялостния химичен състав. Проби за анализ на минералните

води са взимани още от различни специалисти на: Водоканалпроект, Комитета по Геология, БАПВ и др.

Всички резултати от химичните анализи са прегледани и внимателно анализирани. Химичният състав на водите от находище Кюстендил е едно от най-големите му богатства и същевременно един от най-важните хидрогеоложки белези. Данните за химичния състав на водите са обобщени и представени в таблица 4.7. Дадени са сведения за най-важните химични компоненти и параметри, характеризиращи минералните води. Направен е анализ на данните от всички проби. Дадени са също и осреднени показатели само от експлоатационните съоръжения – „Стария“ и „Новия“ каптаж. Показани са и осреднените стойности, като не е взет предвид сондаж 2-ХГ, който е пренебрегнат по хидрогеоложки причини. Цялата информация е представена в Таблица 4.3. На фиг. 4.7 е съставена графична зависимост между катионните и анионните компоненти на водата.

Химичният състав на минералната вода е изразен по формулата на Курлов, като са взети предвид само данните за минералната вода от експлоатационните съоръжения.

$$M = 0.61 \frac{SO_4^{39} (HCO_3^{31} + CO_3^8)^{39} Cl^{14} F^5 HS^3}{Na^{94} K^3 Ca^3} \quad pH = 8.99 \quad T = 73.9$$

Основните характеристики на водата от находище Кюстендил са - ниска минерализация, хипертермална и повишена алкална реакция. Водата се наименоува като сулфатно – хидрокарбонатно – натриева, с повишено съдържание на флуорид. Според Наредба №1 от 2000 г. на МОСВ, водата спада към категория I минерални води. Според Наредба №9, водата не може да бъде използвана за питейно – битово водоснабдяване.

Таблица 4.3. Обобщена таблица с данни от анализи на химичния състав на водите от находище Кюстендил

Година на изследване	Водозточник	Източник на информация	Т°С	pH	Ел потенциал [mV]	Обща минерализация [mg/l]	Химичен състав															
							Катиони					Аниони										
							Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	Fe ²⁺	~сума	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	~сума		
1840-85																						
1903-05	40 извора	Добрев	74	9.2	646	0.54	4.5	0.23	206.8	5.3	следи			53.8	102.2	126.8		33.2				
1940г.	Стария каптаж	Азманов	74.6	9.3		0.56	3	0.2	169.2				172.4		175	165.4		33.6				374
	Чукюра и	Азманов	74.6	9.2	663	0.53	2.87	0.15	163.8	4.6	следи			171.4	58.91	111.5	149.1		33.47			
1957г.	МС-5	ВКП	75.6	10.0		0.60	10.0	0.2	174.9			0.0		185.0	55.5	99.1	139.9	11.5	36.4	0.0		344.0
	МС-БУ	ВКП	75.6	10.2		0.60	3.4	0.2	189.2			0.0		192.0	60.0	94.6	141.6	13.0	38.1	0.0		349.0
	МС-4	ВКП	75.6	10.0		0.60	2.8	0.4	186.7			0.0		189.0	48.0	112.9	136.6	15.0	39.0	0.0		353.0
1964г.	минерална баня	ВКП		8.8		0.53	4.0	0.0	132.1					136.0	21.0	137.0	131.0	-	8.9	-		298.0
	минерална баня	ВКП		8.8		0.57	2.0	0.0	135.5					137.0	18.0	137.3	142.0	-	6.2	-		303.0
	минерална баня	ВКП		9.2		0.58	4.0	0.0	150.6					154.0	19.5	170.8	132.0	-	19.5	-		341.0
	4 ХГ	КГ		9.0		0.51	4	-	140	7.1	0.32	0.005	147	37	110	127	8	13				346.0
1967г.	4 ХГ	КГ		9.0		0.54	4	0	140	7.4	0.16	0.015	148	37	110	134	9.5	7				348.0
	2 ХГ	КГ		7.4		0.29	2	0	97	1.2	0.008		98.0		197	21	1.8	21				241.0
	2 ХГ	КГ		6.9		0.13	2	0	39	0.8	0.002		40.0		73	9	8	1.1				98.0
	2 ХГ	КГ		6.7		0.11	1	0	37	0.7	0.001		38.0		73	9	1	8				102.0
	3 ХГ	КГ		8.8		0.45	7.5	3	153.8				167.0	7.4	342.6	31.3		28.4				412.0
	3 ХГ	КГ		9.1		0.42	2	0	115	6	0.025		123.0	23	109	102	6	9				250.0
	каптаж	КГ		6.7		0.34	43	13	16	3		0.034	85		163	13	0.8	18	32			223
	каптаж	КГ		9.5		0.58	3	0.2	148	7.4			156.0	40	118	137		7				307.0
	1 ХГ	КГ		8.8		0.51	3.2	0	128.3	6.6			139.0	9.5	145.7	123.9		22.2				301.3
	1 ХГ	КГ		9.3		0.48	3.2	0	117.7	6.6			128.0	19.1	131.1	116.9		8.1				275.2
2005г.	Ноява каптаж	МОСВ	73.1	8.8		0.53	2.0	0.6	168.9	11.6	0.2		183.3	12.0	183.1	131.7	8.0	32.7	0.0			355.5
	Ноява каптаж	БГ		9.2	739.0	0.66	5.8	0.5	200.0	7.5		0.0	213.9	26.0	205.0	165.0	8.0	40.0	5.6			423.6
	Ноява каптаж	БАПВ		9.5	736.0	0.66	1.7	<0.1	190.0	5.7	0.1	<0.00	197.5	24	160	147.9	7.0	30	1.0			345.9
	Ноява каптаж	МОСВ		8.5	731.0	0.54	1.4	0.1	144.0	6.4	0.1	0.0	152.0	30	115.9	134.3	8.47	4.8	0			263.5
Осреднени показатели само																						
Максимални показатели само																						
Осреднени показатели без да																						
Осреднени показатели по																						
			73.97	8.99	735.33	0.60	2.7	0.4	175.7	7.8	0.1	0.0		23.0	166.0	144.7	7.9	26.9	1.7			
			74.80	9.46	739.00	0.66	5.8	0.6	200.0	11.6	0.2	0.0		30.0	205.0	165.0	8.5	40.0	5.6			
			73.02	9.07	703.00	0.54	5.6	1.0	143.6	6.9	0.1	0.0		29.0	135.1	127.3	8.7	19.1	4.8			
			73.02	8.79	703.00	0.49	5.2	1.0	132.8	5.7	0.1	0.0		27.9	141.4	108.2	7.6	18.3	4.8			

4.1.7. Хидрогеоложки концептуален модел на находище Кюстендил

Всички проведени анализи и обработки ни позволяват да изградим една добра основа за конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел на находище Кюстендил. Съставените геоложки и тектонски схеми изясняват основната концепция за зоните на подхранване и формиране на водите. Разломните нарушения дават информация за зоната на дрениране и високо проводящата част, по която става движението на водите. Геолого-тектонската информация има много важна роля при формирането на хипотезите за динамиката на системата и възможните начини за формиране на естествените извори, точно в тази част на находището. Анализирани сондажни проучвания, макар и в една малка област (само в изворната зона), дават сведения за съставянето на реалистичен двуизмерен (2D) хидрогеоложки концептуален модел (фиг. 4.12). За съставянето на предполагаем/реалистичен триизмерен (3D) модел са необходими много повече данни, анализи и информация за находището. Особено важно е да се съберат данни в зоните на подхранване и високо проводящата зона на находището. Необходими са и задълбочени хидроложки наблюдения и анализ на валежите и снежната покривка в двете проблематични зони. От полза би било, ако се проведат и геофизични проучвания, които биха изяснили доста по-пълно представата за геолого-тектонската среда в дълбочина. Едва тогава би могло да се пристъпи към конструиране на триизмерен ХКМ (Хидрогеоложкия концептуален модел), който да има необходимото ниво на точност.

Режимните наблюдения дават непълна, но достатъчна информация за анализ на режима на находището. Химичният състав показва голямо постоянство (повече от 100 г.). Той ни позволява да се направят много важни изводи за зоните на подхранване, дрениране, дълбочина на циркулация и т.н. Така на базата на цялата събрана информация е изградена общата представа за находището и е изграден хидрогеоложкия концептуален модел.

В отделните участъци и граници на находище Кюстендил се разполага с различна степен на пълнота и детайлност на наличната информацията. В зоните, където има повече данни, е подходено с по-голяма точност към моделната област. При конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел е изходено от следните най-важни предпоставки и хипотези на средата:

Основни характеристики на находище Кюстендил

- Тип на водите: напорни/артезиански режим
- Тип на средата: пукнатинна
- Начин на подхранване: атмосферни валежи

А. Геоложки предпоставки и хипотези:

- ≡ Геоложка среда на находището – Осоговски интрузив и Лисецко – Брезовски метаморфити. Основната литоложка разновидност са гранитите, различно метаморфозирани.
- ≡ Геоложка среда в зоната на формиране на водите – Осоговският интрузив е основната геоложка среда, в която се формират минералните води (около 60% площно измерено от ГИС моделите). По-ограничена роля имат

Брезовските метаморфити (25%) и най-малка е ролята на Лисецките метаморфити (15%).

- ⇒ Геоложка среда в зоната на натрупване - водите се акумулират/натрупват основно в Брезовските метаморфити (гранитогнайси и амфиболити) (50%), по-малка роля има Осоговският интрузив (гранити – 30%) и най-малка роля имат Лисецките метаморфити (20%).
- ⇒ Геоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – естествените извори и сондажните водоизточници разкриват води основно (90-95%) от гранитогнайсите на Лисецко-Брезовската формация. По сондажни данни това са само скали от Брезовската формация – гнайси, гранити и амфиболити.
- ⇒ Геоложка среда във високопроводящата зона – най-долните нива на зоната са изградени от Лисецко – Брезовските метаморфити. Над тях са развити широки до 1-2 km делувиални конуси, с дебелини от 50 до 150 m. Изградени са основно от гранити и амфиболити. Най-отгоре се разкрива кватернерна покривка с дебелина от 2-3 до 20 m.

В. Тектонски предпоставки и хипотези:

- // Тектонска среда на находището – водите от находище Кюстендил са от пукнатинен тип. Придвижват се по-млади разломни нарушения с неотектонска активизация и генерална посока СИ – ЮЗ. При контакта им с много по-старите разломи (ранноалпийска активизация) с ориентация ССЗ-ЮЮИ, се дренират на повърхността, поради това, че вторите разломи играят бариерна роля.
- // Тектонска среда в зоната на формиране - основно значение за подхранването на находището с атмосферни води има Полеганският разломен сноп. Генералната посока на разломите е СЗ – ЮИ, със стръмно до почти вертикално затъване в ЮЗ посока. Основният разлом (Полегански) има дължина повече от 15 km. Разломите са развити на разстояние около 1 km един от друг. Общата дължина на разломите в границите на находището е около 20 km.
- // Тектонска среда във високо проводящата зона – тя е развита изцяло по направлението на Кюстендилския разлом с генерална посока СИ – ЮЗ. Разломът предопределя крехка зона на срязване с високо проводящи свойства. Широчината на зоната е около 150-200 m. Дълбочината на разломната зона не е изследвана, но с оглед на голямата дължина на разлома (<100 km), а според някои мнения и повече от 500 km, би могло да се предположи, че дълбочината му е много по-голяма от дълбочината на формиране на водите (до 1 km). Дължината на високопроводящата зона в границите на находището е около 12 - 13 km.
- // Тектонска среда в зоната на разкриване/изворната зона - Като основна зона на дрениране на термалните води е приет – Кюстендилският разлом, по който се инфилтрират водите от оградните планини и се предвижват до зоната на естествено разтоварване, предопределена от бариерните разломи.

Има два разломни снопа с ориентация ССЗ-ЮЮИ, които могат да играят тази бариерна роля. Първият е Брезовският сноп, който се намира на около 1,5 km, от изворите в северна посока и е ясно изразен. Вторият е Новоселският разломен сноп, който се намира по-близо до изворите, но е по-неясно изразен от Брезовския. Въпреки това по него също е много вероятно да става изкачването на водите и образуването на естествените извори, точно в тази част от релефа. Дължината на бариерната зона в границите на находището, е около 5 – 6 km.

C. Хидрогеоложки предпоставки и хипотези:

- ∅ Хидрогеоложка среда на находището - водите имат напорен характер с режим на самоизлив, според релефните особености и кота на терена. Напорът на водата се изменя от 0,5 до 12,0 m от терена. Средно напорът е около 2,0 m, на коти около 526,0 – 527,0 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на формиране – водите се подхранват и формират основно за сметка на атмосферни валежи. Няма реалистични данни, по които може да се оцени дълбочинното похранване. Въпреки че то е пренебрегнато, химичните и режимни наблюдения предопределят много малка роля на един такъв възможен водоприток. Предполагамата дълбочина на проникване на атмосферните води е сравнително голяма, около 600 – 800 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – водите се акумулират по свързани системи от пукнатини. Дебелината на водоносната среда по сондажни данни е от 50 до 150 m. Може обаче да се предположи, че тя е и малко по-голяма до около 300 m. Възможно е част от водите да се дренират скрито по неустановени разломни нарушения и да се смесват с пресните води, акумулирани в палеоген–неогенските наслаги, покриващи скалната подложка. Такъв е случая при сондаж 2-ХГ.
- ∅ Режимните наблюдения показват почти постоянен качествен и количествен състав на минералната вода. Забелязват се леки колебания в намаляване на дебита през летните месеци, което също е предпоставка за атмосферно подхранване. Малката обща минерализация е признак за филтрационна среда в метаморфни формации. Високите стойности на рН свидетелстват за дълбоката циркулация. Химичният състав на водите кореспондира със зоните на формиране и акумулиране на минералните води.

D. Други предпоставки и хипотези

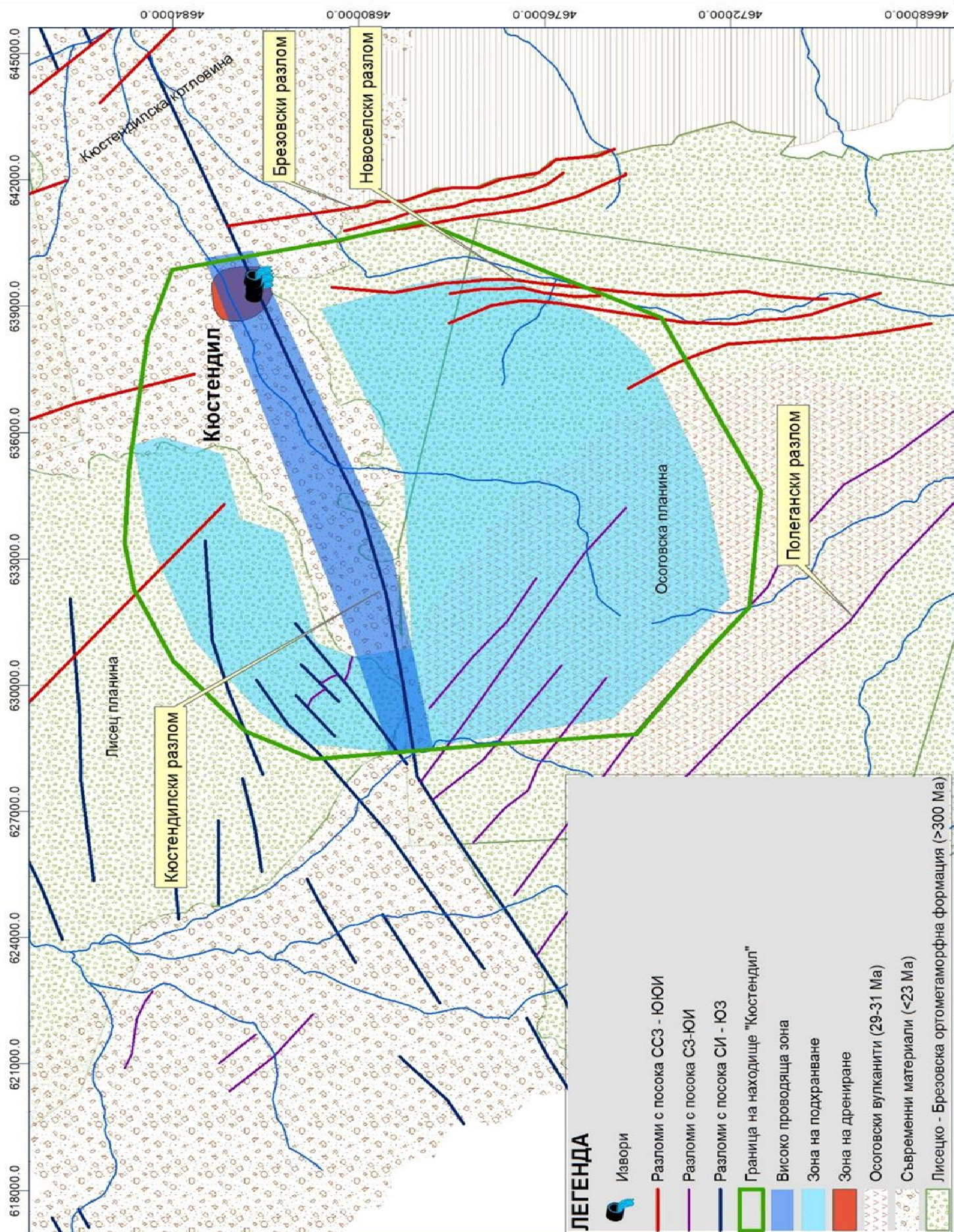
- Северната, южната и западната граница са очертани от геоложки, топографски и тектонски съображения. Те съвпадат с промени в литоложката среда, естествените вододели и съществуващите разломни нарушения. В тези участъци няма по-точни данни, от които може да се направят по-коректни изводи и хипотези.

- Източната граница е прокарана по направление на най-западния разлом от Брезовския разломен сноп, който е най-вероятният бариерен разлом за излизане на водите на повърхността.
- Зоната на подхранване е прокарана на коти между max – 2000 m и min - 725 m. Естествените вододелни също са взети предвид, поради много важната роля на атмосферните води като основен източник на подхранване.
- Общата площ на находище Кюстендил е 138,05 km²
- Общата площ на зоната на подхранване е 84,5 km²
- Общата площ на високопроводящата зона е 15,6 km²
- Общата площ на зоната на дрениране е 0,2 km²
- Дълбочина на формиране на водите – 700,0 m
- Дълбочина на дрениране на водите – 300 – 700 m
- Мощност на водоносната среда в изворната зона – 100 m
- Възможно дълбочинно подхранване – 10%
- Възможна загуба на вода:
 - В зоната на формиране – 50%
 - В зоната на дрениране – 50-70%
 - В зоната на разкриване – 15%

Забележка:

Процентните съотношения, дължините и котите дадени в „Геоложки, Тектонски и Хидрогеоложки предпоставки“ са направени на база реално измерени площи и точни данни, обработени в ГИС среда. Те могат да бъдат приети за коректни.

Процентните съотношения направени в „Други предпоставки“ са приблизителни на база на площта, дълбочината и анализа на данните. Те имат ориентировъчен характер.



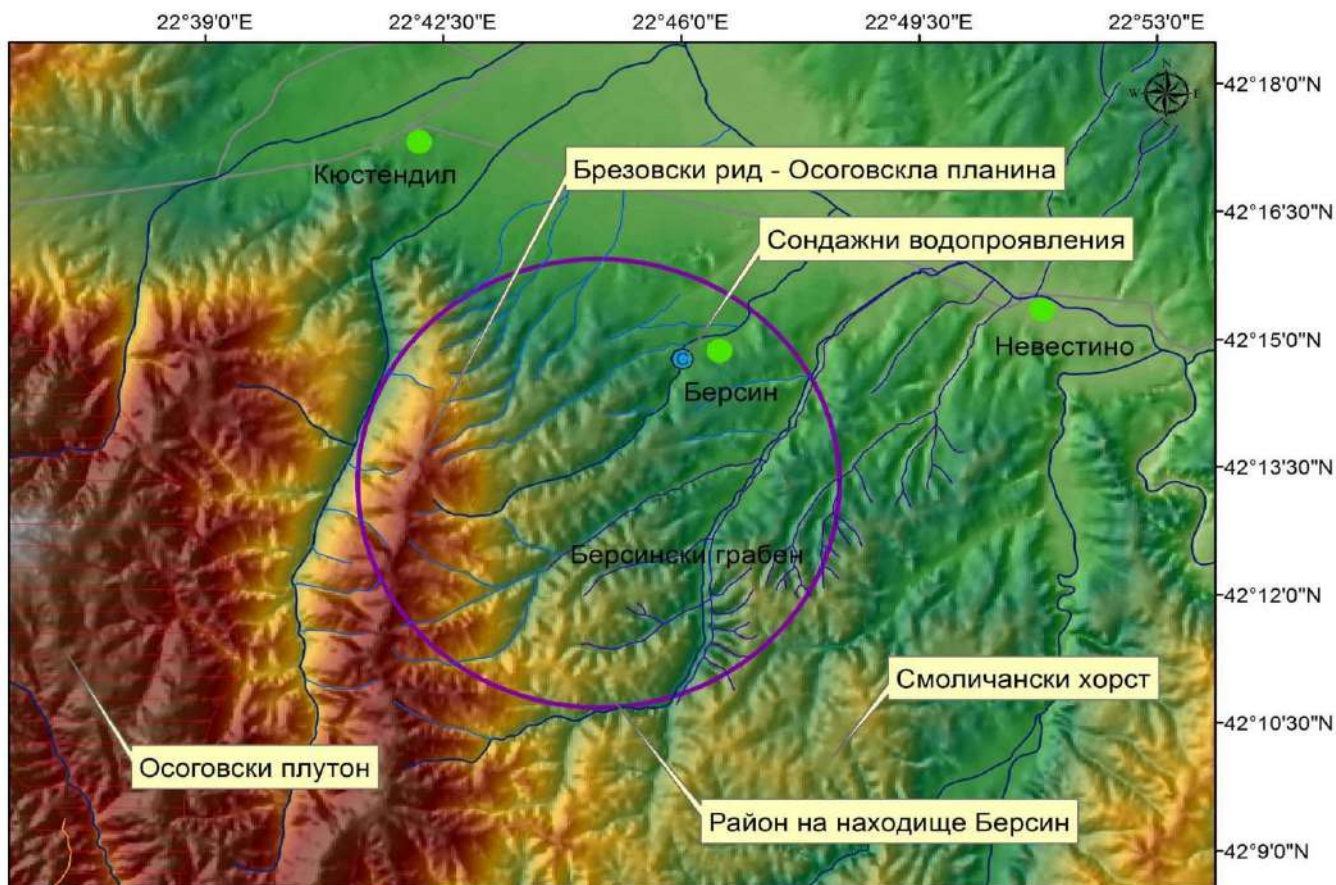
Фиг. 4.8. Концептуален модел на находище Кюстендил с геолого - тектонската среда на района

4.2. *Находище на минерална вода - Берсин [A2]*

4.2.1. Общи сведения и местоположение

Село Берсин е разположено в най-ниските части от североизточните покрайнини на Осоговска планина – Брезовски рид, граничеща с Кюстендилската котловина. Надморската височина на селото е около 558 m, с типичен хълмист релеф. Няма точни данни за възникването на селото, но по последните археологични разкопки са установени древни селища в землището му на повече от 8000 год. Не са намерени доказателства за експлоатация на водите от естествените извори от с. Берсин. Изворът на селото се намират на около 8 km от изворите на гр. Кюстендил.

Минералните води от находище Берсин се разкриват чрез естествен извор, в южната част на селото. Изворът е разположен в близост до коритото на р. Берсинска, която минава през селото. Дебитът на извора е малък – 0,5 l/s. Данните за температурата на водата се изменят в сравнително широки граници от 15⁰ C до 25⁰ C, като най-вече се установява стойност от около 20 - 21⁰C. Минералният състав на водата е сравнително постоянен и типичен за води с дълбока циркулация. Общата минерализация на водата е под 1 mg/l. Находище на минерална вода Берсин попада в по-голямата си част в Берсинския грабен (част от Пиянечкия грабенов комплекс). Високите части на находището се намират в пределите на Брезовския рид. На фиг. 4.10 е представен районът на находището.



Фиг. 4.10. Карта с местоположение и релефен модел на находище Берсин.

4.2.2. Геоложка характеристика на находище Берсин

Районът на находище Берсин обхваща площ от около 70 km². В неговите предели се срещат различни по възраст и начин на образуване литоложки комплекси. В района се разкриват неопротерозойски метаморфити, пермски седименти, палеогенски отложения на Берсинския грабен и съвременни алувиални наслаги. За формирането и подхранването на минералните води от находище Берсин основно значение имат три свити с неопротерозойска възраст и една палеогенска свита. За онагледяване на геоложката среда на находището е направена обобщена геоложка карта (фиг. 4.11).

Лисецко – Брезовска ортометаморфна формация

Този генетичен тип литоложка формация включва разнообразна съвкупност от метаморфни скали и вулканични скали, метаморфозирани в различна степен. Според Геоложката карта на България (М 1:50 000), единицата включва в себе си следните скални комплекси: *Осоговски ортометаморфен комплекс; Лисецки ортометаморфен комплекс и Лелински метагранити*. Петрографски скалите от различните комплекси са представени главно от: амфиболити, метабазити, метадиорити, амфибол - биотитови гнайси, метакварцдиорити и др. Тези скали изграждат цялата Лисец планина, североизточните и периферните части на Осоговска планина.

Палеогенска формация

Седиментите, образувани през палеогена, са широко разпространени в района на находище Берсин. Те запълват грабеновите структури, като изграждат Берсинския грабен, който е част от по-големия Пиянечки грабенов комплекс. Материалите на палеогена покриват скали на Лисецко –Брезовската метаморфна формация. По данни от геоложката карта на България (М:150 000), палеогенската формация е представена от 4 свити: Логодашка, Падешка, Коматинска и Невестинска. Характерно за свитите от палеогена са бързите вертикални и латерални преходи помежду им. Най-голямо значение за минералните води има Невестинската свита. Тя изгражда почти целия грабен в района на находище Берсин. Представена е от турбидитни седименти в редуване с аргилити, алевролити и пясъчници.

4.2.1. Тектонска характеристика на находище Берсин

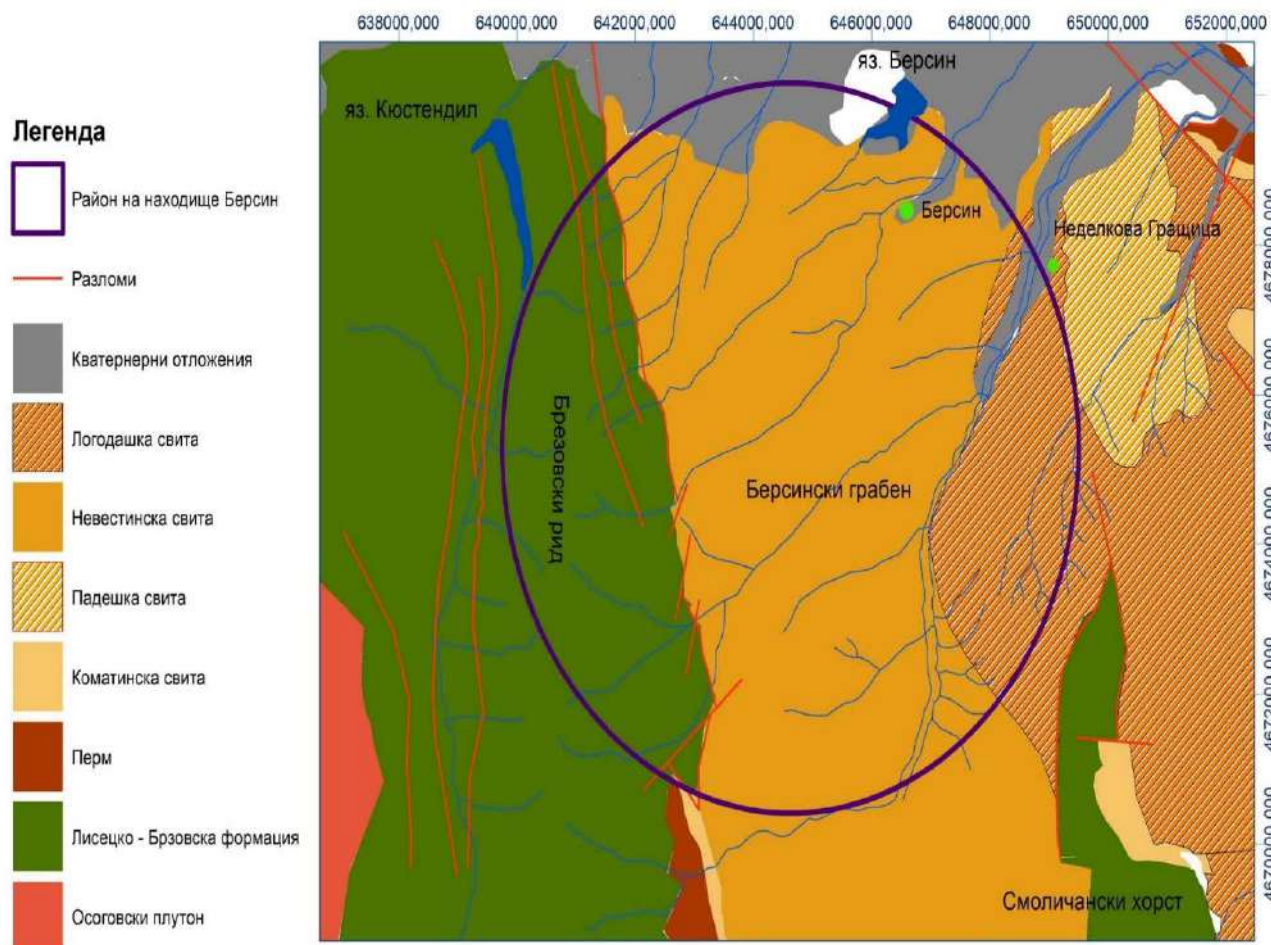
Тектонската обстановка в района на находище Берсин е сложна, но сравнително еднотипна по отношение на структурообразуването. Находището попада почти изцяло в Берсинския грабен, който е част от Пиянечкия грабенов комплекс. Най-издигнатата част (южните участъци) на находището попада в Осоговския блок.

Ранноалпийски етап – този етап има важно значение за формирането на гънковите структури в общия район. Трябва да се има предвид, че този регион винаги се е характеризирал с интензивни тектонски премествания и преди алпийската фаза, които на места са довели до цялостното заличаване на първоначалните форми. Основната структурна единица, която има отношение за находище „Берсин“ е *Осоговско – Влахинската*. Тя е ясно

изразена и развита в по-обширна част в района на находището. Обхваща изцяло Лисец планина и Осоговска планина, като изгражда удължен пояс в северозападна посока. Тази единица контактува по цялата север - североизточна граница на Осоговския плутон. Отделя Лисецкия блок от Кюстендилския грабен (основата на грабена сигурно е изградена от скалите на същия блок) и Осоговския блок от Берсинския грабен. Контактът с грабена има разломен характер, по който е развит „Брезовски“ разломен сноп.

Късноалпийски етап – този етап има основно значение за тектонската обстановка на находище Берсин има Берсинския грабен. Той е част от много по-големия Пиянечки грабенов комплекс (Московски 1967). Той е изграден от по-малките структури – Гращички, Еремийски и Друмохарски грабен. Основно значение имат първите два, като ограждат Смоличанския хорст с тектонски нарушения. Според последните проучвания отразени в геоложката карта на България (М 1:50 000), образуването на грабените се дължи на трансгресия, започнала през приабона с главно свиващо напрежение със западно-източна посока.

Неотектонски етап - този структурен план е характерен с типично блоково разместване. В района се наблюдават продължаващи потъвания на образуваните грабенови структури през късноалпийската фаза. Това води до деформации в неоген – кватернерните седименти. Кюстендилският грабен продължава да потъва в северозападна посока, като така може да се допусне, че Брезовският разлом продължава своята активност.



