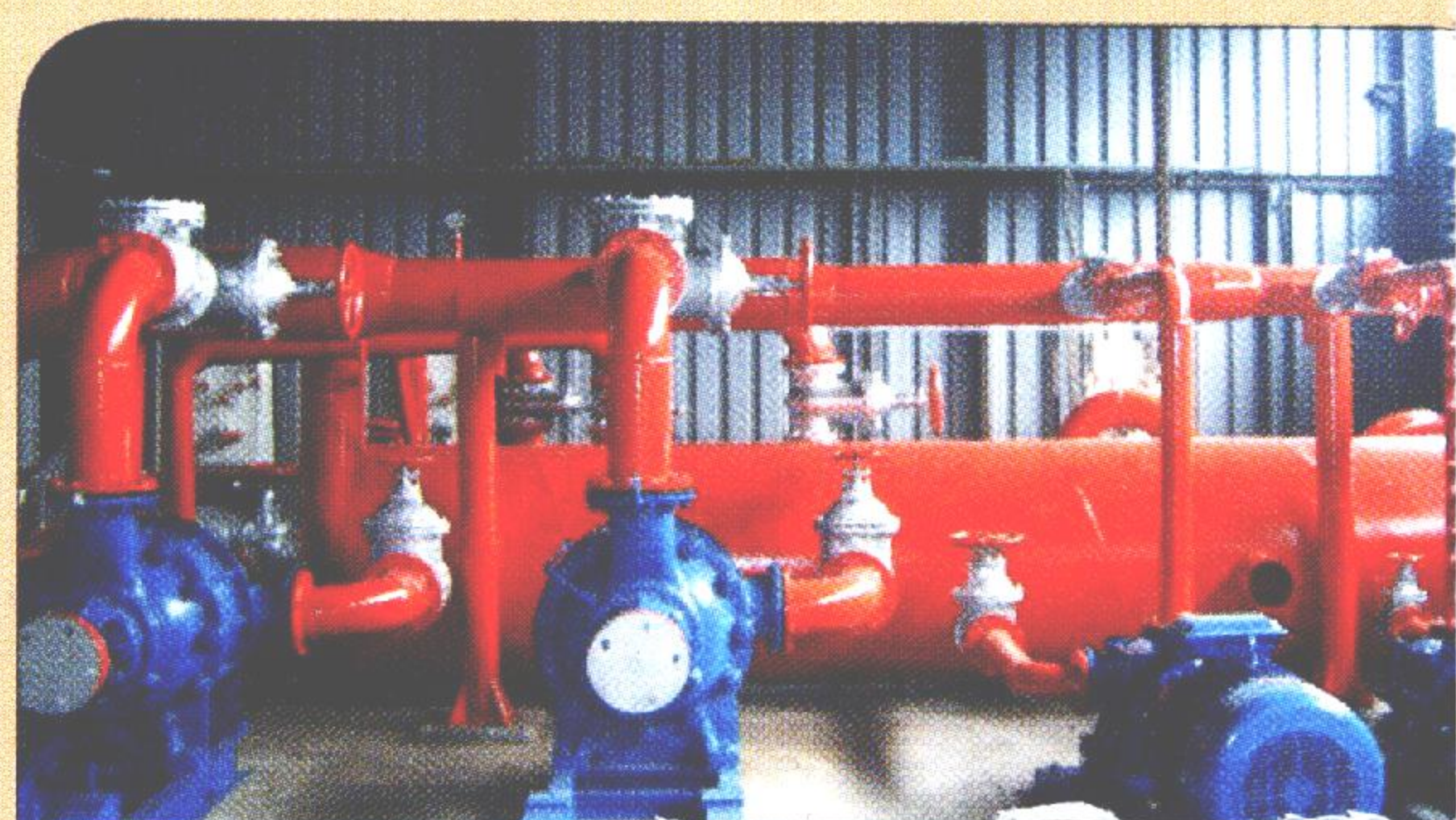