Фиг. 4.11. Геоложка схема с разпространението на обособените геоложки единици в района

4.2.3. Режимни наблюдения на дебита и температурата на минералните води от находище Берсин

Естественият извор в село Берсин е известен отдавна и за първи път е описан от специалисти на Водоканалпроект. Сведения за извора са дадени в докладите на Комитета по геология в периода 1968-1971 г. Описано е, че изворът има дебит 0,5 l/s и извира в близост до р. Берсинска. През 1989-1991 г. са проведени сондажни проучвания за търсене на термоминерални води в Кюстендилския район.

Въпреки сведенията за наличието на естествен извор с минерална вода, още през 60^{те} години на миналия век и след провеждане на сондажните проучвания, които са разкрили допълнителни количества води, никога не са били водени каквито и да било режимни наблюдения. Данните за дебита, температурата и химичния състав на минералните води са непълни и не могат да бъдат изготвени представителни режимни характеристики на водите от находище Берсин. Това ще бъде една от задачите в бъдеще - да се набележат мерки за опробване на водите и да се следи режима на сондажните водоизточници.

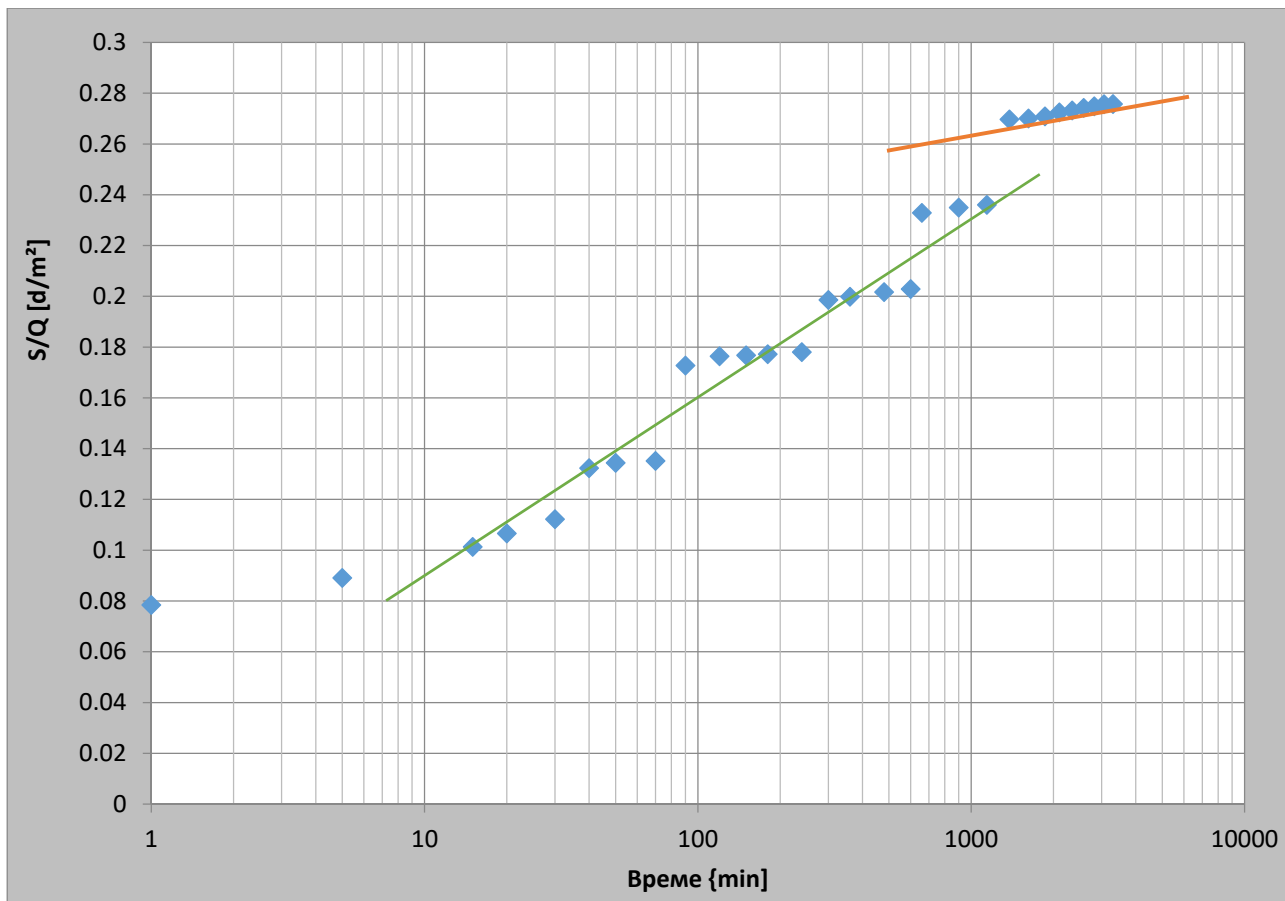
4.2.4. Обработка на опитно-филтрационни данни и определяне на представителни хидрогеоложки параметри на находище Берсин

Първите опитно-филтрационни изследвания на находище Берсин са извършени след провеждането на сондажните проучвания и изграждането на сондажи 1-ХГ и 4-ХГ, в близост до естествения извор. Осъществените полеви работи, за изясняване на хидродинамиката на системата, се свеждат до водочерпения от двата сондажа. Всички данни са отразени в доклада на Божилов (1994). След приключване на водочерпенията, не е проследено възстановяването на напора. Първо е изпълнен сондаж 1-ХГ, а след него сондаж 4-ХГ. Няма данни да са следени водните нива в сондаж 1-ХГ при опитното водочерпене от 4-ХГ. Продължителността на водочерпенето от сондаж 1-ХГ е 55 часа, а на сондаж 4-ХГ само 10 часа, поради „повреда в компресора“. При провеждане на полевите опити не са изпълени водочерпения с различен дебит и не може да се построи зависимостта между дебита и понижението.

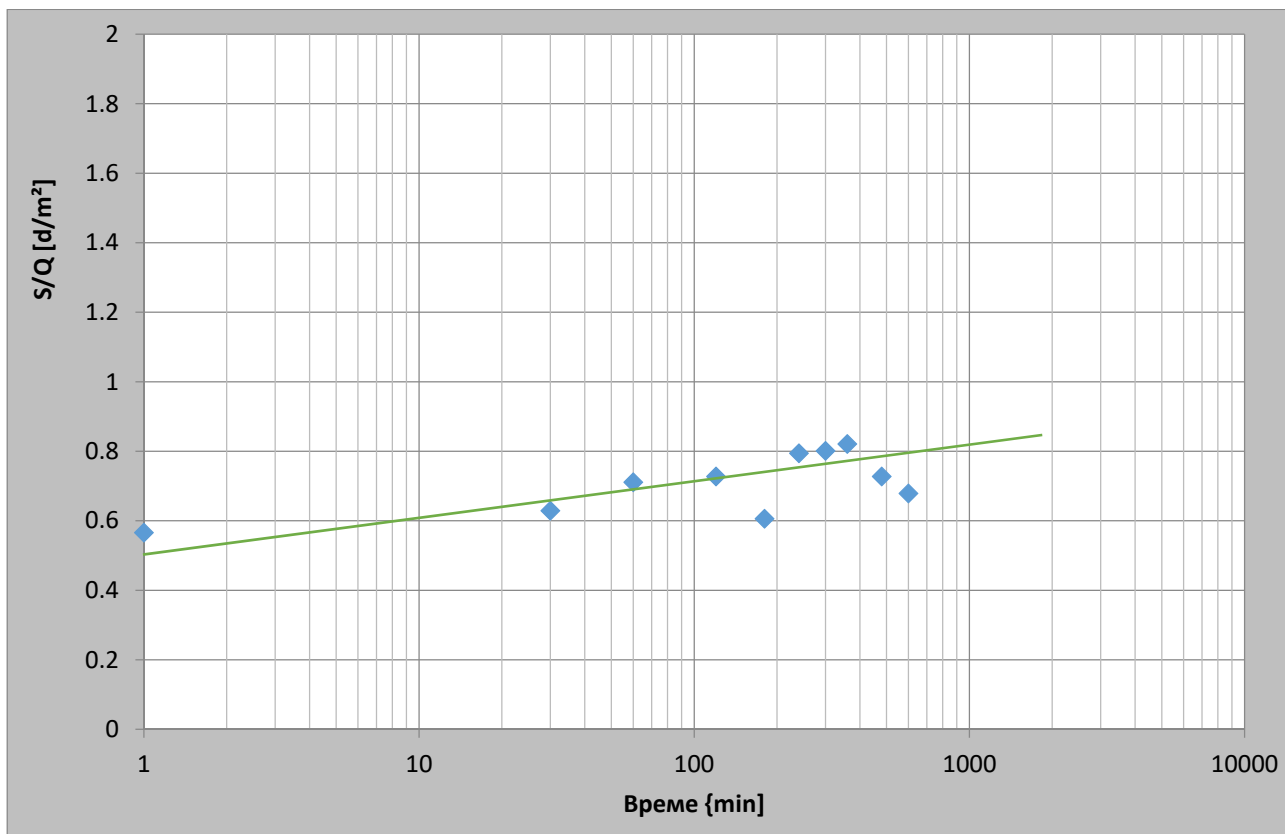
За определяне на хидродинамичните параметри на филтрационната среда от находище Берсин е направена обработка на съществуващите данни от проведени ОФИ. Данните не са достатъчни за определяне на прецизни хидрогеоложки параметри. Липсват също данни за възстановяване на водните нива, както и данни от наблюдателни сондажи.

Направен беше детайлен анализ на двете опитни водочерпения и същите бяха представени в табличен и графичен вид. Изготвени са зависимости в координатна система $S/Q : lgt$. Резултатите са представени на фиг. 4.12 и 4.13.

След обработването и анализа на резултатите от опорните водочерпения са определени представителни хидрогеоложки параметри на средата. Резултатите са представени в таблица 4.8.



Фиг. 4.12 – Резултати от опитно водочерпене на сондаж I-XГ (по данни от Божилков, 1994).



Фиг. 4.13 – Резултати от опитно водочерпене на сондаж 4-XГ (по данни от Божилков, 1994).

Таблица 4.4. Представителни хидрогеоложки параметри на находище Берсин

Параметри на филтрационната среда	Водочерпене 1-ХГ Божилев (1994)		Водочерпене 4-ХГ Божилев (1994)
	Първи етап	Втори етап	Първи етап
Проводимост на пласта [m ² /d]	2,45	6,40	2,07
Дебелина на пласта [m]	50	50	50
Коефициент на филтрация [m/d]	0,05	0,128	0,04

Забележка: Възможно е резултатите, които се получават в края на водочерпенето на сондаж 1-ХГ, да са недостовърни и съответно, повишените стойности на филтрационните параметри да се дължат на грешни отчети, като препоръчителни са данните само за първи етап.

4.2.5. Изследване и анализ на химичния състав на водите от находище Берсин

Минералните води от находище Берсин са изследвани за първи път през 1968 г. Взета е проба за анализ от специалисти на Комитета по Геология. Дадени са сведения за химичния състав на водата само по формулата на Курлов, като протокол от лабораторен анализ не е приложен. Затова и тези сведения могат да бъдат приети само като ориентировъчни. Подробни проучвания и сведения са събрани в периода 1989-1991 г. По време на прокарването на сондаж 1-ХГ и сондаж 4-ХГ са взети общо 4 бр. проби за пълен химичен анализ.

Резултатите са представени в доклада на фирма Софгеопроучване (1994). Двата сондажа дренират слабо водообилния палеогенски разрез, като химичният състав на водните проби от този интервал показва характерни стойности. От сондаж 4-ХГ е взета проба, която дренира води от гнайсовата подложка и в химичния състав на водите личат компоненти, характерни за води с дълбока циркулация. Общата минерализация на водите също кореспондира на тези твърдения, като е най-висока от всички находища. През 1995-1998 г. са взети проби от изтичащите води на самоизлив на двата сондажа (Петров 1998). Химичният състав на водите е близък до този от предишните изследвания.

Всички резултати от химичните анализи са прегледани и внимателно анализирани. Химичният състав на водите от находище „Берсин“ е един от най-важните хидрогеоложки белези. Данните за химичния състав на водите са обобщени и представени в таблица 4.5. Дадени са сведения за най-важните химични компоненти и параметри, характеризиращи минералните води. Направен е анализ на данните и са дадени осреднени стойности от всички проби. Съставени са графики за по-добро онагледяване на обобщените данни за химичния състав

Химичният състав на минералната вода е изразен по формулата на Курлов, като са взети предвид само данните за минералната вода от експлоатационните съоръжения.

$$M = 1.02 \frac{SO_4^{39} (HCO_3^{31} + CO_3^8)^{39} Cl^{14} F^5 HS^3}{Na^{94} K^3} \quad pH = 9.1 \quad T = 23.0$$

Основните характеристики на водата от находище Берсин са - по-висока минерализация, повишена алкална реакция и субтермална температура. Водата се наименува като сулфатно – хидрокарбонатно – натриево, с повишено съдържание на флуор.

Таблица 4.5. Обобщена таблица с всички данни от анализи на химичния състав на водите от находище Берсин

Година на изследване	Водозточник	Източник на информация	T °C	pH	Eh [mV]	Обща минерализация [g/l]	Химичен състав												
							Катиони					Аниони							
							Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	~сума	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	F ⁻	Cl ⁻	H ₂ SiO ₃	~сума
1968г.	Естествен извор	Кръстев	15	8.4		0.43			260			560	100						
1989г.	Сондаж 1-ХГ	Софгеопрочване	21	8.5		1.05	16	15	258	0.24	290.3	18	611	79	0.8	17	27	752.8	
1991г.	Сондаж 1-ХГ	Софгеопрочване	20	9.1		1.02	4	5	286	0.22	296.2	48	547	81	0.8	17	23	716.8	
1998г.	Сондаж 1-ХГ	Петров	21	8.5		1.05	6	9	85		101.1	83		13	0.8	14	27	137.8	
1998г.	Сондаж 1-ХГ	Петров	21	9.1		1.02	2	3	95		101	83		13	0.8	14	23	133.8	
1991г.	Сондаж 4-ХГ	Петров	23	8.9		1.00	6.9		268.0		275.9	556.0	109.0	1.0	19.0	26.0		711.0	
1991г.	Сондаж 4-ХГ	Петров	23	9.6		0.97	5.0	4.0	251.0		261.0	542.0	115.0	1.5	26.0	33.0		717.5	
1995г.	Сондаж 4-ХГ	Софгеопрочване	23	8.9		0.99	7.0		266.0	1.1	0.17	275.3	43.0	517.0	111.0	1.0	20.0	26.0	718.0
2015г.																			
Осреднени показатели само на експлоатационните водозточници - катлажа			30.00	9.02		1.01	5.2	5.3	208.5	0.2	218.4	225.8	532.0	73.7	1.0	18.3	26.3	714.3	
Максимални показатели само на експлоатационните водозточници - катлажа			30.00	9.60		1.05	6.9	9.0	286.0	0.22	296.2	556.0	547.0	115.0	1.5	26.0	33.0	718.0	
Осреднени показатели по данни от всички проби (към 2015г.)			20.6	8.9		0.93	6.7	7.2	214.7	0.23	220.9	270.0	579.0	72.9	1.0	17.8	26.5	575.2	

4.2.6. Хидрогеоложки концептуален модел на находище Берсин

Всички проведени анализи и обработки ни позволяват да изградим основа за конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел на находище Берсин. Съставените геоложки и тектонски схеми изясняват основната концепция за зоните на подхранване и формиране на водите. Разломните нарушения дават информация за проводящата част, по която става движението на водите. Геолого-тектонската информация има много важна роля при формирането на хипотезите за динамиката на системата и възможните начини за формиране на естествените извори. Сондажните проучвания не изясняват добре формирането на извора точно в тази част на релефа. Анализиранияте проучвания, макар и в една малка област (само в изворната зона), дават сведения за съставянето на двуизмерен (2D) хидрогеоложки концептуален модел (фиг. 4.14). За съставянето на предполагаем триизмерен (3D) модел са необходими много повече данни, анализи и информация за находището. Особено важно е да се съберат данни в зоните на подхранване и високо проводящата зона на находището. Необходими са и допълнителни сондажни проучвания, като техните параметри трябва да бъдат внимателно обмислени. Необходими са и задълбочени хидрогеоложки наблюдения и анализ на валежите и снежната покривка в двете проблематични зони. В голяма помощ би било ако се проведат и геофизични проучвания, които биха изяснили доста по-пълно представата за геолого-тектонската среда в дълбочина. Едва тогава би могло да се пристъпи към конструиране на триизмерен ХКМ, който да има необходимото ниво на точност.

Режимните наблюдения дават непълна, но достатъчна информация за анализ на режима на находището. Химичният състав показва постоянство. Той позволява да се изведат много важни изводи за зоните на подхранване, дрениране, дълбочина на циркулация и т.н. Така на базата на цялата събрана информация е изградена общата представа за находището и е съставен хидрогеоложкия концептуален модел.

В отделните участъци и граници на находище Берсин се разполага с различна степен на пълнота и детайлност на наличната информация. В зоните, където има повече данни, е подхотено с по-голяма детайлност към моделната област. При конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел е изходено от следните най-важни предпоставки и хипотези на средата:

Основни характеристики на находище Берсин

- Тип на водите: напорни/артезиански режим
- Тип на средата: пукнатинна
- Начин на подхранване: атмосферни валежи

А. Геоложки предпоставки и хипотези:

- ≡ Геоложка среда на находището – Брезовски метаморфити. Основната литоложка разновидност са гнайсите и амфиболитите.
- ≡ Геоложка среда в зоната на формиране на водите – Брезовските метаморфити са основната геоложка среда, в която се формират минералните води (около

80%). По-ограничена роля имат палогенските седименти – основно пясъчници и алевролити.

- ≡ Геоложка среда в зоната на натрупване - водите се акумулират/натрупват основно в силно напуканите пясъчници на Невестинската свита (70%). За водите с дълбока циркулация значение имат и гнайсите от Брезовските метаморфити.
- ≡ Геоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – естествените извори и сондажните водоизточници разкриват води основно (90%, площно измерено от ГИС моделите) от палеогенските пясъчници и алевролити.

В. Тектонски предпоставки и хипотези:

- // Тектонска среда на находището – водите от находище Берсин са от пукнатинен тип. Придвижват се по свързани системи от пукнатини, основно в палеогенските пясъчници. Може да се предположи, че пукнатините нямат добра свързаност и/или са запълнени със слабо пропускливи материали.
- // Тектонска среда в зоната на формиране - основно значение за подхранването на находището с атмосферни води има група от 4 малки разлома с ориентация сходна с тази на Кюстендилския разлом. Разломите имат малка дължина около 1 km. Именно малката им дължина вероятно предопределя и по-малкия водоприток към палеогенските материали. В находище Берсин няма издържана по-голяма високопроводяща зона, която да стига до изворите. Системата от пукнатини не е концентрирана и това предопределя разсейване на водите.
- // Тектонска среда в зоната на разкриване/изворната зона – водите се разкриват от палеогенски материали, като няма ясно установен бариерен разлом или друга характерна особеност, която ясно да разграничи естествения извор в тази част. Сондажните данни също не изясняват особено този въпрос. Възможно е на голяма дълбочина да има бариерен разлом.

С. Хидрогеоложки предпоставки и хипотези:

- ∅ Хидрогеоложка среда на находището - водите имат напорен характер с режим на самоизлив, според релефните особености и кота на терена. Напорът на водата се изменя от 0,5 до 1,0 m от терена. Средно напорът е около 0,5 m , на коти около 532,0 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на формиране – водите се подхранват и формират основно за сметка на атмосферни валежи. Няма реалистични данни, по които може да се оцени дълбочинното подхранване. Най-вероятно то съществува, но водите не са концентрирани в една част, а са разпръснати, което също затруднява оценяването му. Предполагемата дълбочина на проникване на води е голяма, около 800 – 1000 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – водите се акумулират по свързани системи от пукнатини. Дебелината на водоносната среда по сондажни данни не може да бъде оценена точно. Това се дължи и на това, че водите не са акумулирани в една отделна част, а са разпръснати в

пукнатините на палеогенските материали на Невестинската свита. За поддържани водоносни зони, може да се приемат само гнайсите от подложката.

∅ Режимните наблюдения не са достатъчни да се оцени добре режимът на находището. Общата минерализация е най-голяма от всички находища, което също е признак за голяма дълбочина на формиране и дългия филтрационен път на водите. Високите стойности на рН също свидетелстват за дълбоката циркулация. Химичният състав на водите кореспондира със зоните на формиране и акумулиране на минералните води.

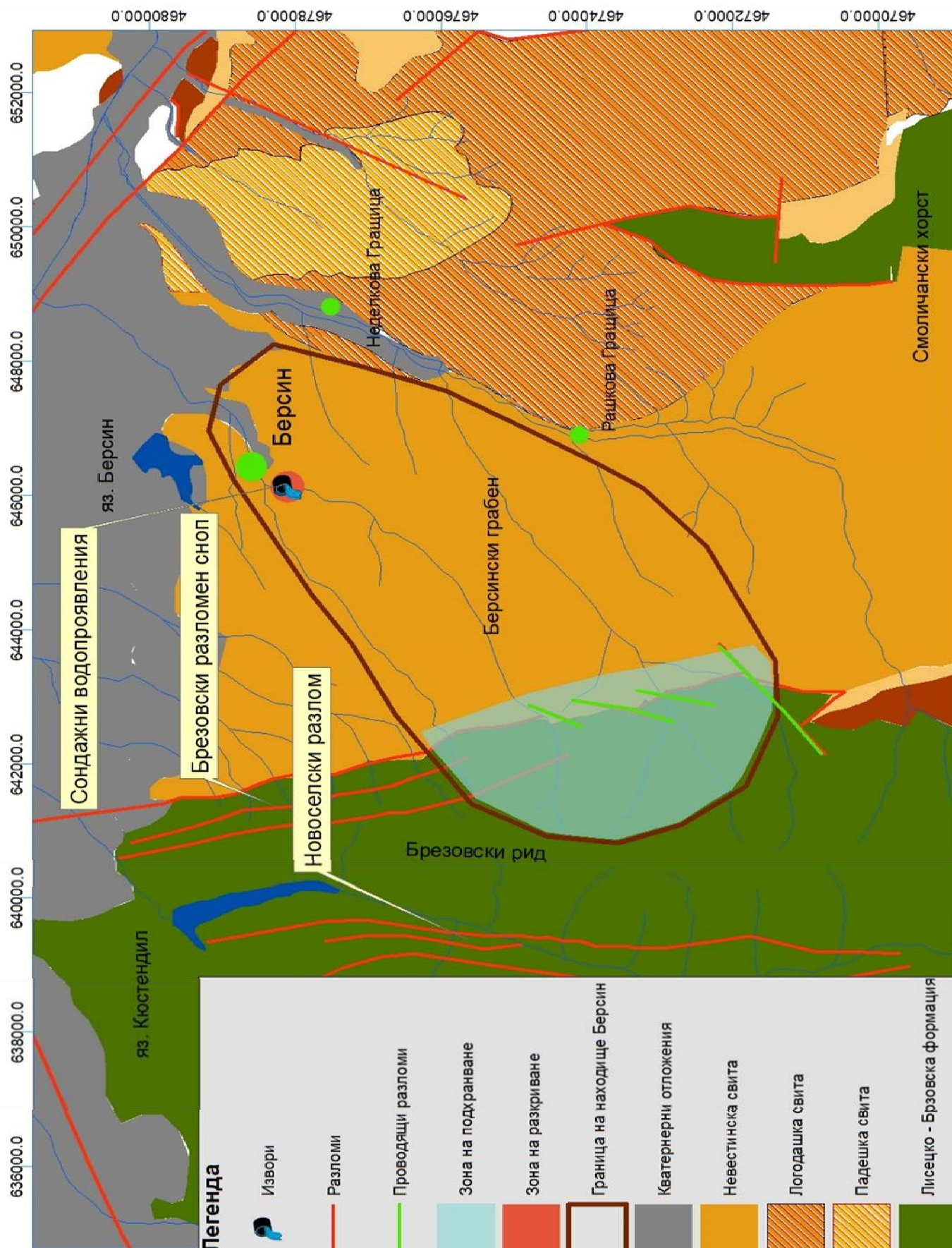
D. Други предпоставки и хипотези:

- Всички граници са очертани от геоложки, топографски и тектонски съображения. Те съвпадат с промени в литоложката среда, естествените вододелни и съществуващите разломни нарушения. В тези участъци няма поточни данни, от които може да се направят по коректни изводи и хипотези.
- Зоната на подхранване е прокарана на коти между max – 1250 m и min – 800 m. Естествените вододелни също са взети предвид, поради много важната роля на атмосферните води, като основен източник на подхранване.
- Общата площ на находище Берсин е 33,9 km²
- Общата площ на зоната на подхранване е 8,9 km²
- Общата площ на зоната на дрениране е 0,17 km²
- Дълбочина на формиране на водите – 1000,0 m
- Дълбочина на дрениране на водите – 500 – 700 m
- Възможно дълбочинно подхранване – 50%
- Възможна загуба на вода:
 - В зоната на формиране – 10%
 - В зоната на дрениране – 60-80%
 - В зоната на разкриване – 90%

Забележка:

Процентните съотношения, дължините и котите дадени в „Геоложки, Тектонски и Хидрогеоложки предпоставки“ са направени на база реално измерени площи и точни данни, обработени в ГИС среда. Те могат да бъдат приети за коректни.

Процентните съотношения направени в „Други предпоставки“ са приблизителни на база на площта, дълбочината и анализа на данните. Те имат ориентиран характер.



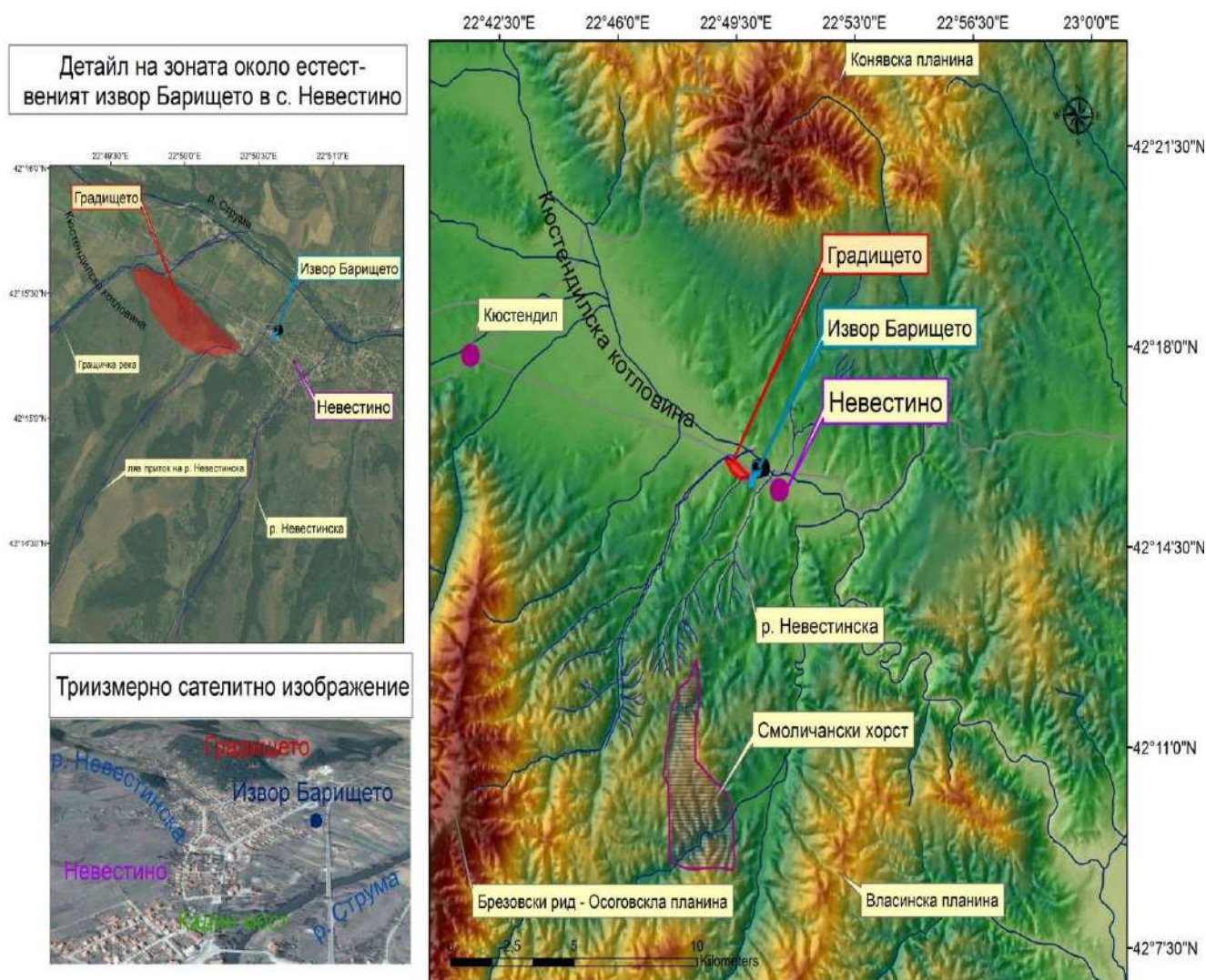
Фиг. 4.14. Концептуалният модел на находище Берзин с геолого - тектонската среда на района

4.3. Находище на термоминерална вода - Барището [A3]

4.3.1. Общи сведения и местоположение

Село Невестино се намира на 13 km източно от гр. Кюстендил. Разположено е от двете страни на р. Струма и попада в най-ниската и тясна част на Кюстендилската котловина. Най-важният ресурс за селото са двата минерални извора – Барището и Топилата. Те са разположени в двата края на селото на разстояние 1,5 km един от друг. Има сведения, че изворите са били използвани още от Римско време, а намерените тракийски гробници в близост до изворите говорят, че те са познати и от по-стари времена.

Находището на минерална вода Барището се разкрива чрез естествен извор, разположен в най-западната част на с. Невестино. Изворът се намира под хълма Градището, от дясната страна на пътя Кюстендил – Дупница. Преди каптирането на минералната вода през 1970 г. е имало шахтен кладенец с размери 1,20 x 1,20 m и дълбочина 3,3 m. Водата се е изпомпвала за нуждите на примитивна пералня от местното население. На фиг. 4.16 е представен районът на находище Барището.



Фиг. 4.16. Карта с местоположение и релефен модел на находище Барището.

4.3.2. Геоложка характеристика на находище Барището

Районът на находище Барището е много разнообразен от геоложка гледна точка. На площ от около 100 km² се различават съвременни неогенско-кватернерни отложения, три палеогенски комплекса, триаски, пермски и различни неопротерозойски материали. За формирането и подхранването на минералните води от находище Барището основно значение имат 3 свити с неопротерозойска възраст и една палеогенска свита. За онагледяване на геоложката среда на находището е направена обобщена геоложка карта (фиг. 4.17).

Магмена формация

Магмената формация е представена от стари, различно метаморфозирани магмени скали, включващи следните 3 комплекса: Струмска диоритова формация (комплекс) (СДФ/СДК); Лисецки ортометаморфен комплекс (ЛОК) и Метаплагиогранитов комплекс (МК). Тези скални разновидности са описвани под различни имена и са представени в различни площи. Скалите са плътни и едрозърнести и се характеризират най-вече с масивна текстура.

Магмената формация има много важна роля за формирането на минералната вода от находище Барището. Скалите на тези комплекси се явяват основният колектор на минералните води. Естественят извор на находището е разположен точно в зона на разкриване на струмски диорити, изграждащи височината Градището.

Метаморфна формация – Фролошки комплекс

Скалите на Фролошкия комплекс са разглеждани по различен начин, като най-вече са приемани за част от диабаз-филитоидния комплекс. Загорчев (1975) отделя комплекса като самостоятелна единица. Петрографски скалите на Фролошкия комплекс са представени от силно метаморфозирани базични скали. Основните скални типове са: епидот-амфиболитови и актинолитови шисти, с тела от метадиорити и метабазити.