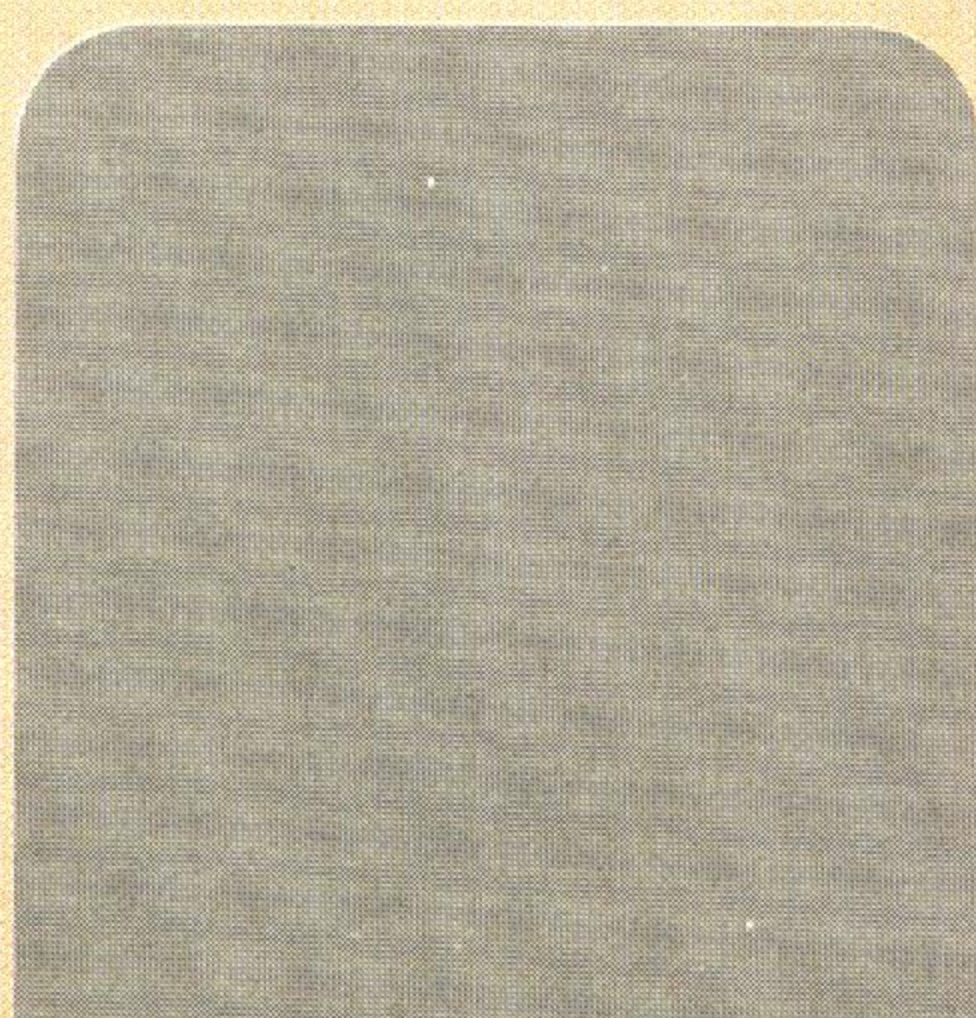
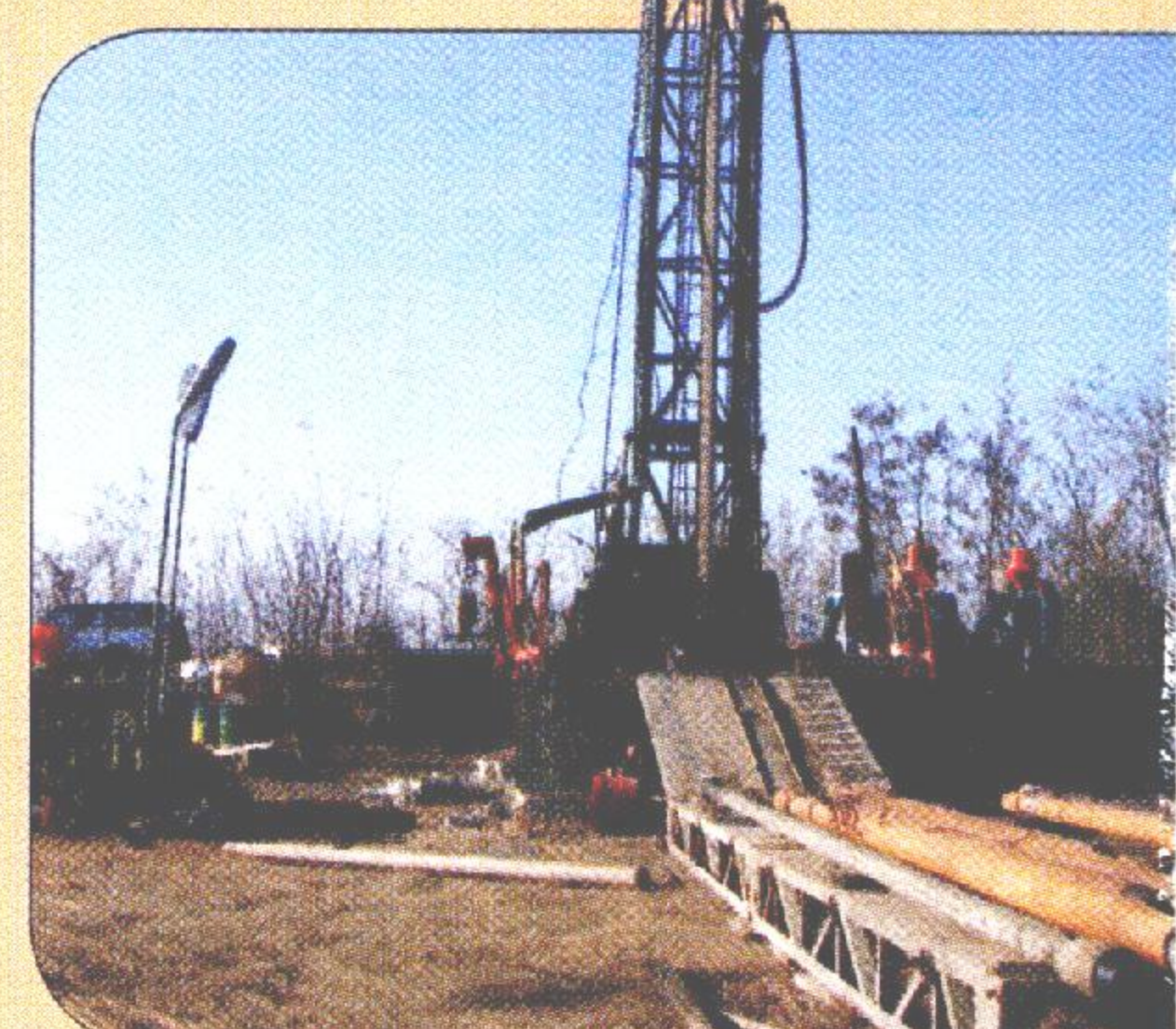