Седиментна формация - Триаско–Пермски материали

Седиментите на средния триас са образувани в трансгресия и характерна карбонатна среда. Образуват се 4 свити, изградени основно от варовици и доломити. Най-отдолу на разреза се разкрива Свидолската свита (мергели-пясъчници), която е с малка дебелина 10-20 m. Тя покрива материалите на долния триас и на перма. Свитата бързо прехождат във варовиково-доломитовите материали на Могилската, Боснекската и Радомирската свита. Най-голяма дебелина от трите има Боснекската свита до 350 m. Характерната дебелина е около 50-100 m. Цветът на скалите е тъмен, сиво-черен. Варовиците и доломитите са силно напукани. Материалите от Седиментната формация се покриват от палеогенски отложения.

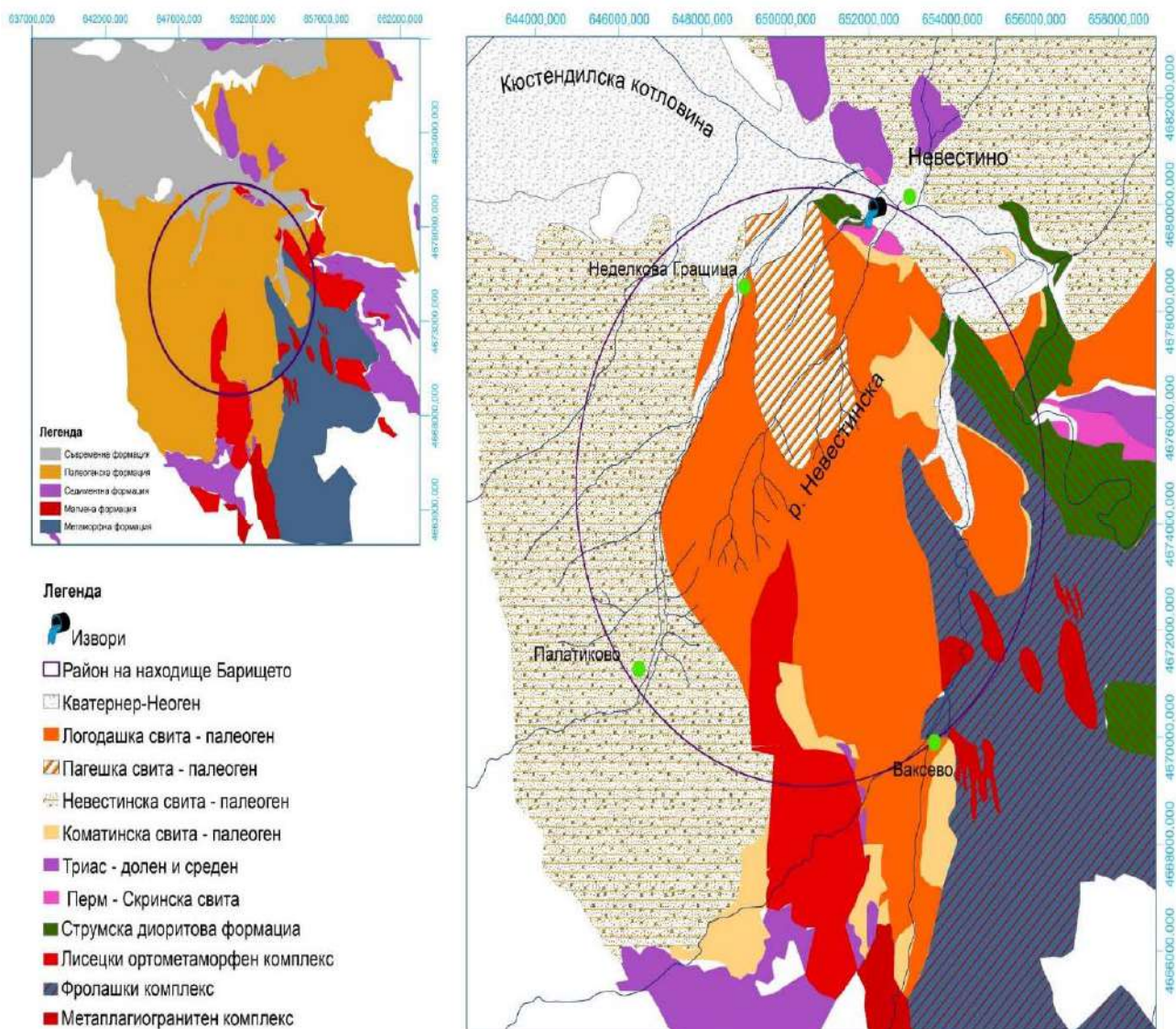
Палеогенска формация

Седиментите, образувани през палеогена, са много широко разпространени в района на находище Барището. Те запълват грабеновите структури, като изграждат Берсинския грабен, който е част от по-големия Пиянечки грабенов комплекс. Материалите на палеогена покриват най-вече скали на Магмената и Метаморфната формация. По данни от геоложката карта на България (М 1:50 000), палеогенската формация е представена от 4 свити: Логодашка, Падешка, Коматинска и ново въведената Невестинска.

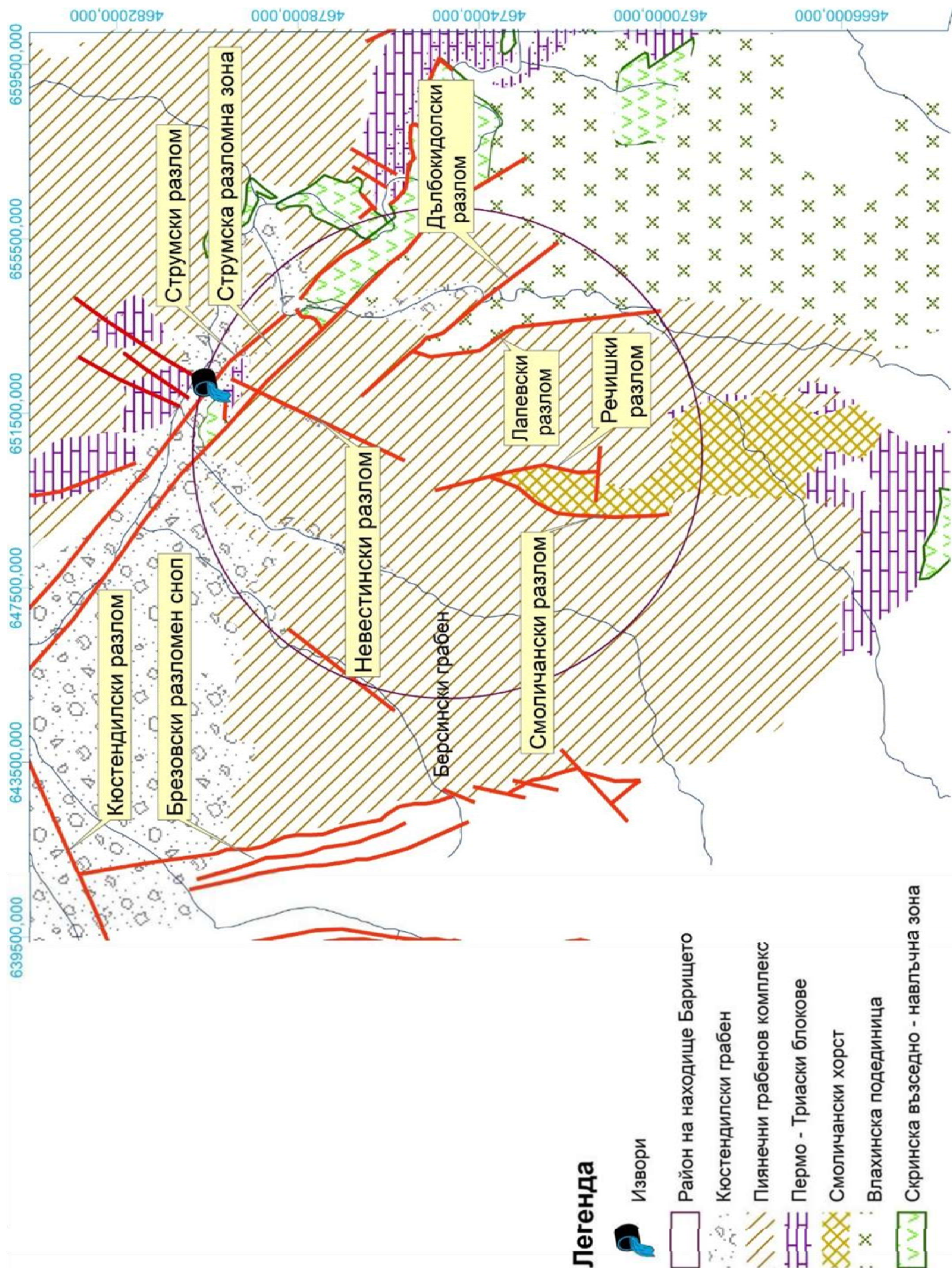
Материалите на Логодашката свита имат важна роля за минералните води, като се разкриват в голяма част от зоната на подхранване на водите. Другите две свити от палеогенската формация – Коматинска и Падешка, нямат голямо значение за минералните води. Падешката свита има по-голямо разпространение около 9 km² в долните (южни) участъци на находището и няма пряка връзка с формирането и дренирането на минералните води. В северозападния участък до с. Неделкова Гращица има изградена чешма, за която може да се предполага, че водата ѝ се подхранва от седиментите на Падешката свита.

4.3.3. Тектонска характеристика на находище Барището

Тектонската обстановка в района на находище Барището е сложна, но сравнително еднотипна по отношение на структурообразуването. Основните тектонски структури са хорстово – грабеновите издигания и понижения. Находището на минерална вода попада почти изцяло в Берсинския грабен, който е част от Пиянечкия грабенов комплекс. Най-издигнатата част (южните участъци) на находището попада в Смоличанския хорст. За онагледяване на структурно – тектонската обстановка на находище Барището са изготвени две схеми (фиг. 4.18)..



Фиг.4.17. Геоложка схема с разпространението на обособените геоложки единици



Фиг. 4.18. Тектонска схема с разположението на основните разломи в района на находище Барисчето

4.3.4. Режимни наблюдения на дебита и температурата на минералните води от находище Барището

Таблица 4.6. Обобщена таблица с всички режимни наблюдения от находище Барището

Дата на измерване	Източник на информация	Съоръжение на минерална вода	Дебит [l/sec]	Температура [°C]	СВН естествения извор	Други характерни сведения
Първи етап - режимни наблюдения от май 1968 до август 1969г. (Комитет по геология)						
5.юли	инж. Кръстев - Доклад за проведените през 1967-71г. <i>Хидрогеоложки проучвания на находище на субтермални минерални води при с. Невестино</i>	Режимни наблюдения на сондаж 1 -ХГ	9.30	Температурата на водата в доклада, е отбелязано, че е била 30,0°С, за всяко от измерванията.	-1	Измерванията на температурата имат еднакви отчети. Това поражда извесна несигурност в тях
30.юли			9.30		-1	
6.авг			9.30		-0.92	
14.авг			8.90		-1	
21.авг			8.90		-0.9	
30.авг			8.90		-0.91	
6.сеп			8.90		-0.92	
14.сеп			9.50		-0.9	
21.сеп			9.50		-0.9	
30.сеп			9.50		-0.5	
3.окт			9.50		-0.7	
15.ное			9.50		-0.6	
22.ное			9.50		-0.6	
29.ное			9.50		-0.6	
7.дек			9.50		-0.6	
18.дек			9.50		-0.6	
21.дек			9.50		-0.6	
28.дек			9.50		-0.4	
10.яну			10.00		-0.4	
16.яну			10.00		-0.3	
23.яну			10.00		-0.3	
6.фев			10.00		-0.2	
13.фев			10.90		-0.1	
28.фев			11.10		0	
7.мар			11.43		0	
17.юни			10.80		-0.1	
8.юли			10.53		-0.3	
30.авг			10.53		-0.33	
Втори етап - режимни наблюдения от февруари 1971г. до декември 1971г. (Комитет по геология)						
18.фев	проф. Пенчев - резултати от проведено опитно водочерпене на сондаж 2-ХГ	Каптажната камера на сондаж 2 -ХГ	5.38	Температурата на водата в доклада, е отбелязано, че е била 29,05°С, за всяко от измерванията. Това поражда извесна несигурност в тези отчети		Измерванията на температурата имат еднакви отчети. Това поражда извесна несигурност в тях
23.фев			5.18			
2.мар			5.1			
12.мар			5.35			
16.мар			5.78			
27.апр			5.59			
13.май			5.36			
27.май			5.32			
17.май			4.4			
29.юни			4.4			
19.юли			4.49			
30.юли			4.6			
5.авг			4.1			
30.сеп			4.05			
27.окт			4.13			
10.ное			4.57			

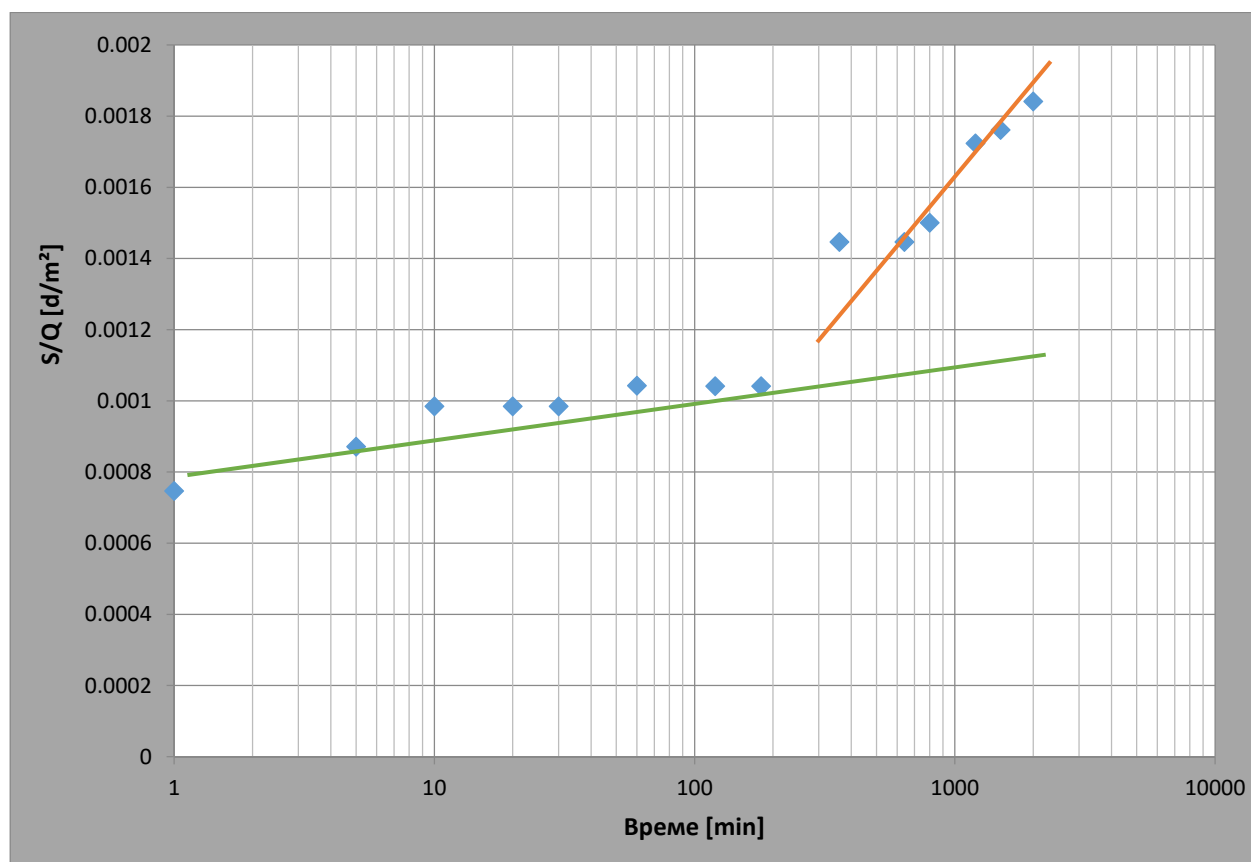
4.3.5. Обработка на опитно-филтрационни данни и определяне на представителни хидрогеоложки параметри на находище Барището

В района на извор Барището не са провеждани предварителни сондажни проучвания, както това е направено при изворите на гр. Кюстендил. Няма данни и за провеждане на някакви хидрогеоложки опити или изследвания. Първите опитно-филтрационни работи са реализирани след провеждане на сондажните проучвания и изграждането на сондаж 1-ХГ.

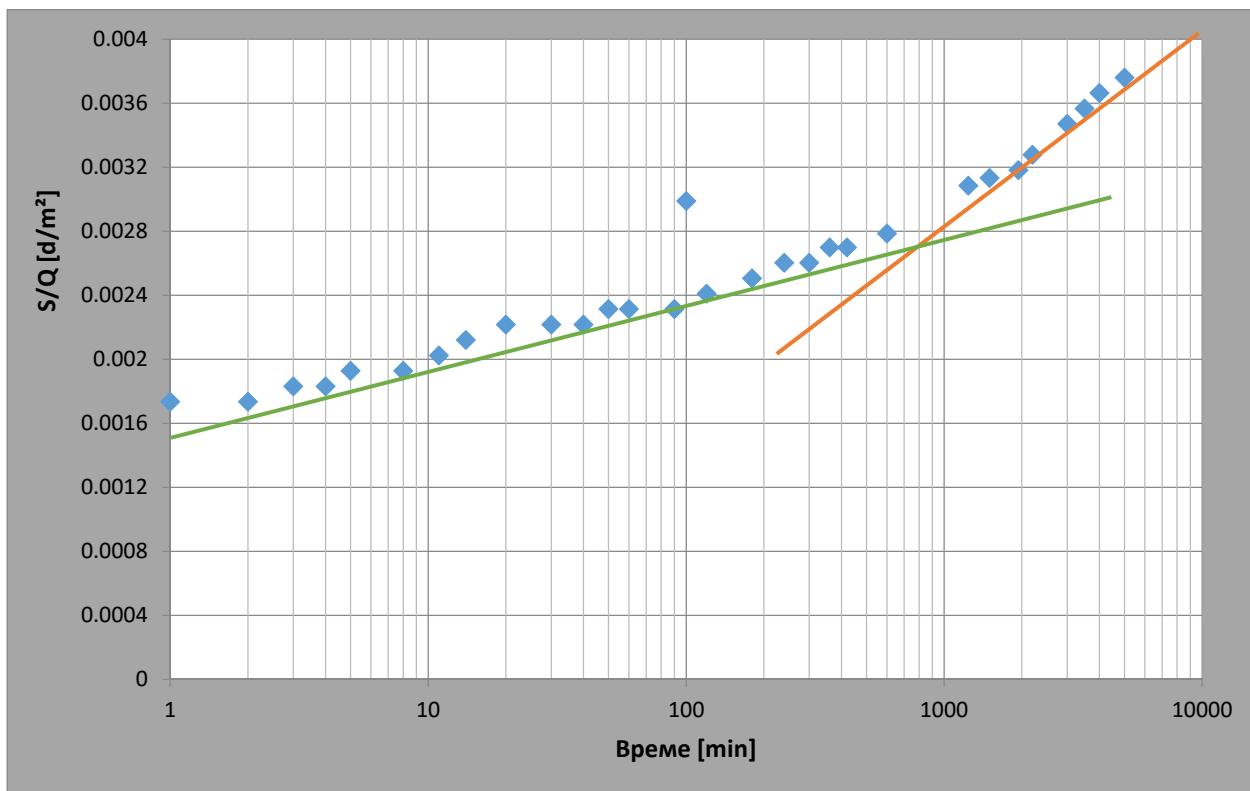
Проведени са опитно-филтрационни работи за изясняване на хидродинамиката на системата. Опитните водочерпения са проведени с три различни дебита, с различни понижения на водните нива. Продължителността на тестовете е била от 72 до 220 часа. Резултатите са представени на фиг.4.19, 4.20 и 4.21.

След обработването и анализа на резултатите от опитните водочерпения са определени представителни хидрогеоложки параметри на средата. Резултатите са представени в таблица 4.7. От графиките са отделени два етапа: първоначален етап - с високи параметри (отбелязан е със зелена линия) и втори етап - при по-продължително водочерпене (отбелязан е с червена линия).

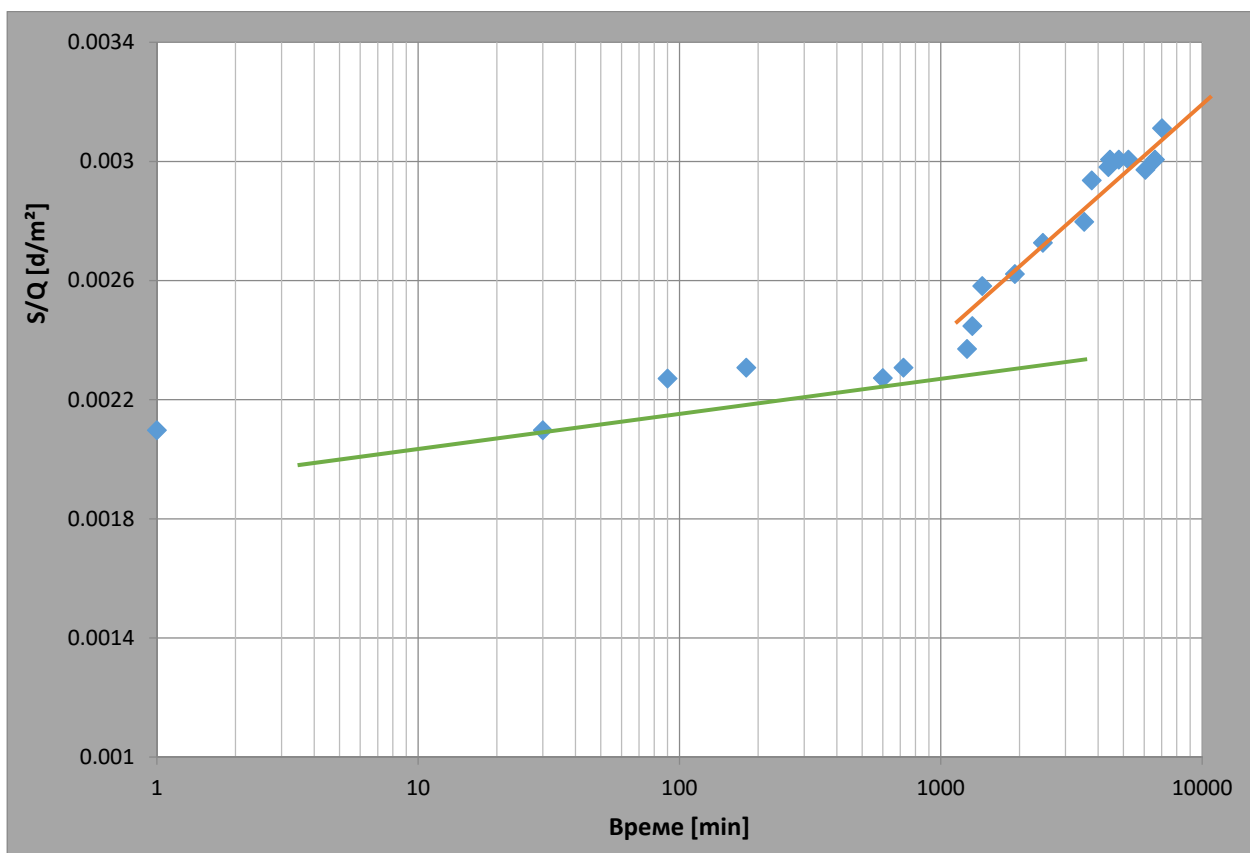
Получените стойности по втория етап са по-коректни и представителни за характеризиране на цялата филтрационна среда. Те отразяват параметрите на средата и водопритока само от дълбочинното подхранване, след изчерпване на натрупаните в пукнатините води (първи етап).



Фиг.4.19. Резултати от опитно водочерпене - първо понижение на 1-ХГ, Кръстев (1972).



Фиг.4.20. Резултати от опитно водочерпене - второ понижение на 1-ХГ, Кръстев (1972).



Фиг.4.21 Резултати от опитно водочерпене – трето понижение на 1-ХГ, Кръстев (1972).

Таблица 4.7. Представителни хидрогеоложки параметри на находище Барището

Параметри на филтрационната среда	Водочерпене 1 Кръстев (1972)		Водочерпене 2 Кръстев (1972)		Водочерпене 3 Кръстев (1972)	
	Първи етап	Втори етап	Първи етап	Втори етап	Първи етап	Втори етап
Проводимост на пласта [m ² /d]	641,9	241,3	474,9	202,5	639,6	277,8
Дебелина на пласта [m]	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Коефициент на филтрация [m/d]	9,2	3,4	6,8	2,8	9,1	3,1

4.3.6. Изследване и анализ на химичния състав на водите от находище Барището

Минералните води от находище Барището са изследвани за първи път през 1958 г. Взети са проби за анализ от Куситасева и Меламед (1958), които правят кратко описание на района. Това са и първите сигурни сведения за химичния състав на изворите в местността Барището до с. Невестино. Прави впечатление високата температура, която е отчетена. Тя е нехарактерно висока (38°C) и сигурно се дължи на погрешно измерване или техническа грешка. В началото на 60-те са взети две контролни проби от специалисти на Водоканалпроект. Подробни проучвания и сведения са събрани в периода 1968-1971 г. По време на прокарването на сондаж 1-ХГ са взети общо 9 бр. проби за пълен химичен анализ. Пробите са взимани с удълбочаване на сондажа, като първата проба е взета на дълбочина 80,4 m. По време на опитните водочерпения също са взимани проби, като първите 4 (описани в таблица 4.8) отразяват изменението на химичния състав на водата с удълбочаване на сондаж 1-ХГ. Водата има характерен микро състав, който е присъщ за води с дълбока циркулация. Също така водата има и характерни вещества, по които може да се съди, че циркулира основно в материалите на струмската диоритова формация.

Всички резултати от химичните анализи са прегледани и внимателно анализирани. Химичният състав на водите от находище Барището е ценност и същевременно един от най-важните хидрогеоложки белези. Данните за химичния състав на водите са обобщени и представени в таблица 4.13. Химичният състав на минералната вода е изразен по формулата на Курлов, като са взети предвид само данните за минералната вода от експлоатационните съоръжения.

$$M = 0.81 \frac{SO_4^{39} (HCO_3^{31} + CO_3^8)^{39} Cl^{14} F^5 HS^3}{Na^{94}} \quad pH = 9.5 \quad T = 30.0$$

Таблица 4.8. Обобщена таблица с всички данни от анализи на химичния състав на водите от находище Барицето

Година на изследване	Водозточник	Източник на информация	Т°С	pH	Eh [mV]	Обща минерализация	Химичен състав												
							Катиони					Аниони							
							Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	F	Cl	H ₂ SO ₄	сума	
1948г.	Естествените извори	Куситасева и Меламед	38	8.7		0.79	3		230		233	95	284		28		407		
1962г.	Изв. Барицето Извор Пералната	Вод. Проект	25	9.2		0.72	6	0	212.7	3.2	221.9	24.5	294.2		22.2	43	489.1		
			25	9.3		0.7	2.4	0	220.5		222.9	32.6	99.1	291.3		31.9	20.9	475.8	
1968-71г.	Сондаж 1-ХТ	Комитет по геология - сгп	30	9.4		0.8	3		246		249.2	44	88	268	11	50	60	521	
			30	9.8		0.82	3		252		255.2	38	105	298	11	50	60	562	
			30	9.1		0.81	3		254		257.1	38	102	300	11	48	41	540	
			30	9.7		0.80	3.0		253.0		256.2	47.0	87.0	299.0	11.0	45.0	47.0	536.0	
			30	9.4		0.81	2.0		244.0		247.2	31.0	108.0	303.0	9.0	42.0	68.0	561.0	
			30	9.6		0.79	2.0		246.0		249.1	40.0	92.0	303.0	9.0	42.0	59.0	545.0	
			30	10.0		0.79	2.0		248.0		251.2	46.0	80.0	304.0	9.0	42.0	58.0	539.0	
2015г.	Сондаж 1-ХТ		30	9.0		0.83	2.0		146.0		148.1	13.0	148.0	300.0	9.0	42.0	68.0	580.0	
			30	>10		0.74	3.0		232.0		235.2	54.0	69.0	269.0	9.0	43.0	57.0	501.0	
Осреднени показатели само на експлоатационните водоотточници - капляжа							0.80	2.6	1.0	235.7	0.2	238.7	39.0	97.7	293.8	9.9	44.9	57.6	543.7
Максимални показатели само на експлоатационните водоотточници - капляжа							0.83	3.0	1.0	254.0	0.22	257.1	54.0	148.0	304.0	11.0	50.0	68.0	580.0
Осреднени показатели по данни от всички проби (към 2015г.)							0.78	2.9	0.6	232.0	0.15	235.5	37.1	98.2	292.8	9.9	40.5	52.9	523.1

4.3.7. Хидрогеоложки концептуален модел на находище Барището

Всички проведени анализи и обработки ни позволяват да изградим една нелоша основа за конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел на находище Барището. Съставените геоложки и тектонски схеми изясняват основната концепция за зоните на подхранване и формиране на водите. Разломните нарушения дават информация за зоната на дрениране и високо проводящата част, по която става движението на водите. Геолого-тектонската информация е от съществено значение за формирането на хипотезите за динамиката на системата и възможните начини за образуването на естествения извор точно в тази част на находището. Анализиранияте сондажни проучвания, макар и в една малка област (само в изворната зона), дават сведения за съставянето на двуизмерен (2D) хидрогеоложки концептуален модел (фиг. 4.22).

При конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел се изхожда от следните най-важни предпоставки и хипотези на средата:

Основни характеристики на находище Барището

- *Тип на водите: напорни/артезиански режим*
- *Тип на средата: пукнатинна*
- *Начин на подхранване: атмосферни валежи*

A. Геоложки предпоставки и хипотези:

- ⇒ Геоложка среда на находището – Магмена формация - Струмски диоритов комплекс (СДК); Лисецки ортометаморфен комплекс (ЛОК) и Метаплагиогранитов комплекс (МК). Основната литоложка разновидност са гранитите и диоритите, различно метаморфозирани.
- ⇒ Геоложка среда в зоната на формиране на водите – Смоличанският хорст и Влахинският антиклинорий са основната геоложка среда, в която се формират минералните води (около 90%). Изградени са от метаплагиогранити и метадиорити. Малка роля имат палеогенските материали на Гращичкия и Еремейския вътрешни грабени.
- ⇒ Геоложка среда в зоната на натрупване - водите се акумулират/натрупват основно в метаморфозиралите гранити и диоритната формация. Тези води се смесват с води от палеогенските седименти, основно конгломерати и по-малко пясъчници на Невестинската свита.
- ⇒ Геоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – естественият извор и сондажният водоизточник разкриват води основно (90-95%) от метадиоритите и метагабродиоритите на Струмски диоритов комплекс (СДК).
- ⇒ Геоложка среда във високопроводящата зона – най-долните нива на зоната са изградени от метадиорити на (СДК). Основно водите се придвижват в палеогенски конгломерати и пясъчници на Невестинска свита. Най-вероятно в тази зона се осъществява и смесване на минерални води (от дълбочина) с по-пресни и по-студени такива от палеогенските седименти.