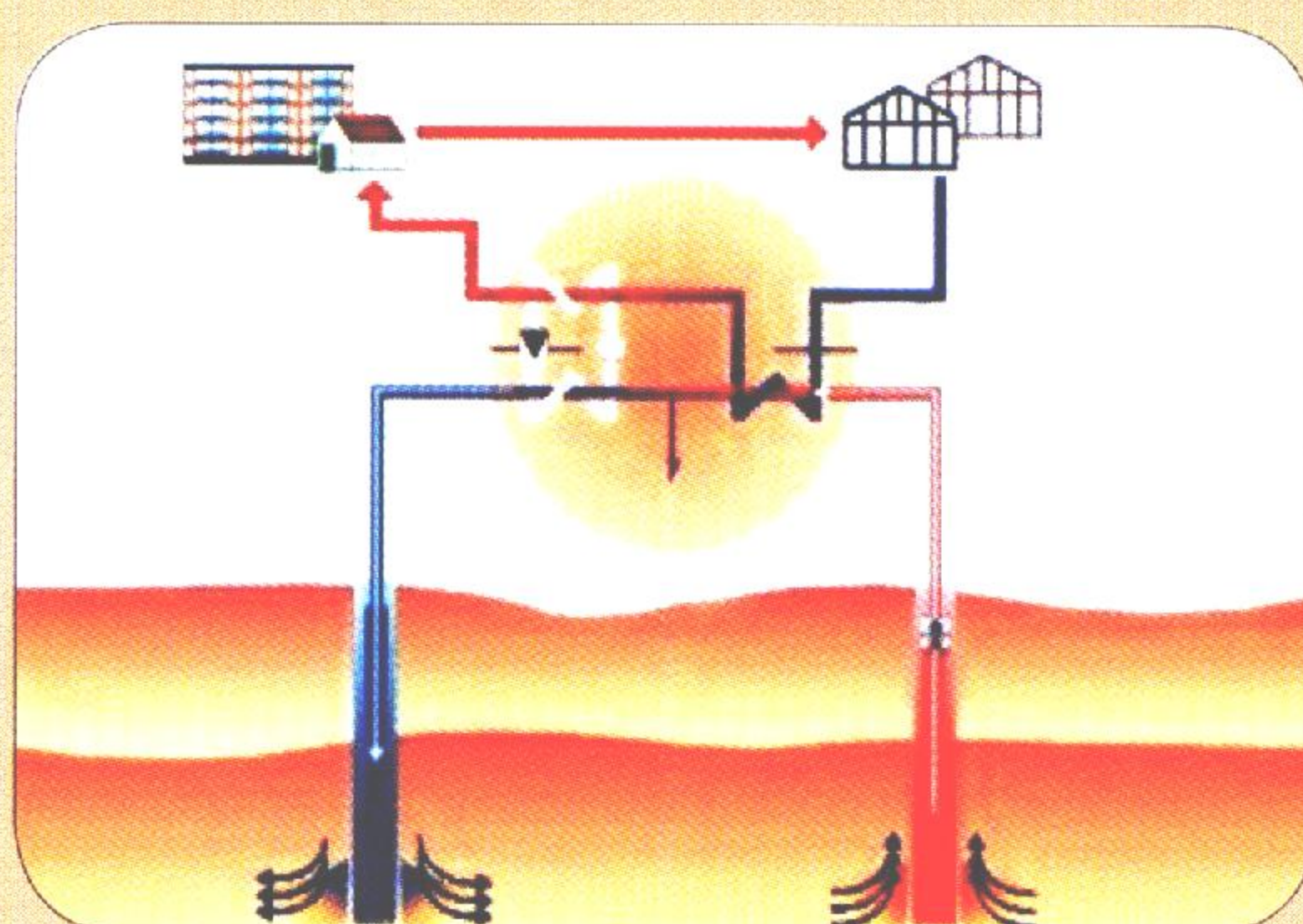


ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА ВО МАКЕДОНИЈА - КОЧАНСКА ДЕПРЕСИЈА

GEOHERMAL ENERGY IN MACEDONIA - KOCHANI DEPRESSION





Покровител - претседателот на Република Македонија,
д-р Ѓорге Иванов

Patron - President of the Republic of Macedonia,
Gjorge Ivanov Phd



Издавач - градоначалникот на Општина Кочани,
Ратко Димитровски

Publisher - Mayor of the Municipality of Kochani,
Ratko Dimitrovski

Делото „ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА ВО МАКЕДОНИЈА - КОЧАНСКА ДЕПРЕСИЈА“ има за цел да ги промовира геотермалните потенцијали на Македонија и можностите за инвестирање во искористувањето на геотермалните води.

The literary work "GEOTHERMAL ENERGY IN MACEDONIA - KOCHANI DEPRESSION" aims to promote geothermal potential of Macedonia and investment opportunities in exploiting geothermal waters.

Издавач:

ОПШТИНА КОЧАНИ

За издавачот:

Ратко ДИМИТРОВСКИ

Автори на трудовите:

проф. д-р Тодор ДЕЛИПЕТРОВ, м-р Благица Донева,
м-р Марјан Делипетров, доц. д-р Дељо Каракашев,
проф. д-р Славе АРМЕНСКИ,
в. проф. д-р Ристо ФИЛКОСКИ,
проф. д-р Биљана Ангелова, проф. д-р Ристо Фотов,
проф. д-р Зоран ПАНОВ, м-р Гуле ГУЛЕВ,
д-р Александар ИЛИЕВСКИ,
Јордан Наунов, дипл.инж.гео.,
Тодор Кушевски, дипл.ел.инж.,
Соња Гушкова дипл.ел.инж.