B. Тектонски предпоставки и хипотези:

- // Тектонска среда на находището – водите от находище Барището са от пукнатинен тип. Придвижват се по млади разломни нарушения с неотектонска активизация и генерална посока СИ – ЮЗ. При контакта им с много по-старите разломи (ранноалпийска активизация) с ориентация ССЗ-ЮЮИ, се дренират на повърхността, поради това, че вторите разломи играят бариерна роля.
- // Тектонска среда в зоната на формиране - основно значение за подхранването на находището с атмосферни води имат 4 разлома: Смоличански; Речишки; Дълбокидолски и Лапевски. Първите два разлома имат по-голямо значение. Генералната посока на разломите е СЗ – ЮИ, със стръмно до почти вертикално затъване в ЮЗ посока. Разломите са развити на разстояние около 1 - 1,5 km, един от друг. Общата дължина на разломите в границите на находището е около 8 - 10 km.
- // Тектонска среда във високо проводящата зона – тя е развита изцяло по направлението на Невестинския разлом, който е паралелен на Кюстендилския разлом, с генерална посока СИ – ЮЗ. Разломът предопределя крехка зона на срязване с високи проводящи свойства. Широчината на зоната е около 200 m. Дълбочината на разломната зона не е изследвана. Дължината на повърхността на разлома е около 4,5 km, но може да се предположи, че е по-голяма - до около 8 km. Дължината на високопроводящата зона в границите на находището е около 8 km.
- // Тектонска среда в зоната на разкриване/изворната зона - като основна зона на дрениране на термалните води е приет Невестинският разлом, по който се инфилтрират водите от оградните хорстове и ниски планини и се предвижват до зоната на естествено разтоварване, предопределена от бариерните разломи. Дължината на бариерната зона в границите на находището е около 3,5 km.

С. Хидрогеоложки предпоставки и хипотези:

- ∅ Хидрогеоложка среда на находището - водите имат напорен характер с режим на самоизлив, според релефните особености и кота на терена. Напорът на водата се изменя от 0,5 до 3,0 m от терена. Средно напорът е около 1,0 m , на кота около 452,0 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на формиране – водите се подхранват и формират основно за сметка на атмосферни валежи. Няма реалистични данни, по които може да се оцени дълбочинното подхранване, въпреки че сигурно има такова. Предполагамата дълбочина на проникване на атмосферните води е сравнително голяма, около 500 – 600 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – водите се акумулират по свързани системи от пукнатини. Дебелината на водоносната среда по сондажните данни е около 50,0 m. Може обаче да се предположи, че тя е и малко по-голяма до около 100,0 m. Възможно е част от водите да се

дренират скрито по неустановени разломни нарушения и да се смесват с пресните води, акумулирани в кватернерните и неогенските наслаги.

- ∅ Режимните наблюдения показват почти постоянен качествен и количествен състав на минералната вода. Забелязват се леки колебания в намаляване на водата през летните месеци, което също е предпоставка за атмосферно подхранване. Малката обща минерализация е признак за филтрационна среда в метаморфни формации. Високите стойности на рН свидетелстват за дълбоката циркулация. Химичният състав на водите кореспондира със зоните на формиране и акумулиране на минералните води.

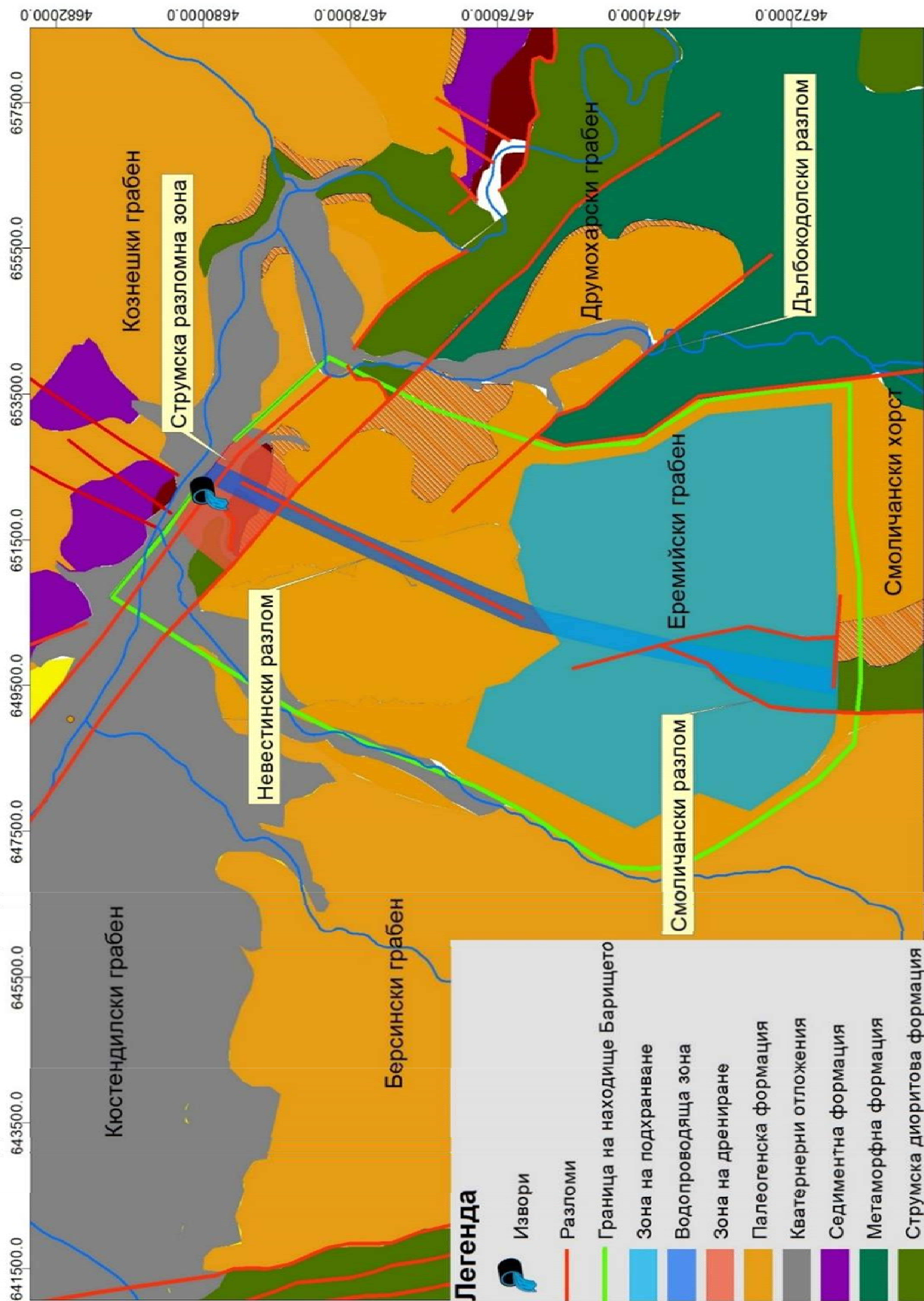
D. Други предпоставки и хипотези:

- Южната, източната и западната граница са очертани от геоложки, топографски и тектонски съображения. Те съвпадат с промени в литоложката среда, естествените вододелни и съществуващите разломни нарушения. В тези участъци няма по-точни данни, от които може да се направят по-коректни изводи и хипотези.
- Северната граница е прокарана по направление на най-южния разлом от Струмския разломен сноп, който е най-вероятният бариерен разлом за излизане на водите на повърхността.
- Зоната на подхранване е прокарана на коти между $\max - 750 \text{ m}$ и $\min - 600 \text{ m}$. Естествените вододелни също са взети предвид, поради много важната роля на атмосферните води, като основен източник на подхранване.
- Общата площ на находище Барището е $46,9 \text{ km}^2$
- Общата площ на зоната на подхранване е $21,8 \text{ km}^2$
- Общата площ на високопроводящата зона е $2,7 \text{ km}^2$
- Общата площ на зоната на дрениране е $1,7 \text{ km}^2$
- Дълбочина на формиране на водите – $550,0 \text{ m}$
- Дълбочина на дрениране на водите – $200 - 300 \text{ m}$
- Мощност на водоносната среда в изворната зона – 70 m
- Възможно дълбочинно подхранване – 40%
- Възможна загуба на вода:
 - В зоната на формиране – 70%
 - В зоната на дрениране – 20%
 - В зоната на разкриване – 10%

Забележка:

Процентните съотношения, дължините и котите дадени в „Геоложки, Тектонски и Хидрогеоложки предпоставки“ са направени на база реално измерени площи и точни данни, обработени в ГИС среда. Те могат да бъдат приети за коректни.

Процентните съотношения направени в „Други предпоставки“ са приблизителни на база на площта, дълбочината и анализа на данните. Те имат ориентировъчен характер.

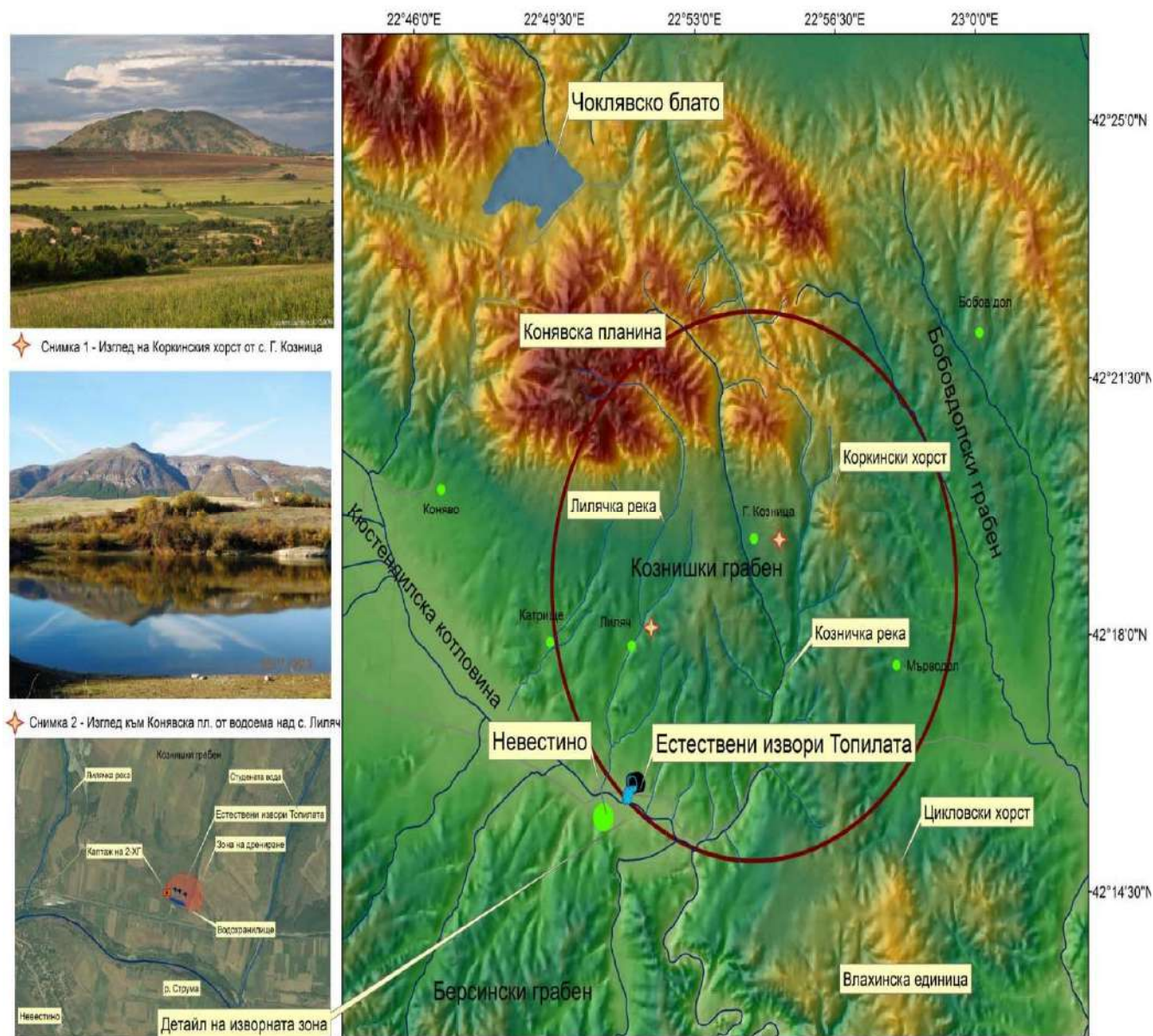


Фиг. 4.22. Схема на концептуалния модел на находище Барицето с геолого - тектонската среда на района

4.4. Находище на термоминерална вода - Топилата [A4]

4.4.1. Общи сведения и местоположение

Находище на минерална вода Топилата се разкрива чрез 3 естествени извора, разположени на около 800 m източно от с. Невестино. Изворите се намират на десния бряг на р. Струма, на 350 m от реката. От двете страни на изворите на разстояние 600-700 m минават реките Лилячка и Студената вода, които се вливат в р. Струма. Котата на разкриване на водата е 445,1 m. По архивни данни, общият дебит на минералните извори е бил около 3,0 l/s. Водите са се изливали във водохранилище с размери 120 x 30 m, непосредствено под тях. Минералните води в местността Топилата са известни от древността, като има сведения, че са били обект на използване още от Римско време.(фиг. 4.24).



Фиг. 4.24. Карта с местоположение и релефен модел на находище Топилата

4.4.2. Детайлни геоложки условия в района на находище Топилата

Районът на находище Топилата попада основно в палеогенските седименти на Кознишкия грабен. В периферните части обаче се различава много пъстра геоложка картина. Разкриват се палеозойски магмени и метаморфни скали, пермски, триаски и кредни седименти. Най-значителни по площ и дебелина са палеогенските материали, изграждащи грабеновите структури – Кознишки и Бобовдолски. В ниските части на находището се разкриват само палеогенски материали, най-вече на Невестинската свита. Високите части (Конявска планина и Коркински хорст) са изградени от триаски и кредни седименти.

Обособени са 5 геоложки формации, които имат отношение към формирането, подхранването и дренирането на минералните води и са послужили при последващото съставяне на хидрогеоложкия концептуален модел (фиг. 4.25). Различните геоложки формации са поделени на базата на петрографския си състав, възраст, начин на образуване и свойства.

Магмено - метаморфна формация

Магмено – метаморфната формация има най-малко площно разкриване в района на находище Топилата. Представена е основно от скали на Струмския диоритов комплекс (СДК), който е изграден от много разнообразен петрографски състав. Той е описан още от Бончев (1936) и включва в себе си диорити, габродиорити, гранити, гранодиорити, метакварцдиорити и др. Скалите са плътни и едрозърнести и се характеризират най-вече с масивна текстура.

За разлика от находище Барището, където тази формация има много голямо значение за минералните води, тук тя няма голяма роля. Възможно е много малка част от минералните води на изворите – Топилата да се подхранват от тази формация, но тя няма практическо значение. Дълги години се е смятало, че минералните води от двете водопроявления (Топилата и Барището) са на едно и също находище на минерална вода. Това се е обуславяло от близостта на двете и от това, че на около 800-900 m от изворите на Топилата се разкрива същия СДК, както на находище Барището. Въпреки близостта на СДК, той не играе роля на колектор на минералните води на находище Топилата.

Пермо – долно триаска формация

Тази формация е представена от материалите на перма - Скринската свита (P₂) и на долния триас – Мърводолска свита (T₁). И двете свити са изградени основно от конгломерати и брекчоконгломерати с характерен червеникаво – лилав цвят. На много места е описано, че свитите трудно се разграничават една от друга. Границата между двете е поставена от Загорчев, по появата на олигомиктови пясъчници. Дебелината на пермските седименти достига до 300-350 m, а на долния триас до 200 m.

В района на находище Топилата тази формация се разкрива в най-южната част и в близост до естествените извори на около 1 km от тях. В доклада от 1967-1970 г. към Комитета по Геология е описано, че сондаж 2-ХГ подсича долно триаски седименти на дълбочина 76,0 m и до края не излиза от тях – 436,0 m. След анализ на направените

подробни описания може да се приеме, че на дълбочина 240,0 m е преминал характерния репер за двете свити и в дълбочина прехождат материалите на перма, а не на долния триас. Тази разлика е важна, защото пермските седименти са слабо водообилни и не би следвало да се предполагат за колектор на минералните води, както и за осъществяване на дълбочинно подхранване. Възможно е дори тези материали да играят бариерна роля и да предопределят дренирането на водите в тази част. Тази теза се поддържа и от получените данни от сондаж 2-ХГ за много малък водоприток в дълбочина и се разграничава от приетия за колектор на минералните води – долен триас.

Триаско - Кредна формация

Тази формация е представена главно от седиментите на средния - горен триас и на кредата. Триасът в района на находище Топилата е представен от 4 свити. По-важно значение за минералните води имат Боснекската и Радомирската свита на средния триас. Свитите имат сходен генезис на образуване и са представени основно от варовици и доломити. Много важна особеност на доломитите от Боснекската свита е, че те често са ожелезнени.

Триаско – кредната формация се разполага главно в северните части на района на находище Топилата, където изгражда склоновете на Конявска планина и Коркинския хорст. Тази формация има много важно значение за формирането и дренирането на минералните води. Тя се разкрива в участъци, които са разположени в предполагаемата зона на подхранване и формиране на минералните води от находище Топилата. Би могло да се предположи, че и двете свити играят роля на колектор, като частично подхранване на води има от кредните седименти. Въпреки че минералните води се разкриват на малка дълбочина (40-50 m), в палеогенски материали, те се формират на много по-голяма дълбочина, от където се смесват с водите на палеогена по тектонски нарушени зони. Тези заключения са взети предвид при съставяне на хидрогеоложкия концептуален модел и съставената геоложка схема е използвана при конструирането му.

Палеогенска формация

Палеогенската формация има най-голямо площно разпространение в района на находище Топилата. Тя изгражда грабеновите структури на Пиянечкия комплекс. Различават се около 10 свити с палеогенска възраст, като най-голямо значение за минералните води има Невестинската свита. Тя изгражда почти целия Кознишки грабен и части от Берсинския грабен. Представена е от турбидитни седименти в редуване с аргилити, алевролити и пясъчници. Рядко в свитата се наблюдават и конгломератни прослойки, което говори за изплитняване на басейна и предимно плитководен характер на образуване.

В централните части на находището са възможни малко по-големи дебелини на Невестинската свита. Свитата има важно значение за минералните води, като се разкрива в част от зоната на подхранване. Може да се предположи, че палеогенската формация играе роля на частичен колектор за напорните води от триаско-кредната формация. Водите на средния триас се дренират в палеогенските материали по разломи нарушения, основно с направление СЗ-ЮИ. Така минералните води се смесват частично с пукнатинните води

от Невестинската свита и по разломи, с направление СИ-ЮЗ, се дренират в зоната на изворите в местността Топилата.

Съвременна неогенско – кватернерна формация

Важно значение имат неогенските делувиални материали в подножието на Конявската планина. Литоложки са представени от брекчоконгломерати с късове от варовици и доломити. Те са образувани от съвременната активност на Кюстендилския разлом, който допълнително е „натрошил“ триаско-кредната формация. Неогенските материали играят роля на естествен дренаж за водите на триаса, от където те се дренират към р. Струма и Невестинската свита. Част от тези води подхранват изворите около с. Лиляч и с. Катрище. За минералните води от находище Топилата неогенските материали имат най-голямо значение в участъка на с. Горна Козница, в северния участък на находището.

4.4.3. Детайлни тектонски условия в района на находище Топилата

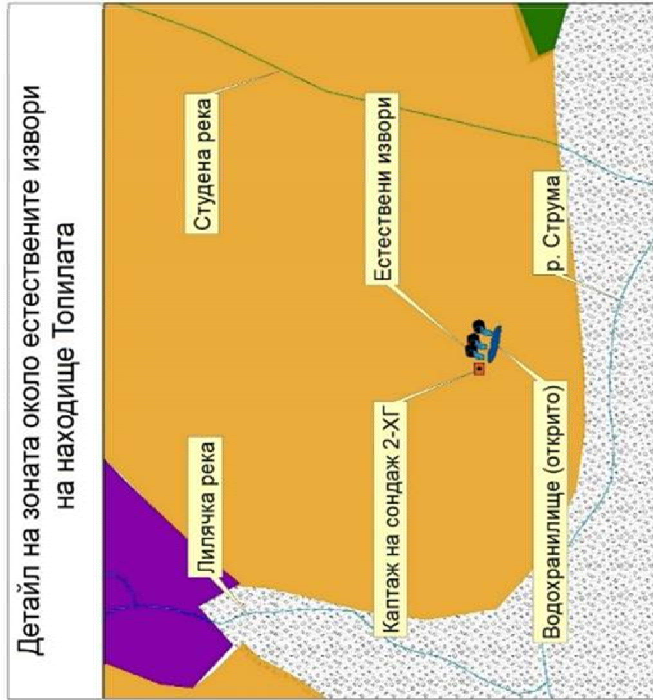
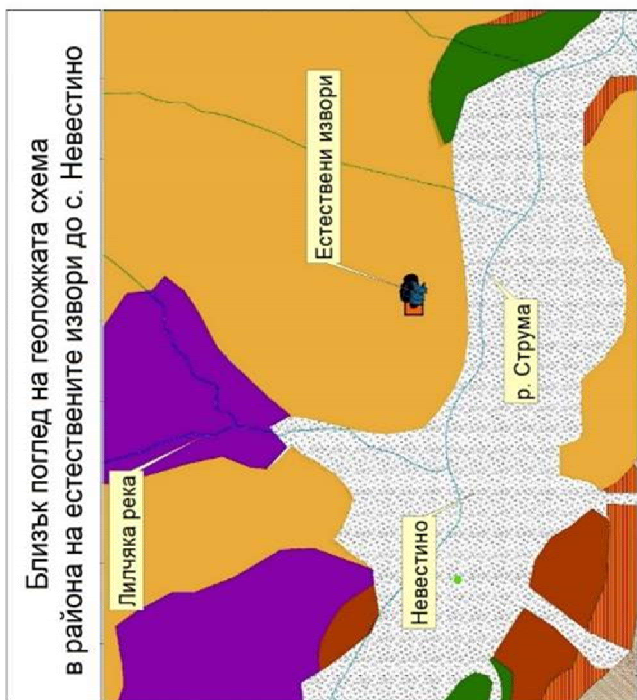
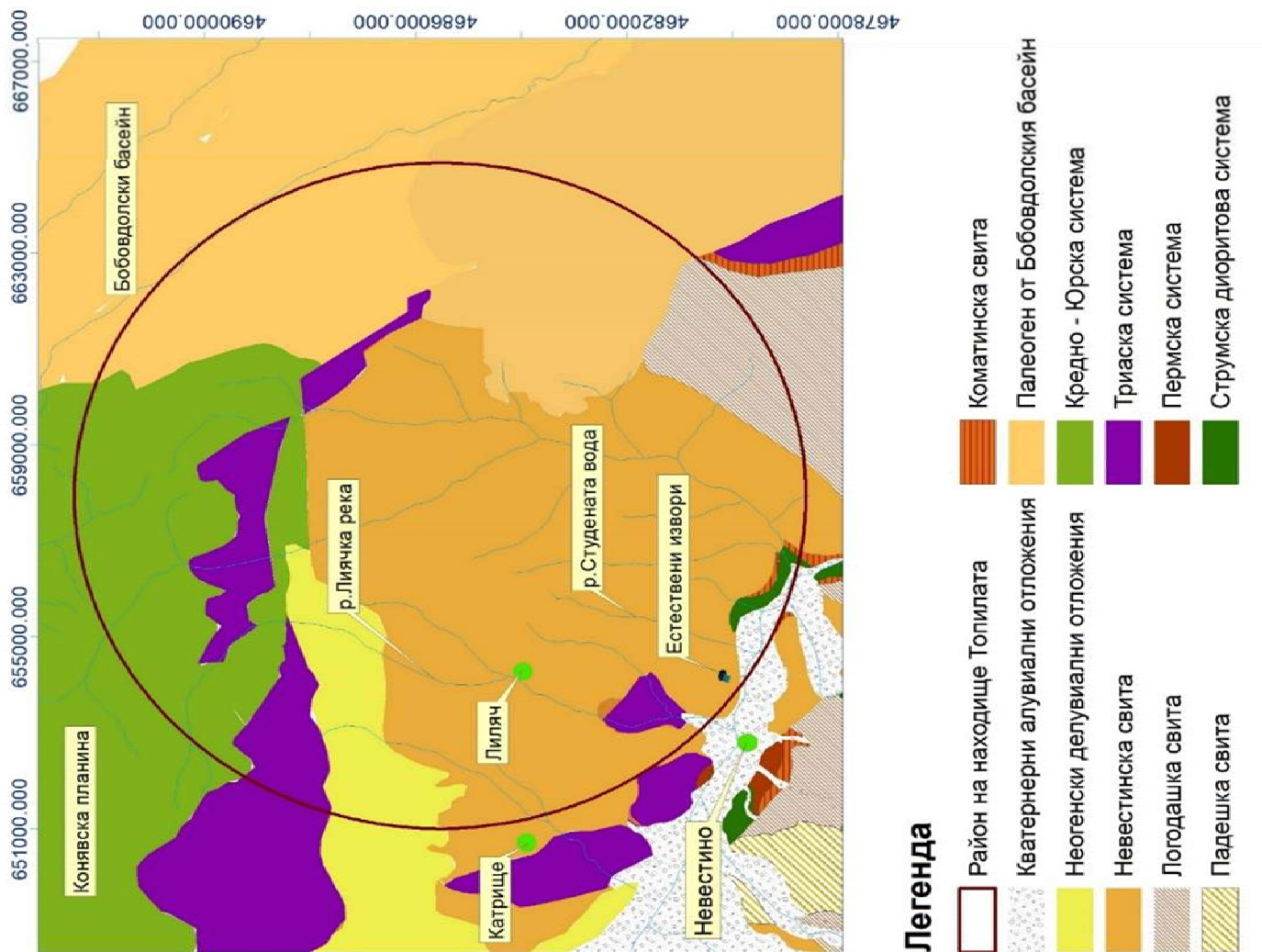
Разломните нарушения в района на находище Топилата имат основна роля за формирането и дренирането на минералните води (фиг. 4.26). Разломните нарушения имат добра групираност и могат да се разделят на две основни групи разломи. Всяка група има важна роля за хидродинамиката на системата и е взета под внимание при съставянето на концептуалния модел.

Разломи с посока СЗ – ЮИ

Разломите, които имат тази ориентация, са характерни за ранноалпийския и късноалпийския тектонски етап. Те са имали основна роля при формирането на Краищидната тектонска зона. В района на находище Топилата най-ясно изразен от тази група е Струмският разломен сноп, по който е развита и р. Струма. Той може да бъде проследен на десетки километри и предопределя облика на целия район. Тази група играе ролята на естествена бариера и подпира водите, дренирани от разломите с посока СИ-ЮЗ. В северните части на находището в триаско-кредната формация има много ясно изразени разломи с тази ориентация. Те формират дълбоки дерета, по които е формирана речната мрежа на Конявската планина. Тези разломи предопределят движението на води от мезозойските седименти към Кознишкия грабен.

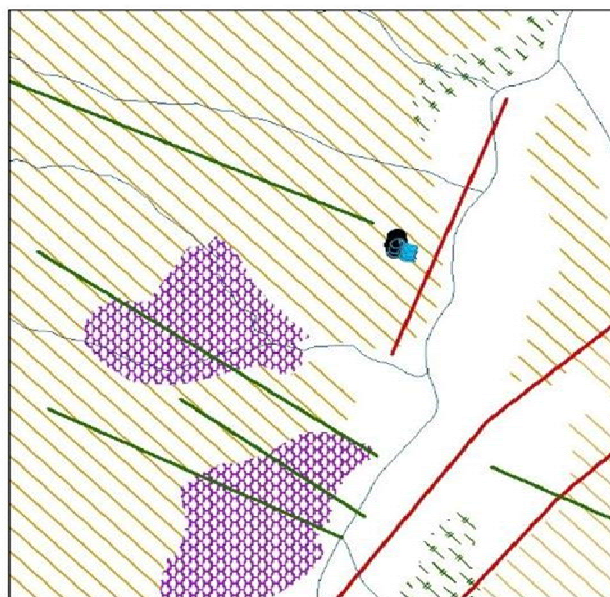
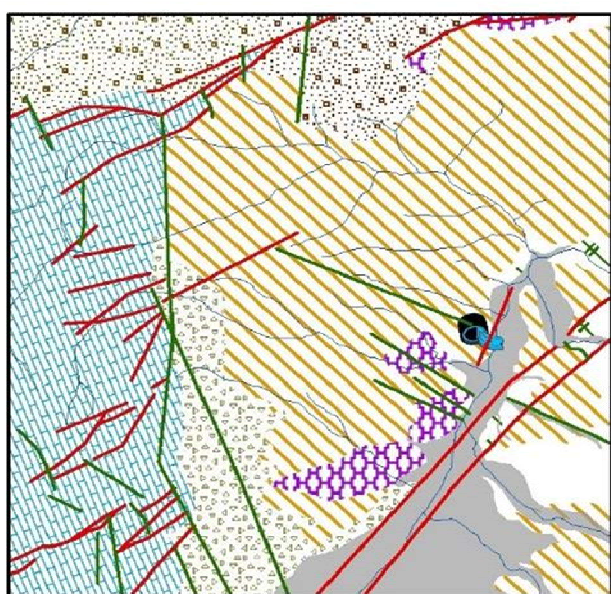
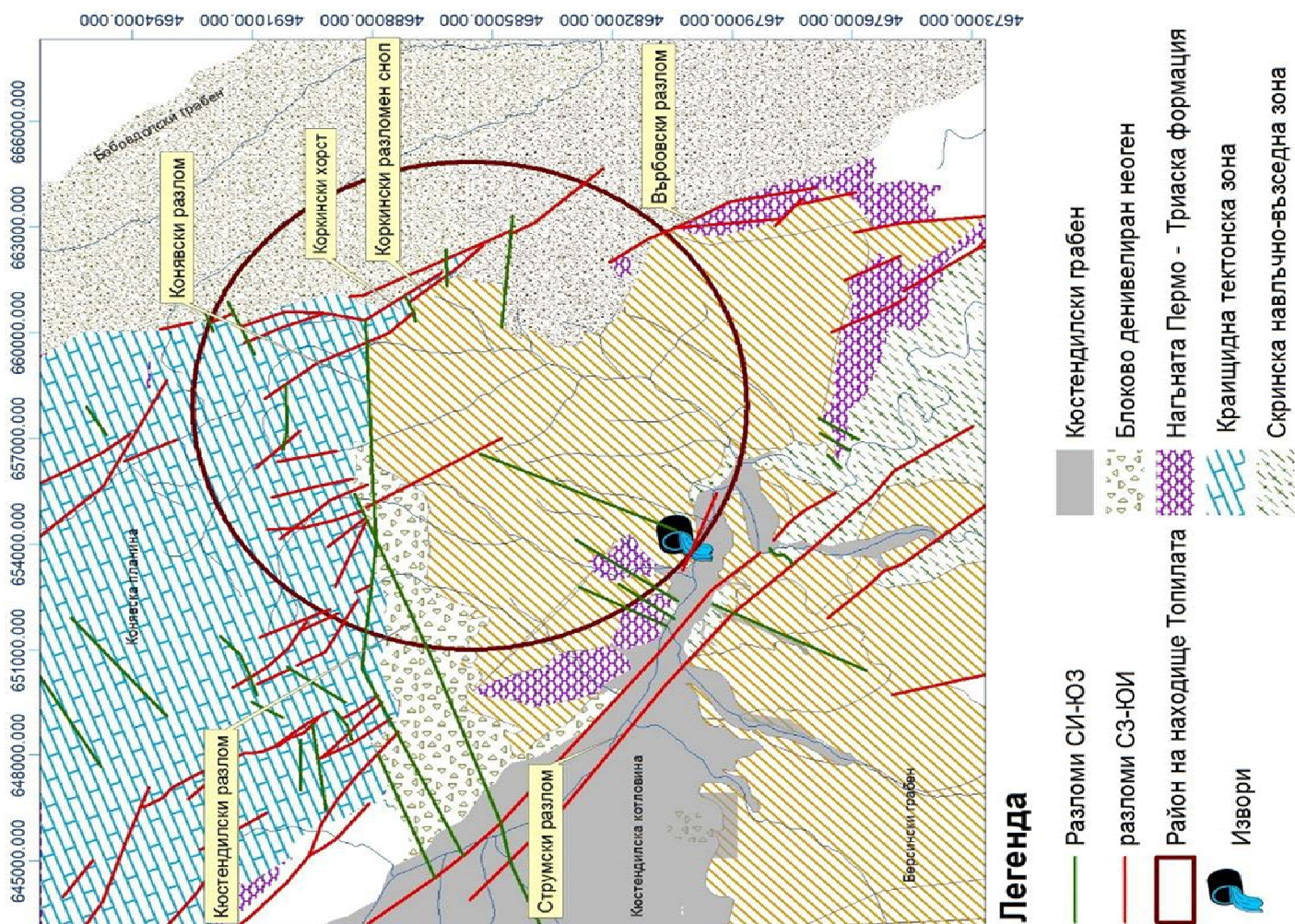
Разломи с посока СИ - ЮЗ

Най-големият разлом от тази група, в района на находище Топилата, е Кюстендилският разлом с множеството си по-малки паралелни разломи. Кюстендилският разлом се проследява още от територията на Македония и според Е. Бончев (1970) достига до северна България. Това нарушение има регионално значение, което предопределя съвременната тектонска активност и облик. Свидетелство за неговата активност, в района на Конявската планина, е образуването на делувиални наслаги с голяма мощност по южните склонове на планината. Неговата активност допълнително е нарушила триаско – кредната формация в северната граница на находище Топилата. Конявският разлом, който има посока запад – изток и определя много стръмния южен склон на Конявската планина, е резултат от движенията на Кюстендилския разломен сноп. Конявският разлом може да бъде проследен на дължина 8 km.