Превод на англиски:

Катерина РУСЕСКА

Лектор:

Љубинка АЈТОВСКА

Тираж:

200

Корица:

Зоран Ефремов

Техничка подготовка:

Европа 92 - Кочани

Печати:

УНИКОНЗУМ - Кочани

Publisher:

MUNICIPALITY OF KOCHANI

For the publisher:

Ratko DIMITROVSKI

Authors of the works:

Todor DELIPETROV, PhD, Blagica DONEVA, M.A.
Marjan DELIPETROV, M.A,
Deljo KARAKASHEV, PhD
Slave ARMENSKI, PhD, Risto FILKOSKI, PhD
Biljana Angelova, PhD, Risto FOTOV, PhD
Zoran PANOV, PhD, Gule GULEV, M.A,
Aleksandar ILIEVSKI, PhD,
Jordan Naunov, graduate engineer geologist,
Todor Kushevski, graduate electrical engineer,
Sonja Gushkova, graduate electrical engineer

English translation:

Katerina RUSESKA

Lector:

Ljubinka AJTOVSKA

Edition:

200

Front page:

Zoran Efremov

Technical preparation:

Evropa 92 - Kochani

Print:

UNIKONZUM - Kochani

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

662.997(497.7)

ГЕОТЕРМАЛНА енергија во Македонија : кочанска депресија = Geothermal energy
in Macedonia : kochani depression. - Кочани :
Општина Кочани, 2011. - 120 стр. : илустр. ; 21 см

Текст на мак. и англ. јазик. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-65280-0-3

1. Насп. ств. насл.

а) Геотермална енергија - Македонија

COBISS.MK-ID 87622410

ГЕОТЕРМАЛЕН ПОТЕНЦИЈАЛ НА КОЧАНСКАТА КОТЛИНА

проф. д-р Тодор ДЕЛИПЕТРОВ

м-р Благица Донева

м-р Марјан Делипетров

доц. д-р Дељо Каракашев

Универзитет „Гоце Делчев“, Факултет за природни и технички науки, Штип

GEOHERMAL POTENTIAL OF THE KOCHANI BASIN

Todor DELIPETROV, PhD.

Blagica DONEVA, M.A.

Marjan DELIPETROV, M.A.

Deljo KARAKASHEV, PhD.

Univesity "Goce Delchev"- Shtip, Faculty of Natural and Technical Sciences

INTRODUCTION

The rapid industrial development in the world in the last fifty years, basically, rested on the cheap energy resources (oil and coal). The high price of fossil fuels and more developed environmental awareness, led to increased interest in the use of alternative types of energy (solar energy, wind energy, geothermal energy, energy of small hydro powers, etc.).

The use of geothermal energy in the world is quite developed, particularly in countries with high temperature fields, but also, in the countries with low temperature fields, such as Macedonia, the use of this energy is booming.

Table 1. Installed thermal power capacities for direct use of geothermal energy in some countries in the world (Freeston, 1990)

Country	Flow l/s		Power MW		Energy GWh	
Year	1985	1990	1985	1990	1985	1990
Bulgaria		2647		293		770
China	3540	9534				
Czech Republic		729		105		276
France	2340	2971	300	337	788	886
Hungary	9533	12155	1001	1276	2615	3354
Island	4579	4595	889	774	5517	4290
Italy	1475	1520	388	329	1365	1937
Japan	26101	31311	2686	3321	6805	8730
New Zeland	559	252	215	258	1484	1763
Romania	1380	1380	251	251	987	987
Russia	2735	7722	402	1133	1056	2978
Turkey	1355	2012	166	246	423	625
USA	1971	3355	339	463	390	1420
Serbia		3370		255,1		
Macedonia		1397		283		

Purpose of the evaluation of geothermal resources is to give the overall performance of the geothermal potential under certain territory in numerical form, which is necessary for long-term investment plans. This means that the evaluation of geothermal resources must be made on the basis of existing data and research results before determining the policy of the future research and investments. The assessment of geothermal resources is more like forecast than proof of an existing geothermal energy.