Фиг. 4.25 - Геоложка схема с разпространението на обособените геоложки единици в района на

находище Топилата



Фиг. 4.26. Тектонска схема с разпространението на основните разломи в района на находище Топилата

4.4.4. Режимни наблюдения на дебита и температурата на минералните води от находище Топилата

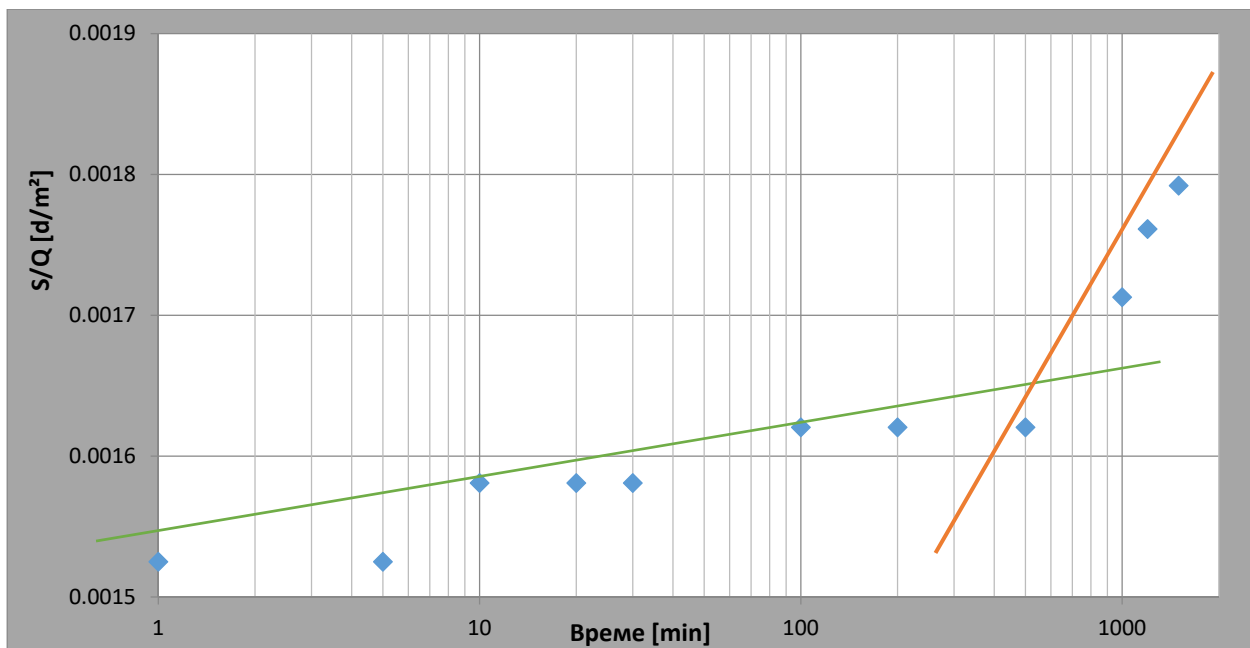
Към момента водорезимни наблюдения на минералната вода от находище Топилата са водени на два етапа. Дебитът на извора е около 2,5 l/s, а на чешмата 0,1 l/s. Всички режимни наблюдения са обобщени и анализирани. Съставена е таблица с основните характеристики и най-важни параметри на минералната вода от находище Топилата. Всички обобщени данни са представени в таблица 4.9

Таблица 4.9. Обобщена таблица с периоди по режимни наблюдения от находище Топилата

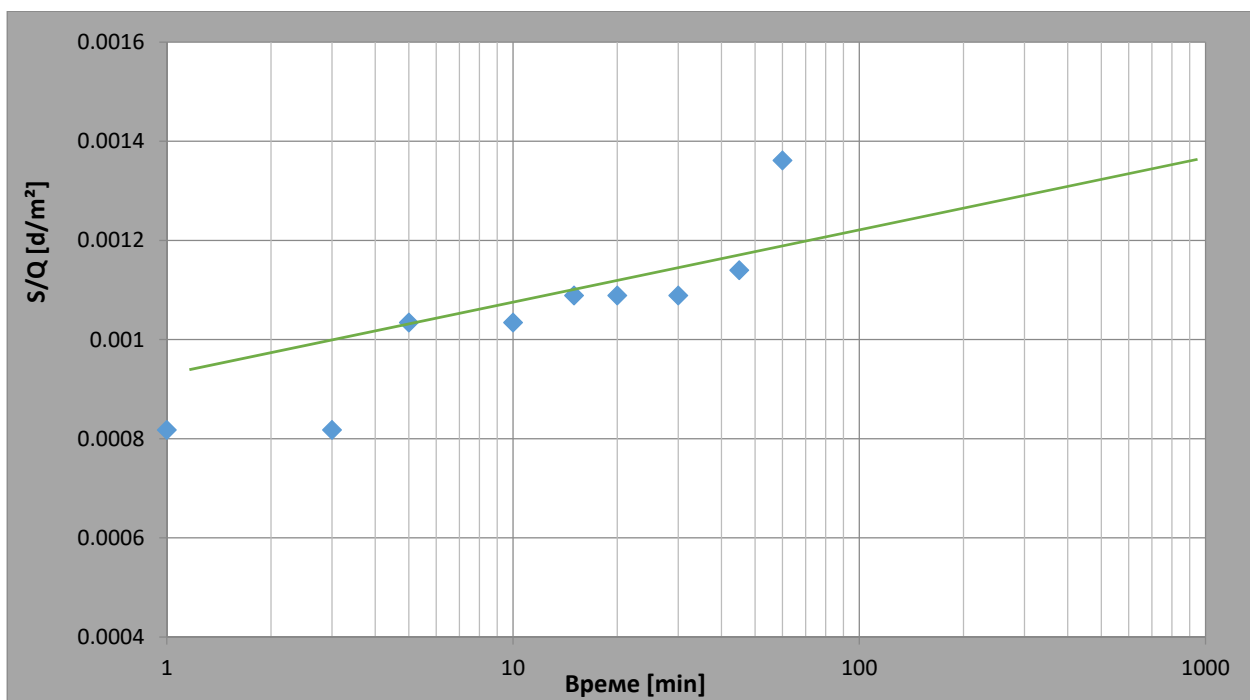
Дата на измерване	Източник на информация	Съоръжение на минерална вода	Дебит [l/s]	Температура [°C]	Обща минерализация [mg/l]	Барометрично налягане	Други характерни сведения
Първи етап - режимни наблюдения от 27.01.1971 до 02.12.1971г. (Комитет по геология)							
27.яну	инж. Кръстев - 1967-71г.	Каптажната камера на сондаж 2 -ХГ	28.33	Температурата на водата в доклада, е отбелязано, че е била 24,0°С, за всяко от измерванията. <u>Това поражда известна несигурност в тези отчети</u>	Минерализацията на водата е опробвана на 4 пъти, като е отбелязано, че всеки път е била 0,7 гр./л	953.1	
15.фев			26.56			948.8	
26.фев			24.29			947.1	
26.мар			25.00			946.8	
31.мар			26.56			952.5	
9.апр			26.56			954.2	
27.апр			25.00			954.2	
13.май			26.56			947.4	
27.май			24.28			948.5	
17.юни			24.28			961.8	
29.юни			24.28			950.1	
19.юли			25.00			947.8	
30.юли			25.00			952.7	
5.авг			25.00			952.6	
30.сеп			25.72			959.1	
27.окт			22.37			-	
10.ное			22.37			954.3	
2.дек	22.37	-					
Втори етап - режимни наблюдения от 26.06.2012г. До 26.09.2012г. (проф. Павел Пенчев)							
26.юни	проф. Павел Пенчев - 2012г	Каптажната камера на сондаж 2 -ХГ	25.19	23.1	Подробните данни са дадени в точката за химичния състав на водите		Изворът и чешмата пресъхват
27.юни			22.94	23.2			
28.юни			22.8	23.2			
29.юни			22.59	24.2			
30.юни			22.91	23.7			
1.юли			22.68	23.2			
2.юли			22.72	23.2			
3.юли			22.5	23.7			
4.юли			22.75	24.2			
10.юни			22.65	23.7			
14.юни			22.62	23.7			
21.юни			21.94	23.5			
27.юли			21.63	23.5			
1.авг			20.74	23.5			
7.авг			20.17	23.5			
14.авг			20.1	23.5			
22.авг			19.23	23.5			
5.сеп			18.44	23.5			
11.сеп			17.9	23.5			
20.сеп			17.62	23.5			
26.сеп	17.21	23.5					

4.4.5. Обработка на опитно-филтрационни данни и определяне на представителни хидрогеоложки параметри на находище Топилата

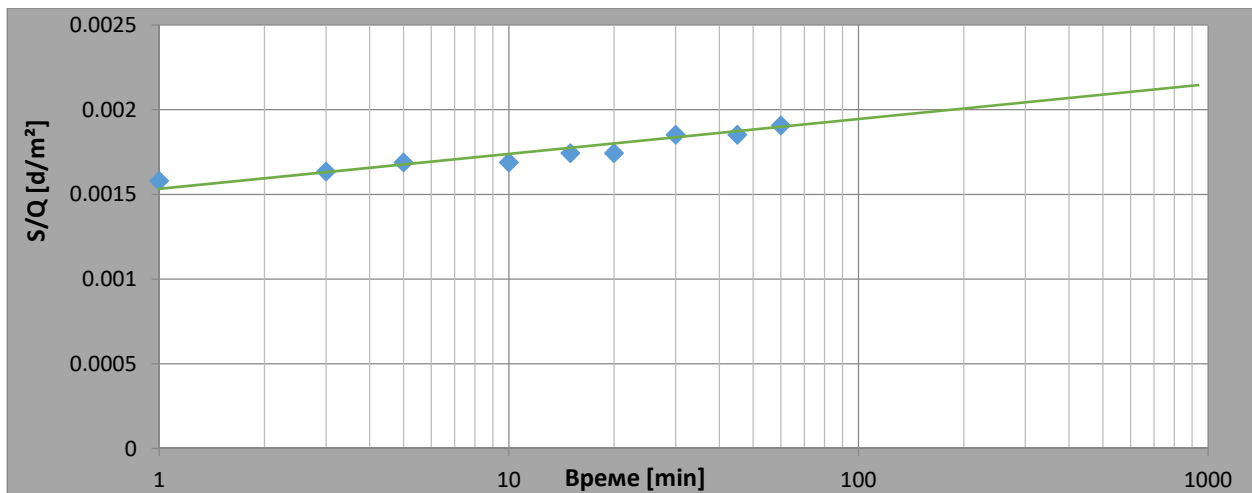
В района на изворите в местността Топилата не са извършвани предварителни моторни сондажни проучвания, както това е направено при изворите на гр. Кюстендил. Проведено е опитно водочерпене с продължителност 3 месеца. Резултатите са представени на фиг. 4.27, 4.28, 4.29 и 4.30. След обработването и анализа на резултатите от опитните водочерпения са определени представителни хидрогеоложки параметри на средата. Резултатите са представени в таблица 4.10



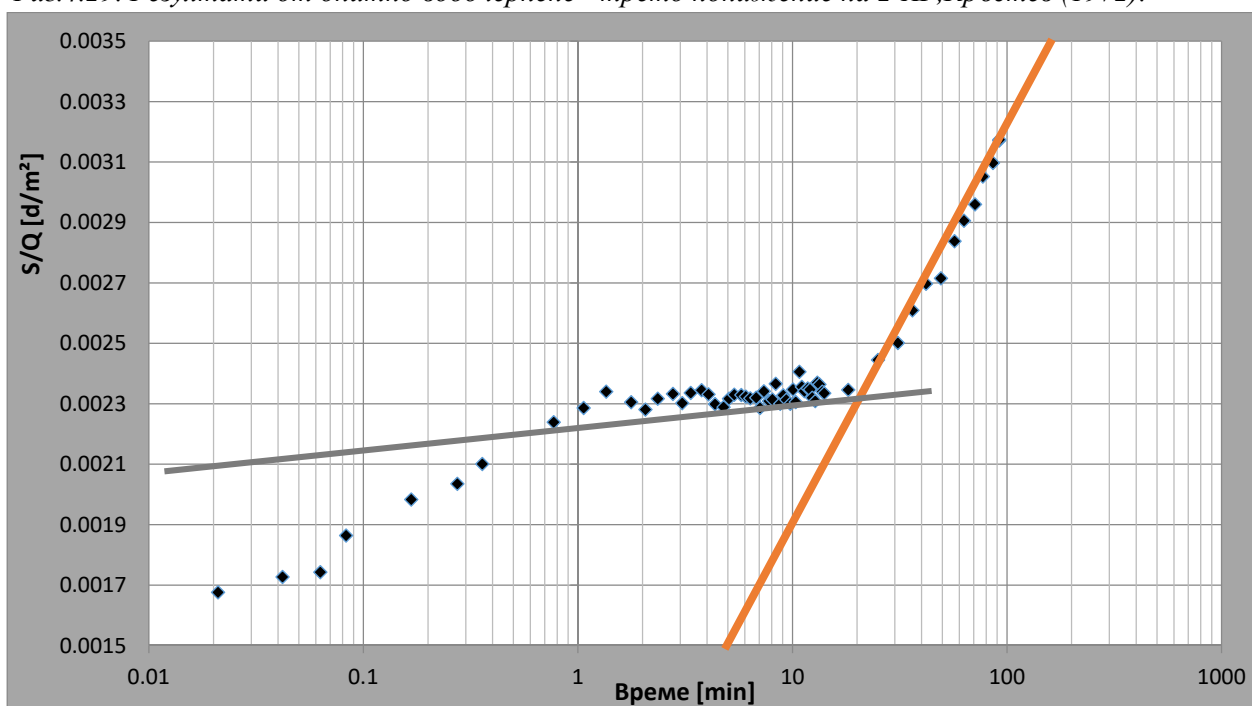
Фиг.4.27. Резултати от опитно водочерпене - първо понижение на 2-ХГ, Кръстев (1972).



Фиг.4.28. Резултати от опитно водочерпене - второ понижение на 2-ХГ, Кръстев (1972).



Фиг.4.29. Резултати от опитно водочерпене - трето понижение на 2-ХГ,Кръстев (1972).



Фиг.4.30. Резултати от опитно водочерпене на 2-ХГ, по данни от Пенчев (2013).

Таблица 4.10. Представителни хидрогеоложки параметри на находище Топилата

Параметри на филтрационната среда	Водочерпене 1 Кръстев (1972)		Водочерпене 2 Кръстев (1972)	Водочерпене 3 Кръстев (1972)	Водочерпене 4 Пенчев (2013)	
	Първи етап	Втори етап			Първи етап	Втори етап
Проводимост на пласта [m ² /d]	2723,1	790,5	1234,3	1008,5	2807,3	139,5
Дебелина на пласта [m]	60	60	60	60	60	60
Коефициент на филтрация [m/d]	45,4	13,2	20,6	16,8	46,8	2,3

4.4.6. Изследване и анализ на химичния състав на водите от находище Топилата

Минералните води от находище Топилата са изследвани за първи път през 1958 г. Взети са проби за анализ от Куситасева и Меламед, които правят кратко описание на района. Това са и първите сигурни сведения за химичния състав на изворите в местността Топилата, до с. Невестино. Подробни проучвания и сведения за химичния състав са събрани в периода 1968-1971 г. Химичният състав отразява изменението на дренираната вода в дълбочина. Така могат да се направят важни изводи за зоните на подхранване и водопритока към сондажа. В началото водите са с малко по-висока минерализация и характерно съдържание на флуор. Това са води, натрупани в горните нива на регионалната напуканост, предполагаемо подхранвани от води, циркулиращи в материалите на Струмската диоритова формация. Тези води имат малък водоприток и след удълбочаване на сондажа, се дренират води с по-дълбока циркулация. Те се подхранват най-вече от триаските седименти, като дълбочината на циркулация не е много голяма. Изменението на химичния състав ясно показва тези тенденции.

Актуални химични изследвания на минералната вода от находище Топилата са проведени в периода юни – септември 2012 г. от проф. Пенчев (2013). Една от целите на изследването е била да се оценят вариациите в химичния състав на минералната вода и по-конкретно съдържанията на арсен и желязо. Изследвани са повече от 60 бр. проби. Водите са анализирани както на място, така и в лабораторни условия.

Данните за химичния състав на водите са обобщени и представени в таблица 4.11. Дадени са сведения за най-важните химични компоненти и параметри, характеризиращи минералните води. Направен е анализ на данните и са дадени осреднени стойности от всички проби. Изчислени са също и показатели само от експлоатационните съоръжения – „Каптажната камера“. Химичният състав на минералната вода е изразен по формулата на Курлов, като са взети предвид само данните за минералната вода от експлоатационните съоръжения.

$$M = 0.68 \frac{SO_4^{31}(HCO_3^{59} + CO_3^8)^{66}}{Na^{47}Ca^{31}Mg^{22}} \quad pH = 7.32 \quad T = 24.0$$

Основните характеристики на водата от находище Топилата са: ниска минерализация (по-ниска от другите 3 находища), субтермална и леко повишена алкална реакция. Водата се наименува като хидрокарбонатно – натриева - калциева. Според Наредба №1 от 2000 г. на МОСВ, водата спада към категория I минерални води. Според Наредба №9, водата може да бъде използвана за питейно – битово водоснабдяване.

Таблица 4.11. Обобщена таблица с всички данни от анализи на химичния състав на водите от находище Топилата

Година на изследване	Водозточник	Източник на информация	Т° С	pH	Еh [mV]	Обща минерализация [g/l]	Химичен състав															
							Катиони			Аниони												
							Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	As [μg/l]	~сума	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	~сума		
1950г.	Еспигиевски извори	Куспасава и Меламед	20	7.51		0.73	31	22	47				100		59	31			10		100	
1968г.	Главния извор	Кръстев	20	7.2		0.68	36	22	42				100		57	33			10		100	
1968-71г.	2-М	Кръстев	24.0	7.7		0.73	65.0	24.0	95.0	3.0	0.3		187.3		315.0	144.0	8.0	32.0	46.0		545.0	
	2-М		24.0	8.7		0.67	64.0	25.0	79.0	4.2			172.2	10.0	288.0	139.0	2.2	28.0	45.0		512.2	
	2-М		24.0	7.2		0.71	63.0	27.0	82.0	4.6	0.16		176.8		304.0	146.0	1.8	32.0	45.0		528.8	
	2-М		24.0	7.8		0.69	62.0	27.0	79.0	5.0	0.16		173.2		298.0	145.0	1.5	32.0	45.0		521.5	
	2-М		24.0	7.0		0.70	63.0	25.0	81.0	4.7	0.16		173.9		309.0	165.0	2.0	33.0	46.0		555.0	
	2-М		24.0	7.2		0.71	62.0	27.0	83.0	4.1	0.05		176.2		313.0	143.0	1.2	30.0	46.0		533.2	
2012г.	Капна яма камера	Пенчев	23-24	7.3	818.0	0.69	75.3	27.9	83.2	4.2	0.05	9.00	190.7	13.2	296.6	154.9	1.1	36.7	31.2		533.7	
2012г.	Капна яма камера	Пенчев	23-24	7.3	814.0	0.67	72.6	26.9	80.7	4.1	0.06	13.00	184.4	11.7	287.7	149.9	1.1	34.6	30.0		515.0	
2012г.	Капна яма камера	Пенчев	23-24	7.4	820.0	0.69	59.3	25.9	97.9	3.5	0.0	13.0	186.6	5	326.2	136.9	1.2	42.5	25.2		537.0	
Осреднени показатели само на експлоатационните водозточници - капна яма						0.68	69.1	26.9	87.3	3.9	0.0		187.2	10.0	303.5	147.2	1.1	37.9	28.8		528.6	
Максимални показатели само на експлоатационните водозточници - капна яма						0.69	75.3	27.9	97.9	4.2	0.1			13.2	326.2	154.9	1.2	42.5	31.2			31.2

4.4.7. Хидрогеоложки концептуален модел на находище Топилата

Всички проведени анализи и обработки ни позволяват да изградим една добра основа за конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел на находище Топилата. Съставените геоложки и тектонски схеми изясняват основната концепция за зоните на подхранване и формиране на водите. Разломните нарушения дават информация за зоната на дрениране и високо проводяща част, по която става движението на водите. Геолого-тектонската информация има важно значение при изграждането на хипотезите за динамиката на системата и възможните начини за образуването на естествените извори, точно в тази част от находището. Сондажни проучвания има само в зоната на дрениране на водите, което затруднява донякъде съставянето на (2D) хидрогеоложки концептуален модел (фиг. 4.31). При конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел е изходено от следните най-важни предпоставки и хипотези на средата:

Основни характеристики на находище Топилата

- Тип на водите: напорни/артезиански режим
- Тип на средата: пукнатинна
- Начин на подхранване: атмосферни валежи

А. Геоложки предпоставки и хипотези:

- ≡ Геоложка среда на находището – палеогенски пясъчници, конгломерати, алевролити и средно-горно триаски варовици и доломити.
- ≡ Геоложка среда в зоната на формиране на водите – средно-горно триаски варовици и доломити са основната геоложка среда, в която се формират минералните води (около 70%). Кредните седименти на Флишоидната задруга и Костелската свита имат важна, но по-малка роля.
- ≡ Геоложка среда в зоната на натрупване - водите се акумулират/натрупват основно в средно триаски варовици и доломити. След изкачване на водите към повърхността, част от тях се акумулират в палеогенските материали на Кознишкия грабен – пясъчници, конгломерати и алевролити.
- ≡ Геоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – естествените извори и сондажния водоизточник, разкриват води основно (80-85%) от палеогенските пясъчници и алевролити на палеогенската формация. Водите се натрупват в тези седименти от по-дълбоко разположените триаски материали. Това се потвърждава и от опитните водочерпения и измененията в химичния състав. Така, че разкриването на водите е само в един „първоначален момент“, след който подхранването се осигурява основно за сметка на води от средно-горно триаски варовици и доломити.

В. Тектонски предпоставки и хипотези:

- // Тектонска среда на находището – водите от находище Топилата са от пукнатинен тип. Придвижват се по-млади разломни нарушения с неотектонска активизация и генерална посока СИ – ЮЗ. При контакта им с

много по-старите разломи (ранноалпийска активизация) с ориентация ССЗ-ЮЮИ, се дренират на повърхността, поради това, че вторите разломи играят бариерна роля. До голяма степен и бариерна роля за водите играят и пермодолно триаските седименти, които са естествен издържан водоупор. Комбинацията от милонитизираните зони по Струмския разломен сноп и тези седименти са добре издържана пространствена бариера, за дрениране на минералните води.

- // Тектонска среда в зоната на формиране - основно значение за подхранването на находището с атмосферни води имат комбинацията от множество разломи с различна ориентация, които са нарушили и напукали значително триаските материали, изграждащи Конявска планина. Най-значителна е ролята на Кюстендилския и Конявски разлом. Варовиците и доломитите на триаса са и допълнително окарстени, което също повишава колекторските и филтрационни свойства на масива.
- // Тектонска среда във високо проводящата зона – тя е развита изцяло по направлението паралелно на Кюстендилския разлом с генерална посока СИ – ЮЗ. Разломът предопределя крехка зона на срязване с високи проводящи свойства. Широчината на зоната е около 20-30 m. Дълбочината на разломната зона не е изследвана. Може да се предположи, че е от порядъка на 300 - 400 m. Дължината на високопроводящата зона в границите на находището е около 4 - 5 km.
- // Тектонска среда в зоната на разкриване/изворната зона - Като основна зона на дрениране на термалните води е разлом от Кюстендилската система, по който се инфилтрират водите от оградните планини и се предвижват до зоната на естествено разтоварване, предопределена от бариерните материали. Дължината на бариерната зона в границите на находището е около 2,5 - 3 km.

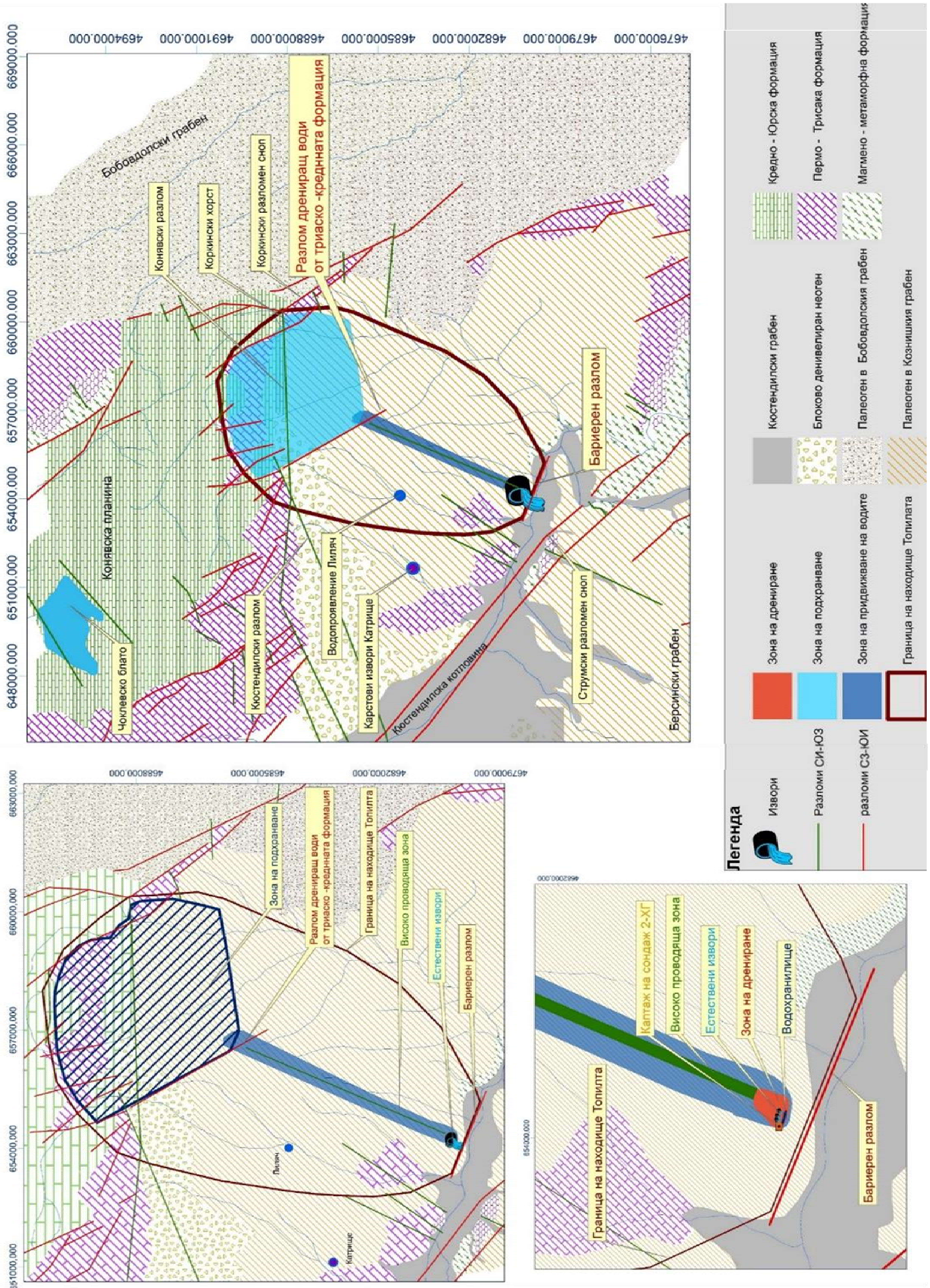
С. Хидрогеоложки предпоставки и хипотези:

- ∅ Хидрогеоложка среда на находището - водите имат напорен характер с режим на самоизлив, според релефните особености и кота на терена. Напорът на водата се изменя от 0,5 до 4,0 m от терена. Средно напорът е около +2,0 m , на коти около 445,1 – 443,0 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на формиране – водите се подхранват и формират основно за сметка на атмосферни валежи, във високите части (Конявска планина). Подхранването от атмосферните води върху палеогенските седименти има малка роля. Няма реалистични данни, по които може да се оцени дълбочинното подхранване. Въпреки че то е пренебрегнато, химичните и режимни наблюдения предопределят не малка роля на един такъв водоприток. Предполагамата дълбочина на проникване на атмосферните води е около 400 – 500 m. Това е само в триаските материали. За водите от палеогенските седименти, тази дълбочина е много по-малка – 100 -150 m.

- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на разкриване/изворната зона – водите се акумулират по свързани системи от пукнатини. Дебелината на водоносната среда по сондажни данни е от 30,0 до 60,0 m. Може обаче да се предположи, че тя е и малко по-голяма - до около 100,0 m. Възможно е част от водите да се дренират скрито по неустановени разломни нарушения и да се смесват с пресните води, акумулирани в палеоген–неогенските наслаги.
- ∅ Режимните наблюдения показват почти постоянен качествен и количествен състав на минералната вода. Изменения се наблюдават при продължително водочерпене, когато се привличат води от дълбочина – триаски доломити. Това се потвърждава и от химичния състав и повишаването на концентрацията на желязо. Наличието на Mg във водите ясно говори за филтрационна среда, най-вече в доломити. Никое друго находище от Кюстендилската хидротермална система - КХТС няма такива концентрации на Mg. Химичният състав на водите кореспондира със зоните на формиране и акумулиране на минералните води.