The territory of the Republic of Macedonia is relatively well-explored region, from a regional geological aspect, and it has pretty much data about the geothermal potentials. The basic disadvantage is that the data are not systematized into a computer database that will be easily accessible for future investors.

1.0. BASIC ELEMENTS OF THE GEOTHERMAL FIELD OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA

The existence of numerous thermal springs on the territory of Macedonia, talk about an area with increased geothermal energy. On this territory, until now, there has been conducted detailed exrplorations on many locations in terms of geothermal features. In the vicinity of Kochani, Strumica and Gevgelija and other areas, the detailed geothermal explorations defined geothermal sources with economic importance, that are still in exploitation. Lead by the economic interest, some regions are investigated in detail, however, there hasn't much been done in terms of preparation of heat flux of Macedonia. The regional geothermal characteristics of the territory of the Republic of Macedonia are expected and they are consistent with the data obtained by the recent geophysical surveys.

In regional terms, it can be clearly seen that the underground temperature increases while moving from west (the border with Albania) to the east, reaching the maximum in the part of the vardar zone and falls while moving to the Macedonian-Bulgarian border (Picture 1). From the displayed typical geotherms in picture 1 for the Dinarides for a depth $H = 1000$ m mastered temperature of around 20°C , for the same level for Vardar zone of around 60°C

ВОВЕД

Брзиот индустриски развој во светот во последните педесетина години во основа се темелеше на евтините енергетски сировини (нафта и јаглен). Високата цена на фосилните горива и сè поразвиената еколошка свест, доведоа до зголемен интерес на искористување на алтернативните видови енергија (сончевата, ветерната, геотермалната, мали хидроцентрали итн.).

Користењето на геотермалната енергија во светот, посебно во земјите со високи температурни полиња, е доста развиено, но и во земјите со ниски температурни полиња, како што е Македонија, користењето на оваа енергија е во подем.

Табела 1. Инсталирани енергетски топлински капацитети за директно користење на геотермална енергија во некои земји во светот (Freeston, 1990)

Земја	Проток l/s		Снага MW		Енергија GWh	
Година	1985	1990	1985	1990	1985	1990
Бугарија		2647		293		770
Кина	3540	9534				
Чехословачка		729		105		276
Франција	2340	2971	300	337	788	886
Унгарија	9533	12155	1001	1276	2615	3354
Исланд	4579	4595	889	774	5517	4290
Италија	1475	1520	388	329	1365	1937
Јапонија	26101	31311	2686	3321	6805	8730
Нов Зеланд	559	252	215	258	1484	1763
Романија	1380	1380	251	251	987	987
СССР	2735	7722	402	1133	1056	2978
Турција	1355	2012	166	246	423	625
САД	1971	3355	339	463	390	1420
Србија		3370		255,1		
Македонија		1397		283		

Цел на оценката на геотермалните ресурси е да се даде севкупната претстава на геотермалниот потенцијал под одредена територија во нумеричка форма, која е неопходна за долгорочни инвестициони планови. Тоа значи дека, оценката на геотермалните ресурси мора да се прави на основа на постојните податоци и истражувачки резултати и тоа пред да се пристапи кон одредување на политиката на идни истражувања и инвестиции. Оценката на геотермалните ресурси претставува повеќе прогноза, отколку докажување на постојна геотермална енергија.