D. Други предпоставки и хипотези:

- Северната, източната и западната граница са очертани от геоложки, топографски и тектонски съображения. Те съвпадат с промени в литоложката среда, естествените повърхностните вододели и съществуващите разломни нарушения. В тези участъци няма по-точни данни, от които може да се направят по-коректни изводи и хипотези.
- Южната граница е прокарана по направление на разлом от Струмската система, който е най-вероятният бариерен разлом за излизане на водите на повърхността.
- Зоната на подхранване е прокарана на коти между max – 1120 m и min – 600 m. Естествените вододели също са взети предвид, поради много важната роля на атмосферните води, като основен източник на подхранване.
- Общата площ на находище Топилата е 60,72 km²
- Общата площ на зоната на подхранване е 18,4 km²
- Общата площ на високопроводящата зона е 2,3 km²
- Общата площ на зоната на дрениране е 0,1 km²
- Дълбочина на формиране на водите – 500,0 m
- Дълбочина на дрениране на водите – 200 – 300 m
- Мощност на водоносната среда в изворната зона – 60 m
- Възможно дълбочинно подхранване – 30 - 40%
- Възможна загуба на вода:
 - В зоната на формиране – 70%
 - В зоната на дрениране (в дълбочина) – 20-30%
 - В зоната на разкриване (при смесване) – 5%



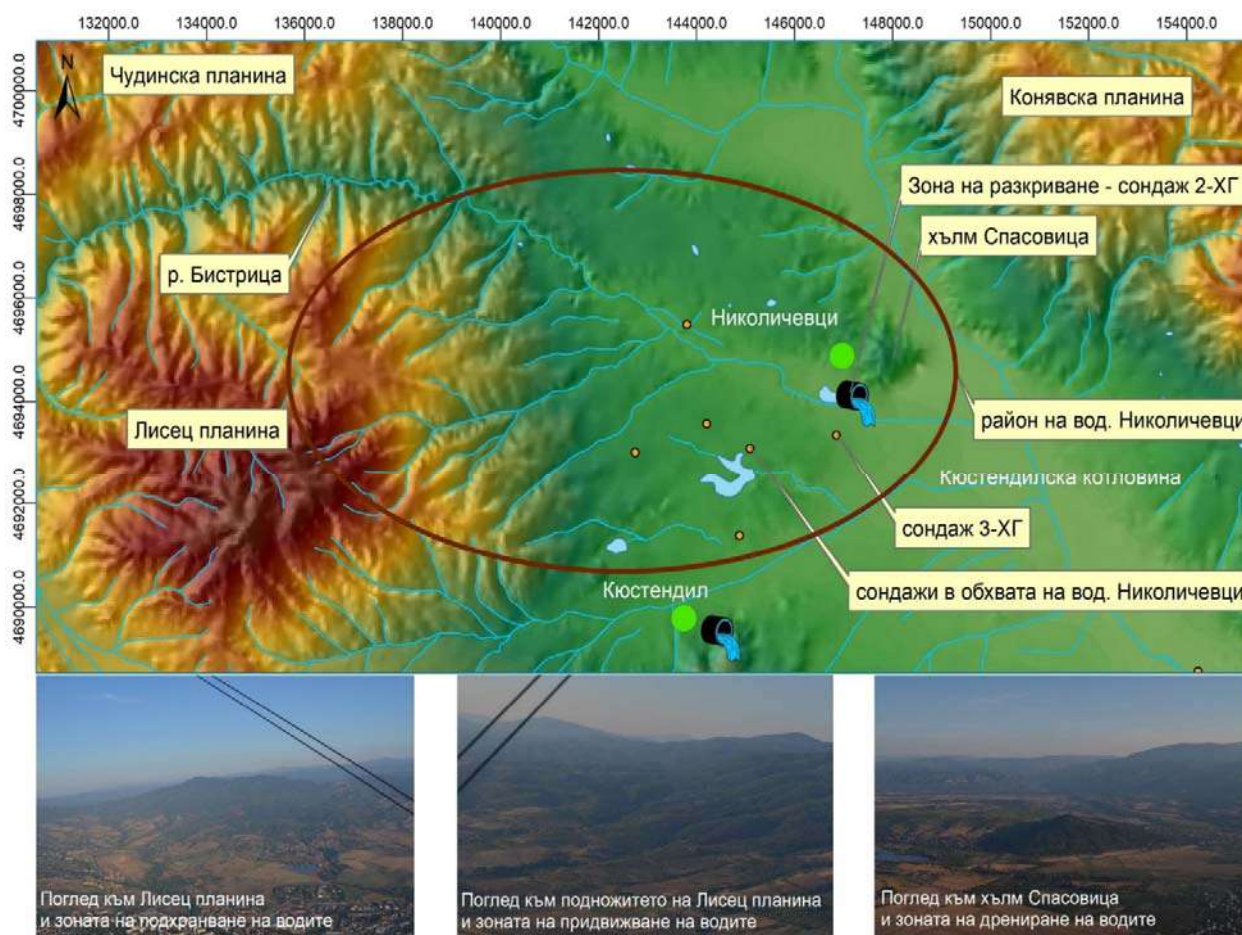
Фиг. 4.31. Концептуален модел на находище Топилата

4.5. Водопроявление на минерална вода – Николичевци [A5]

4.5.1. Описание и общи сведения

Подробни хидрогеоложки и сондажни проучвания на минералните води от водопроявление Николичевци са проведени в два периода през 1991 - 1994 г. от фирма „Софгеопрочване“ ООД (Божилов), към КГ. Изпълнени са два дълбоки проучвателни сондажа – 2-ХГ и 3-ХГ. Събраните данни са отразени в доклада на Божилов (1994). Проведени са подробни сондажни изследвания – геохимично, петрографско и хидрохимично опробване. Минерални води са разкрити със сондаж 2-ХГ, с дълбочина 786,1 m, изпълнен на около 1,8 km южно от селото. Сондаж 3-ХГ е безводен и е приключен по-рано от прогнозната му дълбочина на 599,3 m. Сондаж 2-ХГ е разкрил води на самоизлив с водно ниво 0,8 m над терена. Проведено е помпено водочерпене, като е получен дебит 2,7 l/s при понижение от около 18 m. Температурата на водата е била между 24°C - 29°C. Върху сондажа не е изграден каптаж и водите са оставени на самоизлив.

Подробни измервания на дебита, температурата или други режимни наблюдения на водите от сондаж 2-ХГ не са провеждани. Химичният състав е определен с 3 водни проби, данните за които са отразени в доклада на Божилов (1994). Водите са характеризирани като слабо минерализирани малко под 1,0 g/l, а по химичен състав са сходни с тези от находище Невестино – Барището. Характерна особеност в резултатите от пробите е съдържанието на волфрам, галий и германий и повишеното рН – от 8,6 до 9,1. На фиг. 4.33 е представен районът на водопроявление „Николичевци „



Фиг. 4.33. Карта с местоположение и релефен модел на водопроявление Николичевци

4.5.2. Геоложка характеристика на водопроявление „Николичевци“

Районът на водопроявление „Николичевци“ обхваща площ от около 130 km². В неговите предели се срещат различни по възраст и начин на образуване литоложки комплекси. В района се разкриват неопротерозойски метаморфити, неогенски отложения и кватернерни наслаги.

Обособени са две геоложки формации, които имат отношение към хидродинамиката на системата и са послужили при последващото съставяне на хидрогеоложкия концептуален модел (фиг. 4.34). Различните геоложки формации са поделени на базата на петрографския си състав, възраст, начин на образуване и свойства. Те са описани подробно, както следва:

1. Лисецка ортометаморфна формация

В района на водопроявлението са развити най-много метадиоритите и метагранитите. Дебелината на комплекса е значителна - над 1000,0 m. Възрастта на скалите от Лисецкия комплекс е датирана на около 550 Ma, което го определя като къснопротерозойски. Петрографските разновидности на тази формация имат много важно значение за формирането на минералните води и се разкриват в зоната на подхранване и дрениране на водопроявление „Николичевци“.

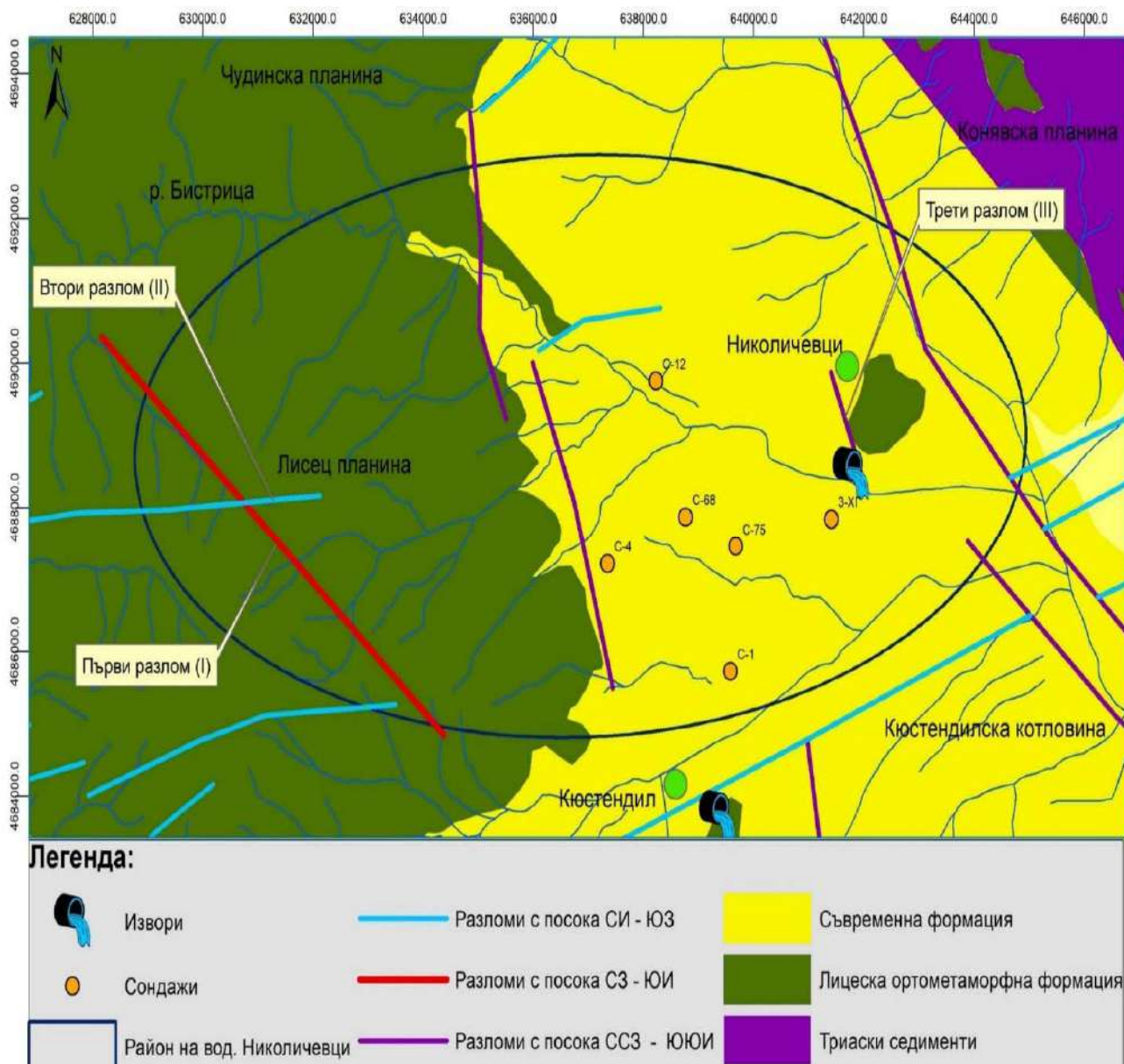
2. Съвременна формация

В района на с. Николичевци, тя е почти повсеместно развита, с изключение на хълма Спасовица. По направлението на Кюстендилския разлом, който отделя Лисец планина от Осоговска планина, също са развити съвременни отложения. Основно значение за района на водопроявление „Николичевци“ имат сиво – зелените глини и мергели на Николичевската свита. Те се разкриват на повърхността в близост до сондаж 2-ХГ, като също са установени в още 3 други сондажа (С-12, С-75 и С-1) югозападно от Николичевци. Дебелината на свитата достига 500,0 m, като е възможно и да е повече. Тези седименти покриват скалите на Лисецките метаморфити и имат важна роля за дълбочината на проникване на минералните води и изолирането им с водите от горните нива на Кюстендилската котловина.

4.5.3. Тектонска характеристика на водопроявление „Николичевци“

Разломните нарушения в района на водопроявление „Николичевци“ имат основна роля за формирането и дренирането на минералните води. Посоката на тектонските нарушения има добра групираност и могат да бъдат поделени 3 групи разломи, както при находище Кюстендил, където са описани подробно. Условно те могат да бъдат поделени на разломи с посока: СИ-ЮЗ; СЗ-ЮИ и ЗС-ЮЮИ. По-важно значение за минералните води, имат 3 разлома (разломи: I, II и III): първият (I) е с посока СЗ-ЮИ, и определя западната граница на зоната на подхранване. Разположен е в централните части на Лисец планина и вероятно подпомага постъпването на повърхностни води в дълбочина. Вторият (II) разлом е разположен косо на първия (I) и има ориентация СИ-ЮЗ, като на Кюстендилския разлом. Може да се допусне, че същият продължава в дълбочина към с. Николичевци и предопределя движението на водите в тази посока. Третият (III) разлом е

с посока ССЗ-ЮЮИ и е вероятен бариерен разлом в близост до с. Николичевци и хълм Спасовица, в зоната на дрениране на водите.



Фиг.4.34. Геоложка схема с разпространението на обособените геоложки единици и основни разломни нарушения в района на водопроявление „Николичевци“

4.5.4. Хидрогеоложки концептуален модел на водопроявление „Николичевци“

Всички проведени анализи и обработки ни позволяват да изградим хипотеза при конструирането на хидрогеоложкия концептуален модел на вод. „Николичевци“. Съставената геолого - тектонска схема изяснява основната концепция за зоните на подхранване и формиране на водите. Сондажните проучвания не изясняват напълно защо са разкрити минерални води точно в тази зона. Разломните нарушения дават частична информация за проводящата част, по която става движението на водите. Анализиранияте проучвания, макар и само в района на Кюстендилската котловина, дават сведения за съставянето на двуизмерен (2D) хидрогеоложки концептуален модел (фиг. 4.35).

Тъй като режимни наблюдения не са провеждани, в бъдеще е желателно да се изготви план за мониторинг на водите, който може да допълни сегашния концептуален модел. Химичният състав също не е изследван детайлно и е добре да бъде анализиран допълнително. Така, на база цялата събрана информация, е изградена обща представа за водопроявлението и е изграден хидрогеоложкия концептуален модел.

Основни характеристики на вод. „Николичевци“

- Тип на водите: напорни/артезиански режим
- Тип на средата: пукнатинна
- Начин на подхранване: атмосферни валежи

A. Геоложки предпоставки и хипотези

- ≡ Геоложка среда в зона на формиране на водите – Лисецките метаморфити са основната геоложка среда, в която се формират минералните води
- ≡ Геоложка среда в зоната на натрупване - водите се акумулират/натрупват основно в силно напуканите метаморфити, представени от метагранити и метадиорити.
- ≡ Геоложка среда в зоната на разкриване – сондажните водоизточници разкриват води основно от кварцдиорити и окварцени шисти

B. Тектонски предпоставки и хипотези

- // Тектонска среда на находището – водите от водопроявлението са от пукнатинен тип. Вероятно се придвижват по свързани системи с ориентация СИ-ЮЗ, в Лисецките метаморфити
- // Тектонска среда в зоната на формиране - основно значение за подхранването с атмосферни води има разлом с ориентация СЗ-ЮИ
- // Тектонска среда в зоната на разкриване – водите се разкриват чрез сондаж 2-ХГ, от кварцдиорити и шисти, които са натрошени и на места интензивно променени и орудени.

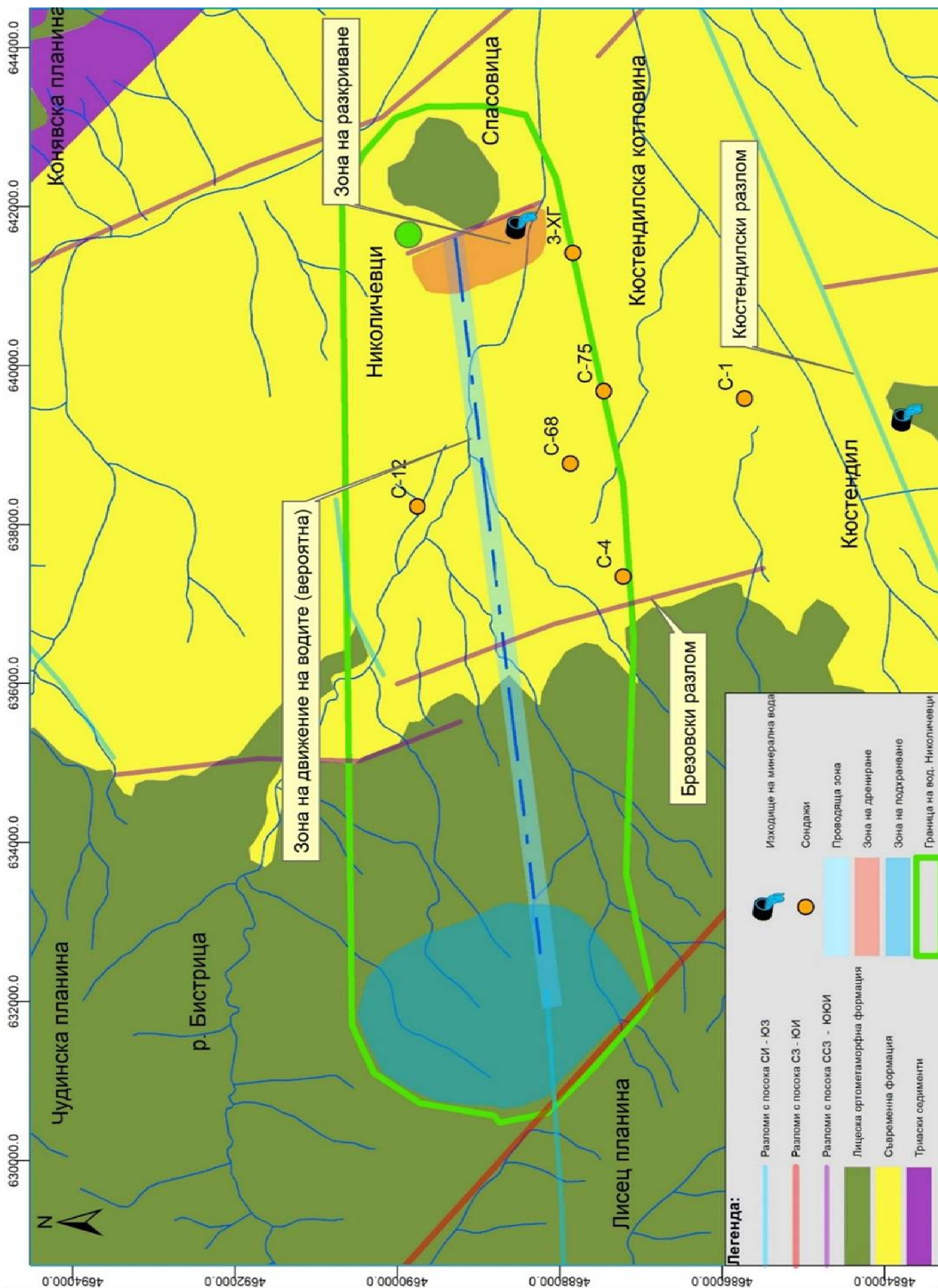
С. Хидрогеоложки предпоставки и хипотези

- ∅ Хидрогеоложка среда на находището - водите имат напорен характер с режим на самоизлив, според релефните особености и кота на терена. Напорът на водата се изменя от 0,2 до 0,8 m над терена. Средно напорът е около 0,5 m , на коти около 483,8 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на формиране – водите се подхранват и формират основно за сметка на атмосферни валежи. Няма реалистични данни, по които може да се оцени дълбочинното подхранване. Най-вероятно такава е възможно да има по границите с находище Кюстендил, най-вече от южните части на Лисец планина. Предполагаемата дълбочина на проникване на водите е голяма, над 500 m.
- ∅ Хидрогеоложка среда в зоната на разкриване – водите се акумулират по свързани системи от пукнатини. Дебелината на водоносната среда по сондажни данни не може да бъде оценена точно. Това се дължи и на това, че водите не са акумулирани в една отделна част, а са разпръснати в натрошени зони.

Д. Други предпоставки и хипотези

- Всички граници са очертани от геоложки, топографски и тектонски съображения. Те съвпадат с промени в литоложката среда, естествените вододелни и съществуващите разломни нарушения. В тези участъци няма поточни данни, от които може да се направят, по коректни изводи и хипотези.
- Зоната на подхранване е прокарана на коти между max – 1050 m и min - 850 m. Естествените вододелни също са взети предвид, поради много важната роля на атмосферните води като основен източник на подхранване.
- Общата площ на вод. „Николичевци“ е 40,0 km²
- Общата площ на зоната на подхранване е 6,4 km²
- Общата площ на зоната на дрениране е 1,1 km²
- Дълбочина на формиране на водите – над 500 m
- Дълбочина на дрениране на водите – 500 - 700 m
- Възможно дълбочинно подхранване – 20%
- Възможна загуба на вода:
 - В зоната на формиране – 30%
 - В зоната на дрениране – 20-50%
 - В зоната на разкриване – 100%

Забележка: Процентните съотношения са приблизителни на база на площта, дълбочината и анализа на данните.



Фиг.4.35. Концептуален модел на водопроявление „Николитчевци“

ГЛАВА ПЕТА

5. Обособяване на Кюстендилска хидротермална система - КХТС

5.1. Обща характеристика на Кюстендилската хидротермална система

Една от основните задачи, която беше поставена при разработването на дисертационната работа, е обособяването на Кюстендилската хидротермална система (КХТС). След детайлното изясняване на всяко находище, попадащо в нейните граници и конструирането на хидрогеоложките концептуални модели, е съставен общ модел и е обособена Кюстендилската хидротермална система. Тя включва 5 обекта: А1 - нах. Кюстендил; А2 - нах. Берсин; А3 - нах. Барището; А4 - нах. Топилата и А5 – вод. Николичевци. Според своята големина, ресурс, значимост и перспектива за развитие, находищата на минерална вода могат да бъдат поделени на: големи находища – А1 и А4 (Кюстендил и Топилата), две малки находища А2 и А3 (Берсин и Барището) и едно водопроявление А5 (Николичевци). В таблица 5.1 са представени основни данни за всяко находище и обобщени параметри за цялата КХТС. За обособяване на КХТС първоначално е изследван район с площ близо 1200 km². Общата площ на хидротермалната система е малко над 320 km², като на близо половината ѝ площ се осъществява подхранването на минералните води. Релефът на хидротермалната система попада основно в хълмисти и полупланински географски части.

Таблица 5.1. Общи данни за Кюстендилската хидротермална система

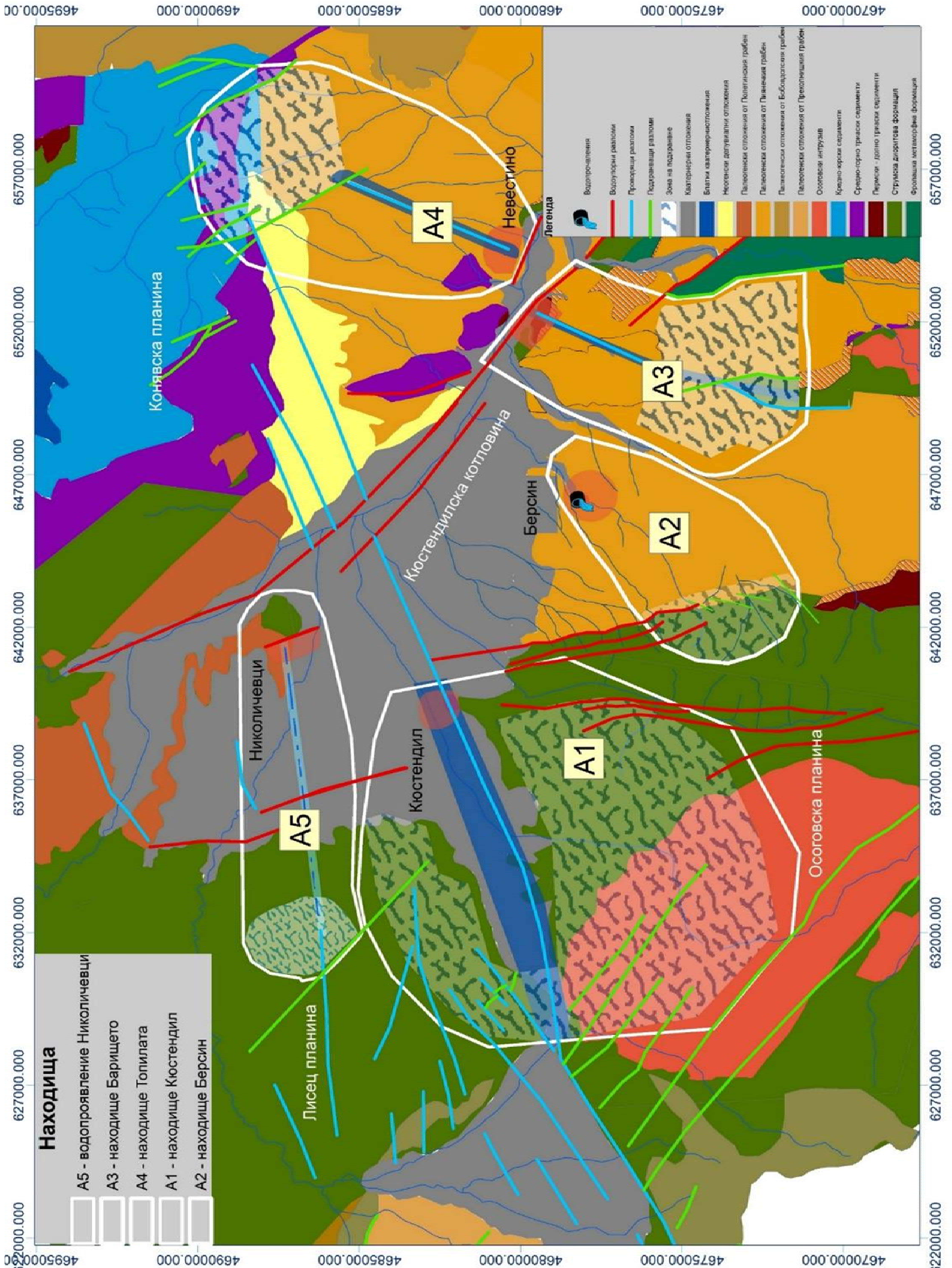
Находище	Индекс на находището	Категория на находището	Обща площ [km ²]	Площ на зоната на подхранване [km ²]	Площ на зоната на дрениране [km ²]	Площ на високопроводяща зона [km ²]	Разкритие на находището
Кюстендил	A1	Голямо находище	138,1	84,5	1,4	15,6	11 извора и 2 сондажа
Берсин	A2	Малко находище	33,9	8,9	0,2	-	1 извор и 2 сондажа
Барището	A3	Малко находище	46,9	21,8	1,7	2,7	1 извор и 1 сондаж
Топилата	A4	Голямо находище	60,7	18,4	1,6	2,95	3 извора и 1 сондаж
Николичевци	A5	Водопроявление	43,7	19,4	2,1	3,8	1 сондаж
Обобщени данни за КХТС							
Кюстендилска хидротермал-на система	КХТС	4 находища и 1 водопрояв.	323,30	153,00	7,00	25,05	17 извора и 6 сондажа

5.1.1. Геоложка характеристика на КХТС

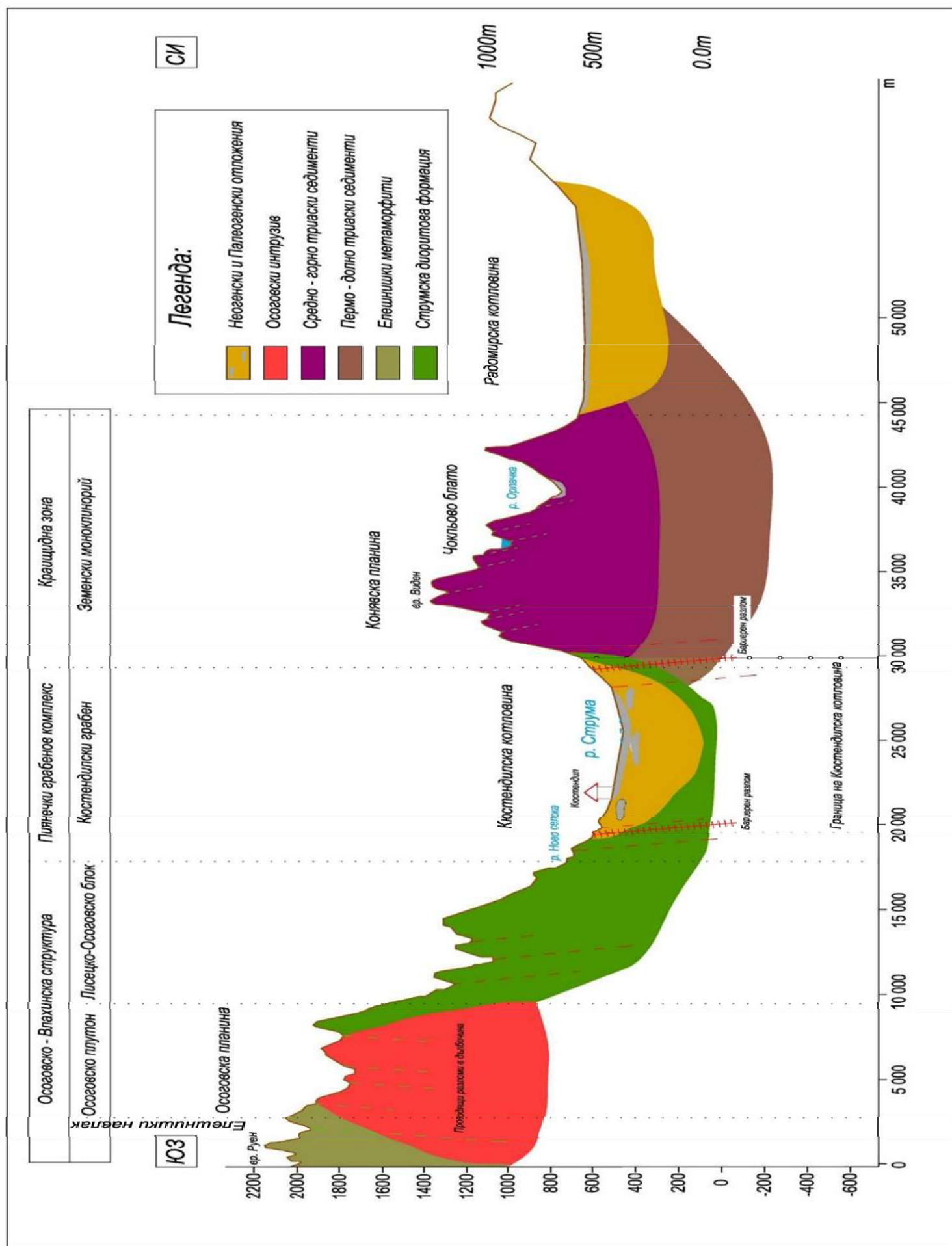
При конструирането на концептуалните модели за всяко находище е разработена отделна точка само за геоложкия строеж. Обособени са геоложки единици с оглед на хидрогеоложкото им значение – водоносна среда, водоупори и водопроводяща (филтрационна) среда. Това е направено, за да може ясно да се изясни и обособи геоложката представа за цялата КХТС. За илюстриране на геоложката среда е съставена обща карта с всички обособени единици по отделните находища от системата, както и прилежащите периферни геоложки формации, които имат по-малко значение. Поделените геоложки единици имат разнообразна възраст, която е от палеозойска до кватернерна. В таблица 5.2 са дадени всички геоложки единици, които са обособени при формирането на геоложката среда в КХТС. Показани са основни данни за тях и какви литоложки разновидности включват. Съставена е геоложка карта на цялата КХТС, която е разработена в ГИС среда. Картата е представена на фиг. 5.1. Съставен е и геоложки профил, който е отразен на фиг. 5.2. Те показват и елементи от тектонската характеристика на КХТС, която е описана в следващата точка. Профилът е схематичен и отразява генералните условия в района.

Таблица 5.2. Обобщени данни за геоложката среда и единици от КХТС

Находище	Индекс на находището	Подхранване и формиране на мин. води	Придвижване (филтрация) на мин. води	Водоупор за мин. води
Кюстендил	A1	Осоговски интрузив и Струмска диоритова формация	Гнайси и делувиални насипи	Милонитизирана зона в гнайси
Берсин	A2	Струмска диоритова формация и палеоген	Гнайси и пясъчници	Палеогенски седименти (Алевролити и конгломерати)
Барището	A3	Струмска диоритова формация и палеоген	Диорити и конгломерати	Пермо-триаски седименти
Топилата	A4	Средно-горно триаски седименти и кредни	Конгломерати и варовици/ доломити	Пермо-триаски седименти
Николичевци	A5	Струмска диоритова формация	Диорити и кварцити	



Фиг. 5.1. Карта с обособените геоложки единици и находищата от Кюстендилската хидротермална система



Фиг. 5.2 – Профил през КХТС, показващ схематично разпространение на обособените геоложки единици

5.2. Тектонска характеристика на КХТС

Кюстендилската хидротермална система е разположена в една от най-силно активните тектонски и сеизмични области в България. Част от нея попада в т.н. Краищидна тектонска зона, която може да се проследи до пределите на Сърбия. В района на КХТС се различават три големи структури. Първата е Земенският моноклинорий, който обхваща цялата Конявска и Земенска планина и е разположен в северните части на хидротермалната система. Втората е Осоговско-Влахинската структура, която включва блокови издигания и навличания в западните части и третата е Пиянечкия грабенов комплекс, в централните и източни участъци, като той е събирателен за 4 по-малки грабенови структури в обсега на изследваните находища. Към Пиянечкия грабен може да бъде отнесена условно и Кюстендилската котловина, която също е грабенова структура, но с по-незначителна роля за формирането на минералните води. В периферните части на тези структури се различат още много други тектонски единици, които имат по-малка роля за КХТС.

Много важно значение за всеки отделен компонент от формирането, дренирането и движението на минералните води имат разломните нарушения. Те играят основна роля за всяко едно от находищата на минерална вода, тъй като КХТС по своя характер (динамика) е изцяло от пукнатинен тип. Водите се формират по дълбоки разломи, които осигуряват проникването на атмосферни води в дълбочина, където те формират своя състав, температура и т.н. Дренирането става по тектонски разломни нарушения, а при контактите им с по-стари (милонитизирани) разломи се дренират на повърхността. Поради тази причина е обърнато и специално внимание на типа, характера и възрастта на активизация на всеки разлом, имащ отношение към минералните води. За онагледяване на разпространението им в обхвата на КХТС те са представени на фиг. 5.2 и 5.3. На схемата са показани трите типа разломи, всеки от които има различно значение за минералните води. Поделени са следните типове разломни нарушения в КХТС:

5.2.1. Подхранващи разломи – този тип разломи имат основно значение за образуването на подходяща среда за проникване на атмосферни води в дълбочина. Те са особено ясно изразени в границите на находище Кюстендил. Там те образуват разломен сноп с много големи размери и осигуряват проникването на води в много голяма дълбочина (700-1000 m). Разломите от този тип имат приблизителна ориентация СЗ – ЮИ, като най-характерният от тях е т.н. *Полетински разлом* с дължина повече от 10 km. Такива разломи откриваме и в Конявска планина, където разломната група осигурява подхранването на триаските материали с атмосферни води, основно в горните части на Конявска планина. Една малка група има и при находище Барището, където на границата със Смоличанския хорст се осигурява част от дълбочинното проникване на дъждовни води. В пределите на нах. Берсин този тип разломи не се открива или са развити много малко и с ограничени размери. Това обяснява и до голяма степен значително по-малкия воден ресурс на находището. На тектонската схема (фиг.5.2) разломите са отбелязани със зелен цвят.

- 5.2.2. Проводящи разломи – този тип разломи имат изключително важна роля, тъй като осигуряват дренирането на формираните вече минерални води от дълбочина към терена. Това са млади тектонски нарушения, като повечето от тях са свързани със съвременна активизация (<20Ma) на Кюстендилския разломен сноп. Той има ориентация ЮЗ – СИ и може да бъде проследен на много голяма дължина (<40 km). Сателитните разломи и сходните такива с подобна ориентация имат основна роля при всяко едно от находищата. Те осигуряват високо проводящи крехки зони, по които се осъществява лесна филтрация на водите. На тектонската схема (фиг. 5.2) разломите са отбелязани със син цвят.
- 5.3.3 Водоупорни разломи – тези разломи са най-стари и за част от тях се смята, че са били активни още преди палеозоя. Най-силно изявеният разлом от този тип е Струмският дълбочинен разлом. Той има ориентация ССЗ – ЮЮИ. В границите на КХТС, паралелно на него, са развити още два големи разломни снопа - Брезовски и Новоселски. Разломите от този тип са запълнени с тектонска глина и играят роля на перфектен водоупор. Тъй като проводящите и водоупорните разломи имат почти перпендикулярни пространствени взаимоотношения, те често се пресичат. Именно на тези контакти се образуват и естествените извори в района на КХТС. Разломите от този тип играят роля на естествена бариера за три от находищата – А1; А2 и А3 (Кюстендил, Барището и Топилата). Това са и находищата с най-големите естествени извори в пределите на хидротермалната система. На тектонската схема (фиг. 5.2) разломите са отбелязани с червен цвят.

Този опит за разделяне по важност и тип на разломните нарушения в рамките на КХТС е осъществен за всеки разлом, за който може да се потвърди или предположи, че е от съответната група. За тези, на които това условие не е могло да бъде изпълнено и/или има малко информация, са отбелязани само като съществуващи тектонски нарушения.

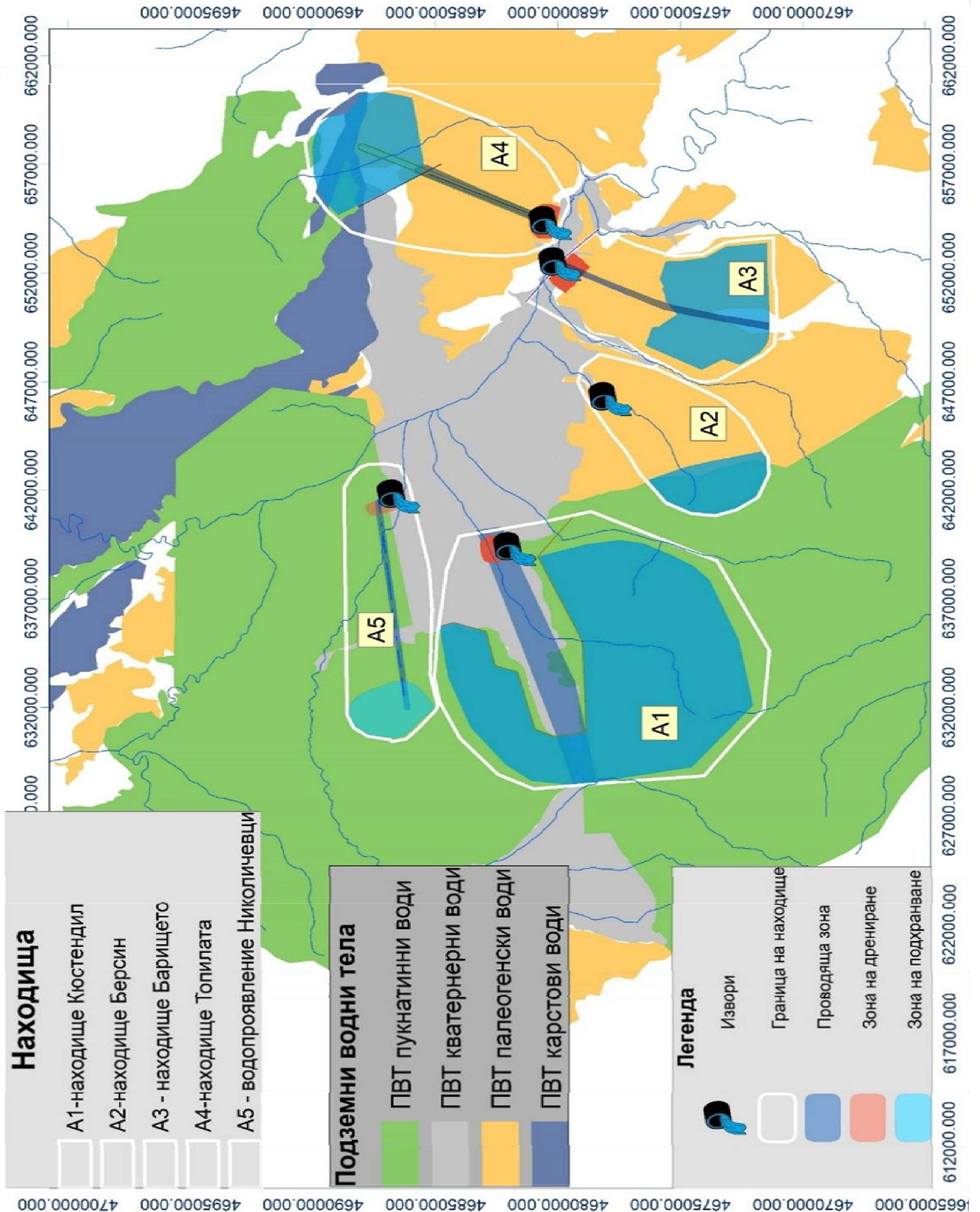
5.3. Подземни водни тела и обекти в границите на КХТС

При конструирането на хидрогеоложките концептуални модели на отделните находища е обърнато специално внимание на техните граници и зони спрямо административното поделение, съгласно Басейновите дирекции в Република България. Изследваният район попада в пределите на Западнобеломорския район и съответната Басейнова дирекция - БДЗБР. В границите на Кюстендилската хидротермална система, според БДЗБР, има обособени подземни водни тела в следните геоложки формации:

- Подземни водни тела в кватернерен водоносен хоризонт
- Подземни водни тела в палеогенски водоносен хоризонт
- Подземни водни тела в карстови басейни
- Подземни водни тела с пукнатинен характер

Таблица 5.3. Данни за Подземните водни тела, които попадат в границите на Кюстендилската хидротермална система

Параметри Код на ПВТ	BG4G0000QN006	BG4G0000Pg038	BG4G00T2T3028	BG4G00T1T2034	BG4G0000T2035	BG4G0000Pz022	BG4G0000Pz023
Име на подземното водно тяло	Порови води в кватернер - неоген - Кюстендил	Порови води в палеогенски седиментен комплекс	Земенски карстов басейн	Смоличански карстов басейн	Бобошево-мърводолски карстов басейн	Пукнатинни води в Струмската диоритова формация	Пукнатинни води в Осоговския плутон
Площ [km ²]	232,00	1147,00	216,00	8,00	13,00	402,00	122,00
Естествени ресурси [l/s]	291,00	222,00	406,00	36,00	52,00	141,00	65,00
Разполагаеми ресурси [l/s]	130,00	5,54	321,00	33,00	1,15	93,00	38,00
Водоизползване [l/s]	51,03	73,64	7,82	0,00	1,15	10,95	6,40
Тип на водоносния хоризонт	Напорен	Безнапорен	Напорен	Напорен	Напорен	Безнапорен	Безнапорен
Средна дебелина [m]	450	150	350 - 400	100- 130	100- 150	до 1000	до 1000
Среден коефициент на филтрация [m/d]	140	<3	<5	<5	<5	<2	<2
Средна проводимост на пластта [m ² /d]	600	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Площ на зоната на подхранване [km ²]	199	1124,9	216	7,56	12,62	366,9	121
Литоложки строеж на ПВТ	чакъли, пясъци, глини	туфи, туфопясъчници, пясъчливо глинести преслойки	триаски варовици	триаски доломитизирани варовици	триаски доломитизирани варовици	амфиболитови гнайси амфиболитови шисти	биститови гранити и грубозърнести гранити



Фиг. 5.4 Карта с разпространението на Подземните водни тела в границите на Кюстендилската хидротермална система

5.5 Химичен състав на минералните води от КХТС

Химичният състав на минералните води от Кюстендилската хидротермална система е една от най-важните ѝ характеристики. Голямото постоянство в химичния състав, с което се характеризират водите от системата е много важен показател..

Сведенията за химичния състав на останалите находища се водят от сравнително по-скоро, но за повечето има информация поне от 50 години. В този по-малък период на наблюдение водите също се характеризират с малко изменение на основните химични компоненти. За всички находища общата минерализация се формира основно за сметка на анионните компоненти - CO_3 ; HCO_3 и SO_4 . Процентното съотношение между катионните и анионните компоненти е приблизително 30:70, за цялата КХТС /по тегло/. Общата минерализация на находищата е сравнително малка и варира около 0,6 mg/l. Единствено находище А2 –Берсин има по-голяма минерализация (1,0-1,1 mg/l), която се дължи основно на контакта на водите с палеогенските материали от Берсинския грабен.

Малката минерализация е лесно обяснима, ако се погледне внимателно средата на формиране и дрениране на минералните води. За находища А1; А2; А3 и А5 основно значение при формирането на водите имат стари метаморфозирани скали, които не могат да допринесат особено за формиране на по-голяма обща минерализация. Другите параметри, характеризиращи находищата, за които има подробни сведения, като температура и рН, също проявяват много малки колебания.

Таблица 5.4. Данни за химичната характеристика на водите от КХТС

Находище	Температура °C	рН	Обща минерализация [g/l]	Химичен състав											
				Катиони						Аниони					
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	~сума	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	F	Cl ⁻	~сума
Кюстендил	74,0	8,9	0,6	2,7	0,4	175,7	7,8	0,1	186,8	23,0	166,0	144,7	7,9	26,9	370,1
Берсин	23,0	9,1	1,0	5,2	5,3	208,5		0,2	219,1	225,8	532,0	73,7	1,0	18,3	714,3
Барицето	30,0	9,5	0,8	2,6	1,0	235,7		0,2	239,4	39,0	97,7	293,8	9,9	44,9	543,7
Топилата	24,0	7,3	0,6	69,1	26,9	87,3	3,9	0,0	187,2	10,0	303,5	147,2	1,1	37,9	528,6
Николичевци	29,0	9,0	0,8	2,7	0,4	175,7	7,8	0,1	150,0	23,0	166,0	144,7	7,9	26,9	350,0

ГЛАВА ШЕСТА

6. Определяне на запаси и ресурси на подземните води от Кюстендилската хидротермална система

6.1. Дефиниция и класифициране на термините запаси и ресурси на подземна вода

Когато говорим за запаси и ресурси на подземните води, независимо дали те са пресни, с дълбока циркулация, термални или минерални, се изпитват сериозни затруднения в тяхното определяне и класифициране. Един от основните проблеми е, че няма общо приета международна терминология и всяка страна сама тълкува понятията, дефинициите и техния физичен смисъл. Съществуват редица класификации и разбирания на термалните запаси и ресурси, като едни от водещите са предложени от руски, английски и австралийски автори. В руската литература двата термина често се използват като синоними, но и от много автори се разграничават и се дефинират отделно (Гълъбов и Гълъбов Пенчев 1990).

6.2. Методи и подходи, използвани за оценката на еластичните запаси и на регионалните естествени ресурсите на термоминерална вода

6.2.1. Оценка на регионалните еластични запаси

Съгласно ръководството, разработено от проф. Гълъбов и проф. Пенчев с колектив (1999), определянето на регионалните еластични запаси се извършва чрез оценка на обема свободна вода, който може да се отдели от даден напорен водоносен пласт, без да настъпи осушаване. Общите еластични запаси [$V_{вх}$] могат да бъдат определени по формулата:

$$V_{вх} = \mu \cdot S_{max} \cdot F_{вх}$$

Където:

- μ - коефициент на еластично водоотдаване
- S_{max} - възможното понижение без да настъпи осушаване в пласта
- $F_{вх}$ – площ на водоносния хоризонт

6.2.2. Методи за оценка на естествените регионални ресурси

Както вече бе споменато, методите за оценка на естествените регионални ресурси се разделят на две основни групи. Първият е методът на общия подземен отток, а вторият е методът на сумарната инфилтрация. Двата подхода са много сходни, като в единия случай се определят изходните водни количества, които се дренират от системата или многогодишното сумарно подхранване, което обезпечава в дългогодишен аспект дренирането. Съществуват различни начини за оценка по всеки от методите, като внимание ще се обърне само на тези, които имат практическо и възможно реализиране при определяне на ресурсите на Кюстендилската хидротермална система.

6.3. Определяне и преоценка на ресурсите от всяко находище в КХТС

6.3.1. Находище Кюстендил

6.3.1.1. Преоценка на регионалните естествени ресурси на минерална вода

Оценки на регионалните и локалните експлоатационни ресурси на находище Кюстендил са правени на 3 пъти. Първо през 1998 г. колектив към БАН (Йотов и др. 1998), прави оценка на ресурсите, като поделя водоизточниците на два: „Новия каптаж“ и „Стария каптаж“.

Втората оценка е извършена през 2002 г. от проф. Пенчев, който прави анализ на локалните и регионални естествени и експлоатационни ресурси. Оценката на локалните експлоатационни ресурси е извършена по метода на сумарния подземен отток, чрез регресионен анализ. Използвани са съществуващите данни за режимни наблюдения в периода 1910 – 1980 г. В доклада на проф. Пенчев (2002) са обосновани следните експлоатационни ресурси за „Новия каптаж“ и „Стария каптаж“:

- За Стария каптаж - $Q_{ексСК}^{2012} = 0,2424 \cdot 33,06 = 8,01 \text{ l/s}$;
- За Новия каптаж - $Q_{ексНК}^{2012} = 0,7576 \cdot 33,06 = 25,05 \text{ l/s}$.

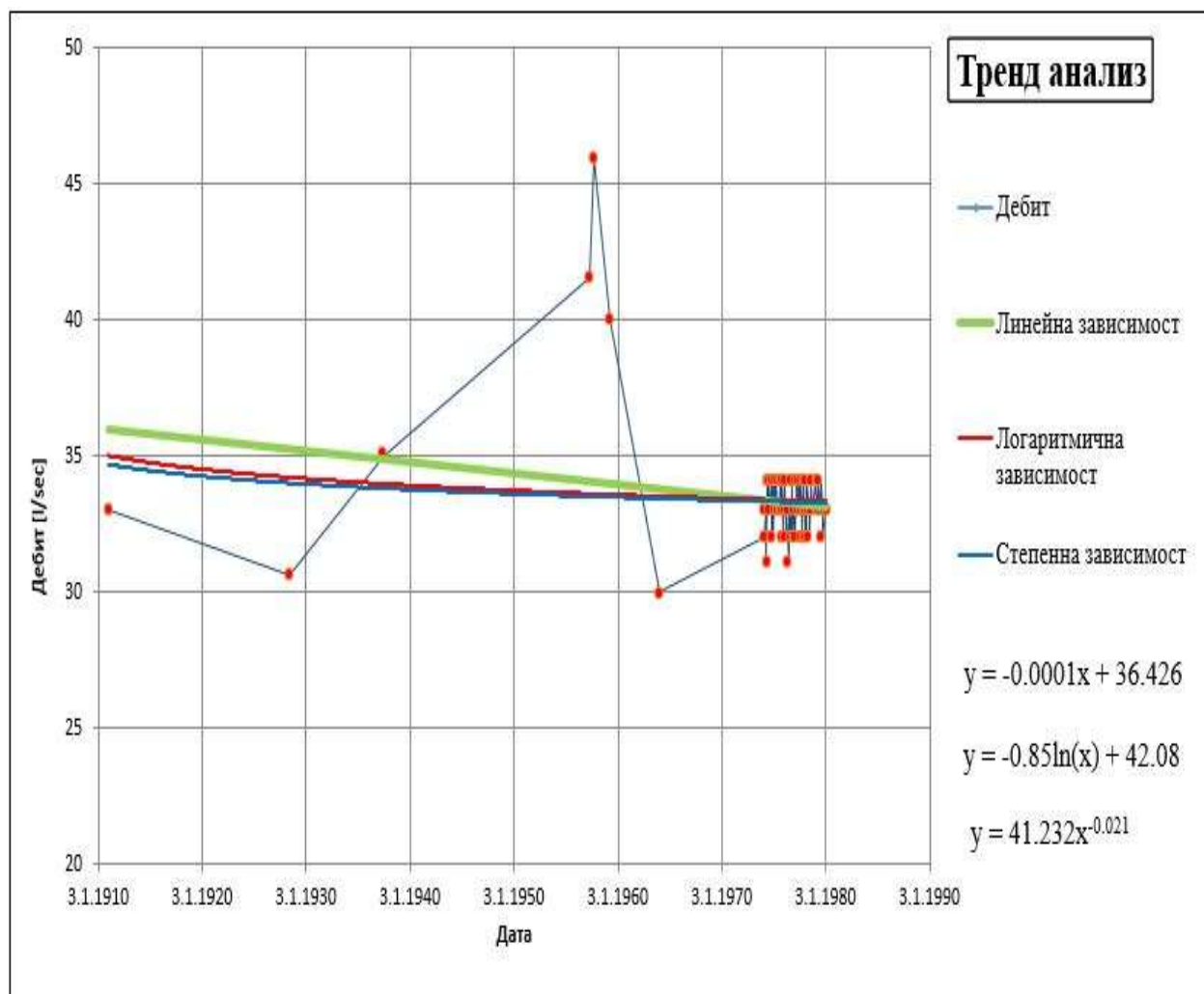
Третата оценка е направена през 2009 г. от проф. Гълъбов и проф. Щерев с колектив. Приблизителна оценка на естествените ресурси е направена, изхождайки от общата площ на водосборната област, оценена на 260 km^2 . На база модула на подземния отток, приет $0,25 \text{ l/s/km}^2$, са изчислени следните регионални ресурси - 65 l/s . Направено е разграничаване на подземния отток на 3 компонента: Q_k – отток, който се улавя от водовземните съоръжения (Стар и Нов каптаж); Q_p – отток, който се разсейва подземно в кватернерните и неогенските наслаги в изворната зона, и Q_n – отток, който се дренира скрито в периферните части, встрани от изворната зона. Трите компонента са оценени от колектива на :

- Q_k – дебитът на водовземните съоръжения – $31,0 \text{ l/s}$
- Q_p – дебитът, който се разсейва в кватернерните наслаги – $24,0 \text{ l/s}$
- Q_n – дебитът, който се разсейва в периферията – $10,0 \text{ l/s}$

Поради липса на нови режимни наблюдения след 1980 г. и невъзможността за провеждане на нови, при настоящата преоценка са използвани същите данни и параметри, които са използвани и от проф. Пенчев. Наличните режимни наблюдения са анализирани и интерпретирани с помощта на MS Excel. Оценката на естествените ресурси е направена чрез тренд (регресионен) анализ на данните за дебита. Използвани са 3 типа тренд линии: линейна, логаритмична и степенна. Получените резултати са представени на фиг. 6.2. В таблица 6.1 са обобщени всички оценки на ресурсите.

Таблица 6.1 – Обобщена таблица за оценки на регионалните естествени ресурси на находище Кюстендил

Водоизточник / Метод или автор (година)	Линейна тренд зависимост	Логаритмична тренд зависимост	Степен на тренд зависимост	Оценка на ресурсите на колектив от ГИ?-БАН	Оценка на ресурсите на проф. Пенчев	Оценка на ресурсите на проф. Гълъбов
Старият каптаж [l/s]	-			25,00	8,01	31,00
Новият каптаж [l/s]	-			8,00	25,05	
Общо за нах. Кюстендил [l/s]	32,35	33,05	33,06	33,00	33,06	65,00



Фиг. 6.2 – Тренд анализ (линейна, степенна и логаритмична зависимост) на режимните наблюдения за находище Кюстендил

6.3.1.2. Преоценка на регионалните естествени ресурси на геотермална енергия

Регионалните геотермални ресурси на находище Кюстендил са оценени също на три пъти. В доклада изготвен от БАН (1998) е направена първата оценка като са използвани данни за дебита на двата водоизточника. Температурата на водата е приета, че се изменя от 73 °С до 75 °С. Така са предложени следните геотермални ресурси за находище „Кюстендил“, показани в таблица 6.2.

Таблица 6.2 Геотермални ресурси на нах. „Кюстендил“ по данни на БАН (1998г.)

$\Delta\theta$, [°C]	Q		P [kW]	Q_g [TJ/y]
	[l/s]	Ниво на оценка		
$\Delta\theta = 33,5$	33.0	1*	4633	145.6
$\Delta\theta = 58,5$	33.0	1*	8070	254

Забележка: 1* означава високо ниво на оценка

В доклада си от 2002 г. проф. Пенчев също прави оценка на експлоатационните геотермални ресурси. Изчислени са ресурсите за двата водоизточника „Новия каптаж“ и „Стария каптаж“, като са оценени само гарантираните и възможните ресурси. Температурата на водата също е приета между 73 °С и 75 °С. Получените резултати от проф. Пенчев са представени в таблица 6.3.

Таблица 6.3 Геотермални ресурси на нах. Кюстендил по данни на проф. Пенчев (2002)

ВОДОИЗТОЧНИК	Експл. ресурси в категории EP1+EP2	Средна температура при водоизточника	Температурна разлика	Ресурси на ГТЕ
	$Q_e = EP1 + EP2$, l/s	T_{cp} , °C	ΔT , °C	$G_e = Q_e \cdot 4,19 \cdot \Delta T$ kJ/s
Старият каптаж	5,607	73,0	58,0	1363
Новият каптаж	17,535	74,8	59,8	4394
ОБЩО				5757

В разработката на проф. Гълъбов и проф. Щерев с колектив (2009) са разгледани много подробно всички аспекти и перспективи за използването на геотермалната енергия от находище „Кюстендил“. Предложени са финансови разчети за изграждане на нови сондажни водоизточници и лечебен комплекс. Геотермалните ресурси са разгледани

поотделно за различните ползватели в града, като данните показват много добри перспективи за използването на термалните води.

Получените стойности за геотермалната енергия от различните автори са практически еднакви, тъй като данните за приетите температури и дебита съвпадат. Новите данни, получени по трите тренд анализа за прогнозните дебита, също са много близки до предишните оценки, и не се налагат изменения на вече оценените геотермални ресурси за изворната зона. Смесови промени би имало, ако се направят допълнителни проучвания и точни оценки на естествените ресурси за цялото находище.

6.3.2. Находище Берсин

6.3.2.1. Оценка на регионалните естествени ресурси на минерална вода

Оценка на ресурсите на находище Берсин не е правена до този момент. Както беше отбелязано, не са водени и режимни наблюдения на двата сондажа (1ХГ и 4ХГ). Сведения за дебитите им има непосредствено след изграждането им и при огледа на колектив от БАН през 1998 г.

Естествените регионални ресурси за находище Берсин не могат да бъдат определени по метода на общия подземен отток, тъй като няма достатъчно данни. За приблизителна оценка на ресурсите може да се използва или метода на сумарната инфилтрация или оценката да се направи чрез модула на подземния отток. Чрез съставения концептуален модел може да се определи площта на зоната на подхранване – 8,9 km². Ако се приеме модул на подземния отток в границите на 0,2 до 0,3 l/s/km², то за регионалните естествени ресурси се получава: 1,78 l/s до 2,67 l/s. Средната стойност е 2,22 l/s.

Ако се използва метода на сумарната инфилтрация, трябва да се оцени количеството на постъпващите води, които подхранват минералните води. Оценката на действителната инфилтрация е много трудна и ограничена от липсата на данни. Средните количества на валежите за района са приети, съгласно данни публикувани от „Националния институт по метеорология и хидрология – филиал Кюстендил“, осреднени стойности за надморската височина - 400 mm. Ако приемем, че площта на зоната на подхранване е коректна (8 900 000 m²), то за действителната инфилтрация при стойности под 1% се получават:

$$W_0 = 0,01 \times 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm/y} = 0.00000109 \text{ m/d}$$

Така за естествените регионални ресурси за находище Берсин ще се получат следните резултати:

$$Q_{\text{ест.}} = \Sigma W_i \cdot F_i = 0.00000109 \times 8900000 = 9,70 \text{ l/sec}$$

Тези количества значително превишават оценените ресурси чрез модула на подземния отток (2,22 l/s). Това предопределя възможността за разкриване на нови допълнителни водни количества от находището, но са необходими много по-детайлни проучвания и оценки.

6.3.2.2. Оценка на регионалните естествени ресурси на геотермална енергия

Температурата на водите от находище Берсин варират по различните данни от 19°C до 24 °C. При наличните малки дебита на минералните води и ниските температури няма перспектива да се експлоатират геотермалните ресурси на находището. Практически находището към момента не разполага с такива ресурси. При евентуално бъдещо разкриване на допълнителни водни количества и по-високи температури могат да се направят геотермални оценки.

6.3.3. Находище Барището

6.3.3.1. Оценка на регионалните естествени ресурси на минерална вода

Наличните режимни наблюдения са анализирани и интерпретирани с помощта на MS Excel. Оценката на естествените ресурси е направена чрез тренд (регресионен) анализ на данните за дебита. Използвани са 3 типа тренд линии: линейна, логаритмична и степенна. Получените резултати са представени на фиг. 6.3 и 6.4. В таблица 6.4 са обобщени всички оценки на ресурсите.

Таблица 6.4 - Обобщена таблица на резултатите за регионалните естествени ресурси на находище Барището

<i>Етап на Режимни наблюдения / Метод</i>	<i>Линейна тренд зависимост</i>	<i>Логаритмична тренд зависимост</i>	<i>Степенна тренд зависимост</i>
<i>Първи етап [l/s]</i>	9,74	9,89	9,87
<i>Втори етап [l/s]</i>	4,81	4,72	4,69
<i>Средно за нах. Барището [l/s]</i>	7,275	7,305	7,28

Използването на метода на сумарната инфилтрация изисква да се оцени количеството на действителната стойност на постъпващите води, които подхранват минералните води. Оценката на действителната инфилтрация е много трудна и ограничена от липсата на данни. Средните количества на валежите за района са приети, съгласно данни, публикувани от „Националния институт по метеорология и хидрология – филиал Кюстендил“, осреднени стойности за надморската височина - 400 mm. Ако приемем, че площта на зоната на подхранване е коректна (21 800 000 m²), то за действителната инфилтрация при стойности от 1% се получават:

$$W_0 = 0,01 \times 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm/y} = 0.00000109 \text{ m/d}$$

Така за естествените регионални ресурси за находище Барището ще се получат следните резултати:

$$Q_{ест.} = \Sigma W_i \cdot F_i = 0.00000109 \times 21\,800\,000 = 23,89 \text{ l/sec}$$

Оценките на възможните естествени регионални ресурси на находището, изчислени по този начин, са два и половина пъти по-високи от реално измерените максимални дебита на сондажния водоизточник.

За приблизителна оценка на ресурсите може да се използва модулът на подземния отток. Чрез съставения концептуален модел се определя площта на зоната на подхранване – 21,8 km². Ако се приеме модул на подземния отток в границите на 0,2 до 0,3 l/s/km², то за регионалните естествени ресурси се получава: 4,36 l/s до 6,54 l/s. Тези стойности много се доближават до реално измерваните дебита при режимните наблюдения.

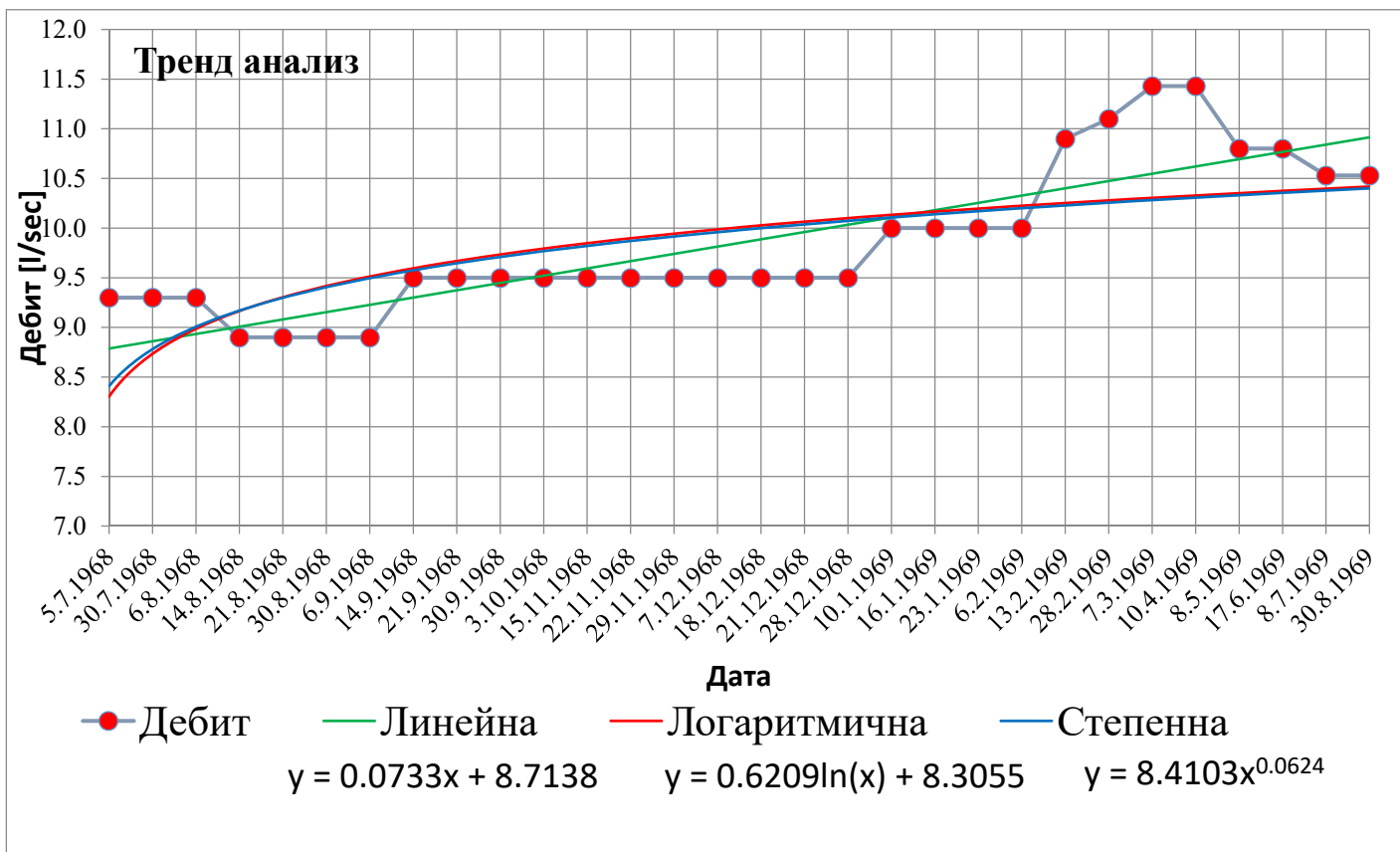
6.3.3.2. Оценка на регионалните естествени ресурси на геотермална енергия

Геотермалните ресурси на находище Барището не са определяни към този момент. Най-вероятната причина за това е, че към момента водата се използва малко, само от местното население и няма практически интерес към геотермалния потенциал. Въпреки сравнително ниските температури – по данни от режимните наблюдения 29,5 - 30 °C, може да се направи оценка на възможните геотермални ресурси.

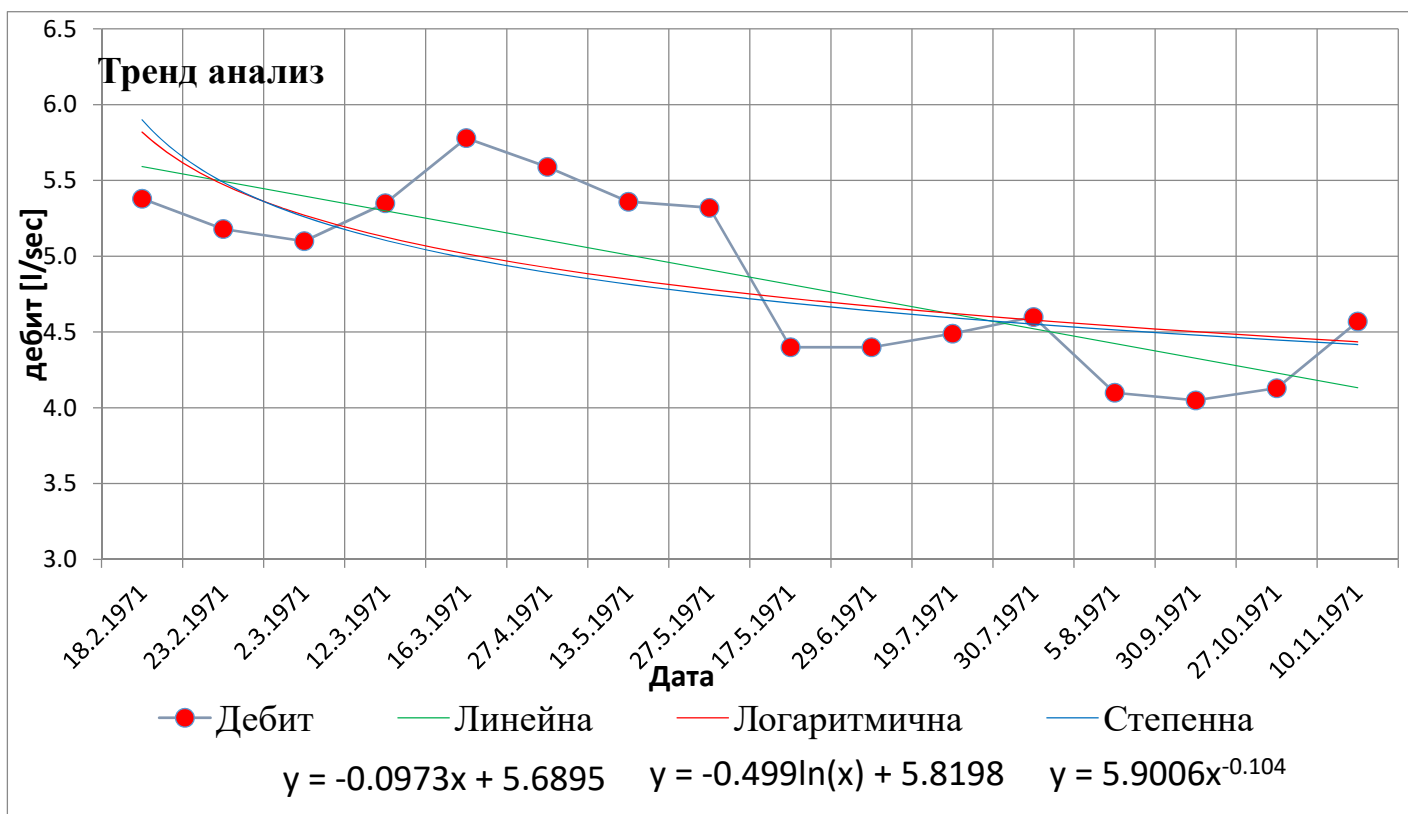
За конкретния случай на находище Барището експлоатационните ресурси на ГТЕ са изчислени при $T_0 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и са дадени в Таблица 6.5.

Таблица 6.5 – Обобщена таблица на резултатите за ресурси на ГТЕ на находище Барището

<i>Възможен дебит на находището</i>	<i>Дебит [l/s]</i>	<i>Температурна разлика ΔT, °C</i>	<i>Ресурси на ГТЕ [kJ/s]</i>
<i>Максимален</i>	9,89	15	621,58
<i>Минимален</i>	4,69	15	294,70
<i>Среден дебит</i>	7,3	15	458,80



Фиг. № 6.3 - Тренд анализ (линейна, степенна и логаритмична зависимост) на режимните наблюдения – Първи етап за находище Барището



Фиг. 6.4 - Тренд анализ (линейна, степенна и логаритмична зависимост) на режимните наблюдения – Втори етап за находище Барището

6.3.4. Находище Топилата

6.3.4.1. Преоценка на регионалните естествени ресурси на минерална вода

Наличните режимни наблюдения са анализирани и интерпретирани с помощта на MS Excel. Оценката на естествените ресурси е направена чрез тренд (регресионен) анализ на данните за дебита. Използвани са 3 типа тренд линии: линейна, логаритмична и степенна. Получените резултати са представени на фиг. 6.5 и фиг. 6.6. В таблица 6.6 са обобщени всички оценки на ресурсите.

Таблица 6.6 - Обобщена таблица на резултатите за регионалните естествени ресурси на находище Топилата

<i>Режимни наблюдения - Етап</i>	<i>Оценка на ресурсите чрез линейна тренд зависимост</i>	<i>Оценка на ресурсите чрез логаритмична тренд зависимост</i>	<i>Оценка на ресурсите чрез степенна тренд зависимост</i>
<i>Първи етап [l/s]</i>	24,85	24,43	20,91
<i>Втори етап [l/s]</i>	21,29	20,68	16,69
<i>Средно за нах. Топилата [l/s]</i>	23,07	22,555	18,80

6.3.4.2. Оценка на регионалните естествени ресурси на геотермална енергия

Геотермалните ресурси на находище Топилата не са определяни към този момент. Най-вероятната причина за това е ниската температура -24°C и това, че към момента водата се използва малко и няма практически интерес към геотермалния потенциал.

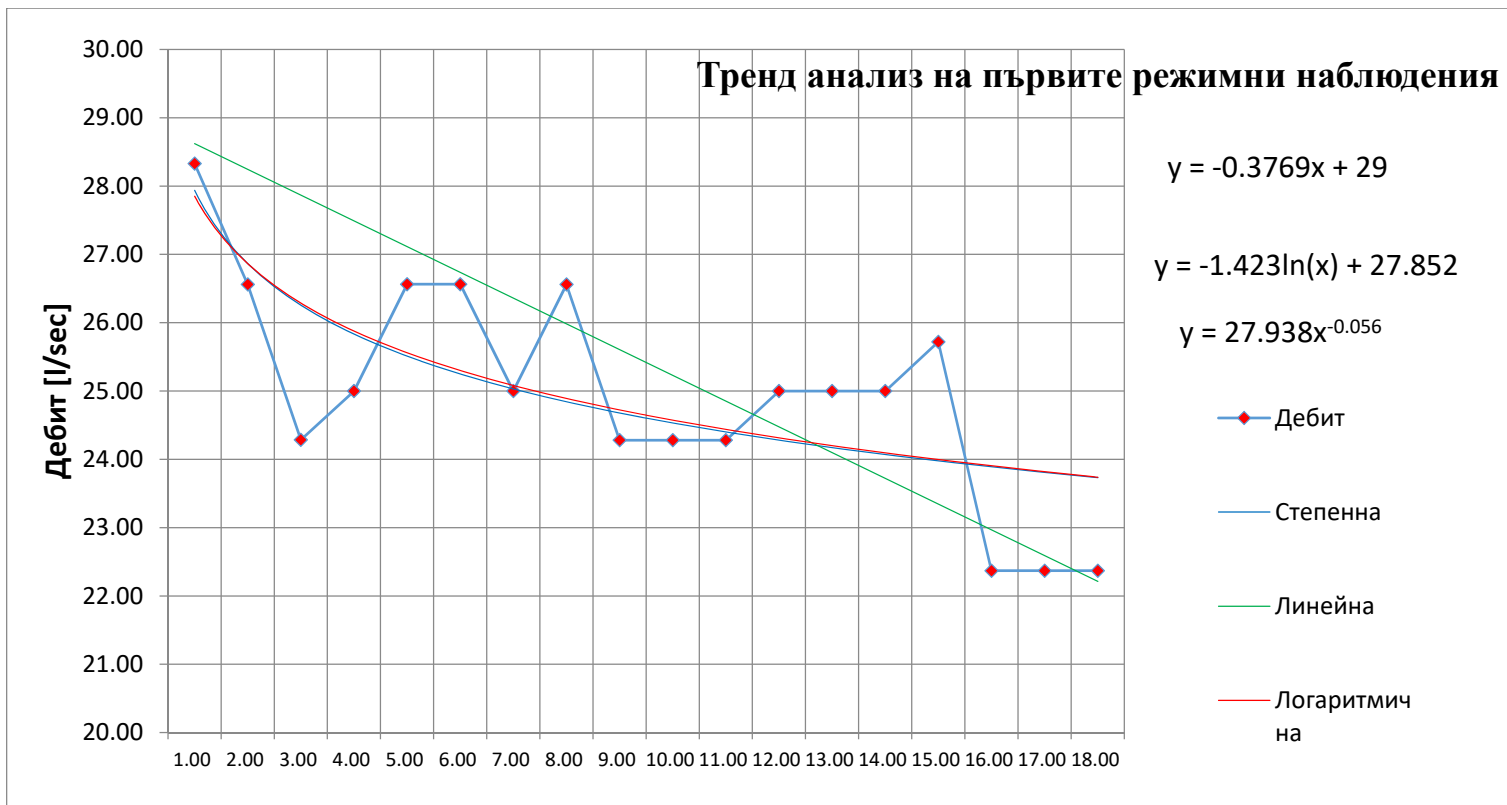
Въпреки сравнително ниските температури – по данни от режимните наблюдения $23,5 - 24^{\circ}\text{C}$, може да се направи оценка на възможните геотермални ресурси.

За находище Топилата експлоатационните ресурси на ГТЕ са изчислени при $T_0 = 15^{\circ}\text{C}$ и са дадени в Таблица 6.7.

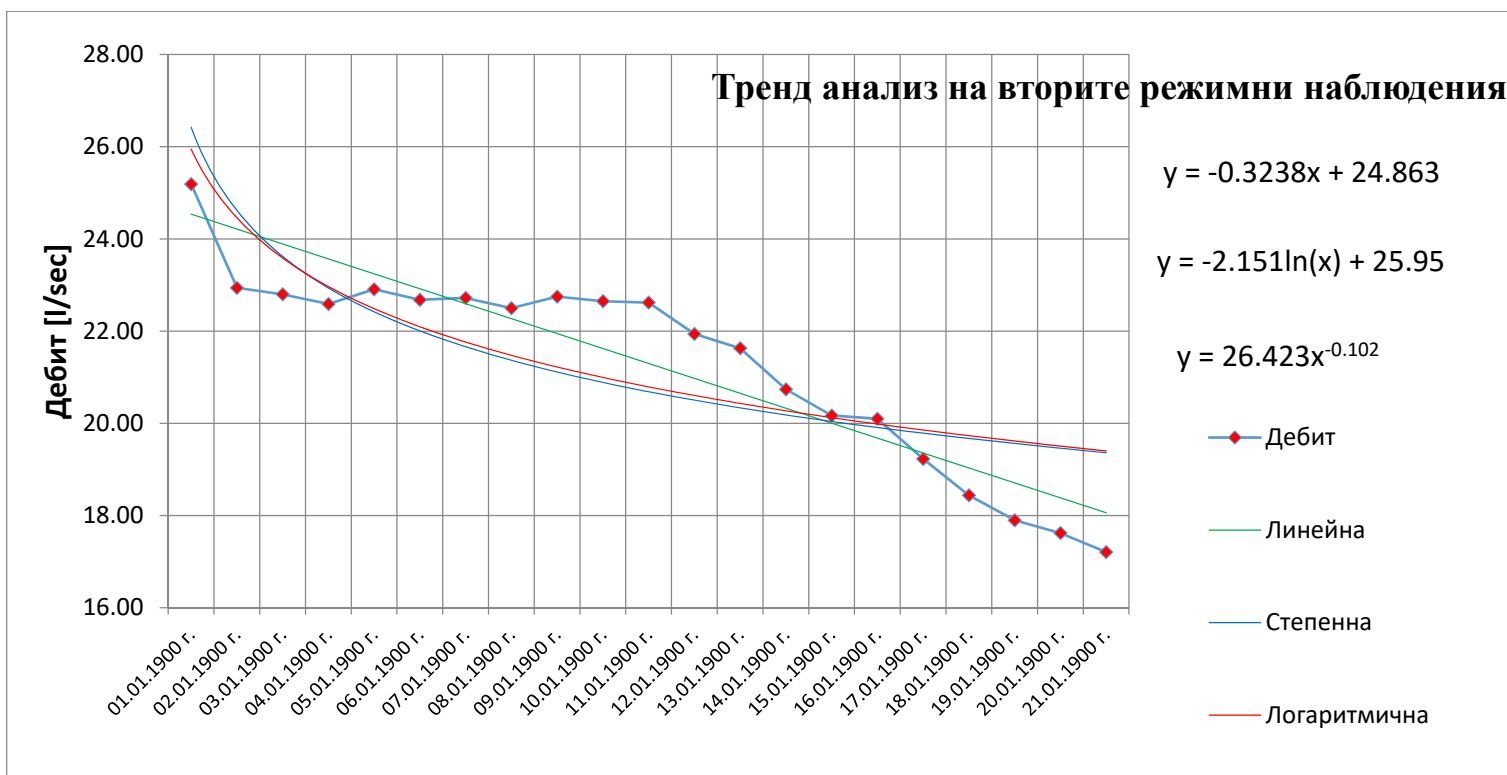
Таблица 6.7 - Обобщена таблица на резултатите за ресурси на ГТЕ на находище Топилата

<i>Възможен дебит на находището</i>	<i>Дебит [l/s]</i>	<i>Температурна разлика [$^{\circ}\text{C}$]</i>	<i>Ресурси на ГТЕ [kJ/s]</i>
<i>Максимален</i>	24,85	10	1041,20
<i>Минимален</i>	16,69	10	669,30
<i>Среден дебит</i>	20,77	10	870,30

Находище Топилата има много малък потенциал за геотермална енергия, но въпреки това той може да бъде използван за местни цели и нужди.



Фиг. 6.5 - Тренд анализ (линейна, степенна и логаритмична зависимост) на първите режимните наблюдения за находище Топилата



Фиг. 6.6 - Тренд анализ (линейна, степенна и логаритмична зависимост) на вторите режимните наблюдения за находище Топилата

6.3.5. Находище Николичевци

6.3.5.1. Оценка на регионалните естествени ресурси на минерална вода

Естествените регионални ресурси за находище Николичевци не могат да бъдат определени по метода на общия подземен отток, тъй като няма достатъчно данни. За приблизителна оценка на ресурсите може да се използва или методът на сумарната инфилтрация или оценката да се направи чрез модула на подземния отток. Чрез съставения концептуален модел, може да се определи площта на зоната на подхранване – 18,9 km². Ако се приеме модул на подземния отток в границите на 0,2 до 0,3 l/s/km², то за регионалните естествени ресурси се получава: 3,78 l/s до 5,67 l/s. Средна стойност 4,72 l/s.

Ако се използва методът на сумарната инфилтрация, трябва да се оцени количеството на действителната стойност на постъпващите води, които подхранват минералните води. Ако приемем, че площта на зоната на подхранване е коректна (6 400 000 m²), то за действителната инфилтрация при стойности под 1%, се получават:

$$W_0 = 0,01 \times 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm/y} = 0.00000109 \text{ m/d}$$

Така за естествените регионални ресурси за находище Николичевци ще се получат следните резултати:

$$Q_{\text{ест.}} = \sum W_i \cdot F_i = 0.00000109 \times 6400000 = 6,97 \text{ l/sec}$$

Тези количества превишават оценените ресурси чрез модула на подземния отток (4,72 l/s). Това предопределя възможността за разкриване на нови допълнителни водни количества от находището, но са необходими много по-детайлни проучвания и оценки. Находище Николичевци е най-малко проучваното от всички водопроявления в КХГС.

6.3.5.2. Оценка на регионалните естествени ресурси на геотермална енергия

За водопроявление Николичевци експлоатационните ресурси на ГТЕ са изчислени при $T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ и са дадени в Таблица 6.8.

Таблица 6.8 Обобщена таблица на резултатите за ресурси на ГТЕ на находище Николичевци

<i>Възможен дебит на находището</i>	<i>Дебит [l/s]</i>	<i>Температурна разлика [°C]</i>	<i>Ресурси на ГТЕ [kJ/s]</i>
<i>Максимален</i>	3,78	15	237,57
<i>Минимален</i>	5,67	15	356,36
<i>Среден дебит</i>	4,725	15	296,97

Оценената ГТЕ е много малка и може да бъде използвана само за местни нужди, но при разкриване на допълнителни водни количества температурата на водите е подходяща за използването ѝ. Потенциалът на находището е сходен с този на находище Барището, като температурите и възможните дебители на двете находища могат да представляват интерес за местното население.

6.4. Определяне на общите регионални естествени ресурси на цялата КХТС

В границите на Кюстендилската хидрогеотермална система попадат различни находища, в зависимост от тяхната температура и потенциал. КХТС включва едно хипертермално находище - Кюстендил (над 37 °С) и 4 хипотермални (20 °С до 32 °С). Потенциалът на цялата система е добър, като към момента най-вече се използват водите от находище Кюстендил.

Геотермалният потенциал на цялата КХТС също е оценен и възлиза на 7381,9 kW. Най-големи са Геотермални ресурси (ГТР) на находище Кюстендил, което обезпечавя близо 78% от общите геотермални ресурси на системата. Това се обуславя от високата температура и големия дебит на находището.

Общата ГТЕ на Кюстендилската система е сравнително висока и би представлявала потенциален интерес за инвестиции. През 2009 г. проф. Гълъбов с колектив прави много подробна оценка на възможното експлоатиране на термалните води. Анализирани са разходите и възможните приходи и ползи от използването на ГТЕ, като са предложени и механизми за финансиране. Така общо за 5^{-те}, находища от КХТС, могат да се дадат следните регионални естествени ресурси и ГТЕ, представени в таблица 6.9:

Таблица 6.9 – Обобщена таблица на резултатите за естествените регионални ресурси на КХТС в l/s (за ГТЕ в kJ/s)

Метод на оценка / Находище	Кюстендил	Берсин	Барицето	Топилата	Николичевци	Общо за цялата КХТС	
						Категория 1	Категория 2
Тренд анализ по Метод на общия подземен отток	33,06	-	7,28	22,55	-	Определени са естествените регионални ресурси като сигурни, по метода на общия подземен отток	Определени са естествените регионални ресурси като възможни по метода на действителната инфилтрация и на база модула на подземния отток
Метод чрез осреднен модул на общия подземен отток	30,03	2,22	23,89	-	4,72		
Метод чрез оценка на действителната инфилтрация	92,60	9,75	5,45	20,05	20,6		
Регионални естествени ресурси [l/s]	33,6	2,22	7,28	20,6	4,72	68,42	148,45
Ресурси на ГТЕ [kJ/s]	5757,0	-	458,0	870,3	296,6	7381,9 - Категория 1	

Заклучение

Изпълнена е основната цел на дисертацията - създаден е цялостен интегрален ГИС модел на Кюстендилската котловина, с оглед на всички предпоставки за формирането и охарактеризирането на находищата на термални и минерални води, попадащи в нейния обхват. По-важните приноси могат да се обобщат както следва:

1. Направен е ретроспективен анализ на наличната литература и фондовите материали за геоложката, тектонска, геоморфоложка, стратиграфска, инженерно геоложка и хидрогеоложка информация, отнасяща се за територията на котловината и заобикалящите я структури. Където е необходимо са разгледани и включени материалите за палеогеографията, петрография, минералния състав и палеонтологията на района. Петрографски колонки от наличната литература са анализирани, обобщени и включени в интегралния ГИС модел на котловината и оградните ѝ структури.
2. На базата на синтеза от всички публикувани материали и собствени геоложки маршрути са изяснени регионалните геоложки, тектонски и хидрогеоложки условия в района на изследване. Специално внимание е обърнато на хидрогеоложките условия, при разглеждането на които се предлага всестранна интерпретация на всички геоложки и тектонски условия, които предопределят водопроявленията, зоните на подхранване и дрениране, както и типа на подземните води.
3. Изяснени са специфичните хидрогеоложки условия в обхвата на изследване и формирането на различни типове води по своя генезис, дълбочина на залягане, динамика и химичен състав.

За типа на поровите води е уточнен обхвата и разпространението в областта на изследването.

За типа на карстовите и карстово - пукнатинни води са анализирани: а) привързаността им основно към средно триаските варовици и доломити; б) разкритията им на повърхността като естествени извори, режимът на изворите, тяхната водообилност и дебита; в) температурата им - средно около 15°C и г) предполагаемите зони, където е възможно част от водите да се дренират скрито по каверни в р. Струма и съседните водоносни хоризонти.

Пукнатинните води са разгледани като Студени пукнатинни води и Термални пукнатинни води. Изяснено е тяхното разпространение в изследвания район, което е отразено в ГИС модела на котловината.

За Студените пукнатинни води е уточнен характерът на циркулация, основно в зоната на естествена напуканост, както и тяхното развитие по недълбоки пукнатини. Разгледани са: а) тяхното подхранване, главно за сметка на валежите и снеготопенето; б) тяхното дрениране, основно от низходящи извори с малък дебит; в) литоложката им

привързаност, основно към гнайси, амфиболити и гранити с палеозойска възраст; г) химичният им състав (хидрокарбонатно – калциеви и по-рядко хидрокарбонатно – магнезиеви води); д) минерализацията им, която варира от 0,2 до 0,8 mg/l; е) температурата им, която е около 12-18°C.

Характеристиката на Термалните и минерални води. Тъй като те са обект на подробно изследване в настоящата докторантура, характеристиката е направена за всяко водопроявление поотделно. В ГИС модела на котловината е включено подземното водно тяло с № BG4G001PtPz12 пукнатинни води в палеозоя, което има важно значение за термо минералните водопроявления.

4. Уточнени и изяснени са методологичният подход и предпоставките при конструиране на хидрогеоложките концептуални модели за находищата на минерална вода. Дадени са дефинициите и принципите на концептуалното хидрогеоложкото моделиране и основните геолого-тектонски предпоставки при конструирането на моделите.
5. Описани са подробно всички находища на минерална и термална вода, които попадат в обхвата на изследването. Изяснена е детайлно геолого–тектонската среда и хидрогеоложката динамика структура? на системата, на базата на които са конструирани Хидрогеоложките концептуални модели (ХКМ) за всяко находище. Същите могат да бъдат използвани при последващи проучвания и анализи, както и при количествени оценки на ресурси и определяне на Санитарно-охранителни зони.

Хидрогеоложките концептуални модели (ХКМ) за всяко находище са направени въз основа на: а) Общите сведения и местоположението; б) Детайлните геоложки условия в района на находището; в) Детайлните тектонски условия в района на находището; г) Сондажните проучвания в района на находището и характеристиката на минералните водоизточници; д) Водоизточниците на минерална вода и експлоатационната схема на находището; е) Режимните наблюдения на дебита и температурата на минералните води от находището; ж) Обработката на наличните опитно-филтрационни данни и определянето на представителни хидрогеоложки параметри на находището; з) Анализа на химичния състав на водите от находището.

6. Създадените хидрогеоложки концептуални модели (ХКМ) за всяко находище поотделно са едни от важните приноси в настоящия дисертационен труд. Такива модели са направени за находището на термоминерална вода – Кюстендил, находището на минерална вода – Берсин, находището на минерална вода – Барището, находището на термоминерална вода – Топилата и водопроявление Николичевци.

7. Въз основа на горните находища е обособена и охарактеризирана цялостно Кюстендилската хидротермална система - КХТС. Съставен е общ модел на Кюстендилската хидротермална система, която включва 5 обекта: А1 - нах. Кюстендил; А2 - нах. Берсин; А3 - нах. Барището; А4 - нах. Топилата и А5 – вод. Николичевци.

Находищата на минерална вода са поделени на: две големи находища – А1 и А4 (Кюстендил и Топилата), две малки находища - А2 и А3 (Берсин и Барището) и едно водопроявление - А5 (Николичевци). Представени са основните данни за всяко находище и са обобщени параметрите за цялата Кюстендилска хидротермална система (КХТС).

За онагледяването ѝ са съставени карти с подложки от сателитен и цифров релефен модел. Илюстрирани са пространственото разположение на всяко находище с отделните концептуални зони в района на КХТС. Изградена е една обща представа за геоложката среда в рамките на КХТС.

Представена е обобщена визия за всяко находище и КХТС като цяло. Оценени са най-важните геоложки единици за формирането и подхранването на минералните води от КХТС, както и тектонските условия, предопределили придвижването и дренирането на минералните води от КХТС.

Очертани и охарактеризирани са и тези геоложки единици, които играят роля на водоупор за минералните води от хидротермалната система. Съставена е геоложка карта на цялата КХТС, която е разработена в ГИС среда.

Направена е тектонска характеристика на КХТС и е съставен геоложки профил, който показва и основните елементи от тази тектонска характеристика. Профилът отразява обобщените условия в района.

Изяснена е основната роля, която играят разломните нарушения за всяко едно от находищата на минерална вода, тъй като КХТС по своя характер (динамика), е изцяло от пукнатинен тип. Направено е разделяне по важност и тип на разломните нарушения в рамките на КХТС, които са включени в ГИС модела.

При конструирането на хидрогеоложките концептуални модели са включени всички подземни водни тела (ПВТ) и обекти в границите на КХТС. Информацията за тези ПВТ и картите, публикувани от Басейнова дирекция Западнобеломорски район (БДЗБР), са включени в съставения ГИС модел.

Разработена е подложка с границите на ПВТ, която е използвана при съпоставянето на концептуалните модели на находищата на минерална вода с тези граници. Изготвена е карта с пространственото разположение на Кюстендилската хидротермална система - КХТС, спрямо подялбата на Басейнова дирекция Западнобеломорски район (БДЗБР).

8. Съставените концептуални модели за находищата на минерална вода от Кюстендилската хидротермална система са специално разработени в ГИС среда, за да могат впоследствие да се използват. Те лесно могат да бъдат нанесени пространствено и да се използват при бъдещи оценки. Всички карти са геофериранни и координатно обвързани.

Всички основни данни за химичната характеристика на КХТС са обобщени и представени в табличен вид. Съставена е карта за онагледяване на химичния състав на отделните находища от КХТС. За детайлното представяне на химичния състав са изготвени сравнителни диаграми по основните катионни и анионни компоненти.

Анализирани и обобщени са чуждоезичните и български литературни източници, третиращи въпросите с изясняването на понятийния апарат, отнасящ се до термините „запаси” и „ресурси” на подземните води. Поделени и доуточнени са техните разграничения на локални и регионални ресурси, в зависимост от обхвата на системите, както и гравитационни и еластични запаси, в зависимост от динамиката на системите и типа на водоносните хоризонти.

Използвано е разделянето на три вида на ресурсите на подземни води, а именно – естествени, изкуствени и експлоатационни. В настоящата дисертация най-важно значение за термо минералните води имат регионалните естествени ресурси и естествените еластични запаси, затова и на тях е обърнато специално внимание. Представени са методите, използвани за оценката на еластичните запаси и на регионалните естествени ресурси на термо минерални води.

9. Направена е преоценка на ресурсите на минерална вода за всяко находище от Кюстендилската хидротермална система – КХТС, както и преоценка на регионалните естествени ресурси на геотермална енергия. На тази основа са определени общите регионални естествени ресурси на цялата КХТС. Оценен е геотермалният потенциал на цялата КХТС, който възлиза на 7381,9 kW, от които 78% се обезпечават от геотермалните ресурси на находище Кюстендил.

Създадена е цялостна картина на геоложките, тектонските и хидрогеоложки условия на Кюстендилската котловина и нейните оградни структури, като всички налични данни са включени в изработения интегрален ГИС модел на котловината с основна цел – охарактеризирането на Кюстендилската хидротермална система – КХТС.

Публикации по темата на дисертацията:

Лазар Беров, Павел Пенчев 2014. Хидрогеоложка характеристика и съставяне на концептуални модели на минералните находища в Кюстендилската котловина. Българско Геологическо Дружество, Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2014“. Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2014”, 97-98.

Лазар Беров, Павел Пенчев 2014. Концептуален модел на находище на минерална вода Невестино–Барището. Българско Геологическо Дружество, Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2014“. Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2014”, 99-100.

Лазар Беров, Павел Пенчев 2015. Химична характеристика на термоминералните води от Кюстендилската хидротермална система. Българско Геологическо Дружество, Национална конференция с международно участие „ГЕОНАУКИ 2015“. Bulgarian Geological Society, National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2015”, 141-142.

Лазар Беров 2018. Концептуален модел на находището на термоминерална вода Кюстендил. Българска академия на науките. Bulgarian academy of sciences, Инженерна геология и хидрогеология, 32. Engineering geology and hydrogeology, 32. София, 2018. 65-77.