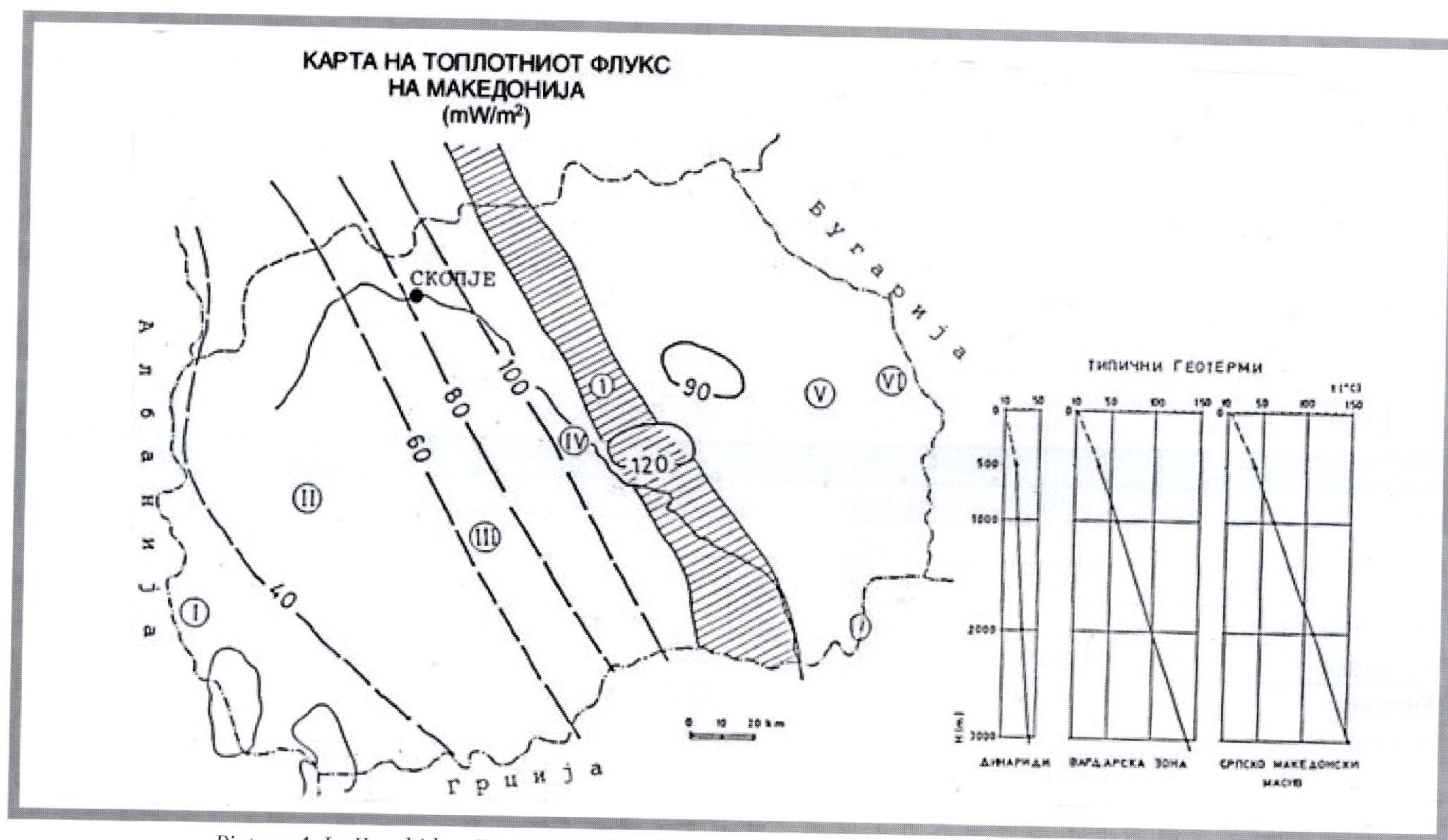
Територијата на Република Македонија спаѓа во релативно добро истражените простори, од регионален геолошки аспект, а со тоа има доста податоци и за геотермалната потенцијалност. Основен недостаток е што податоците не се систематизирани во една компјутерска база која ќе биде лесно достапна за идните инвеститори.

1.0. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕОТЕРМАЛНОТО ПОЛЕ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Постоенето на голем број термални извори на територијата на Македонија зборуваат за подрачје со зголемена геотермална енергија. На оваа територија, досега, детално се истражувани повеќе локации во однос на геотермалните карактеристики. Во околината на Кочани, Струмица и Гевгелија и други локалитети деталните геотермални истражувања дефинирале геотермални извори со економска важност кои и денес се во експлоатација. Водени од економскиот интерес, поедини региони се детално истражувани, меѓутоа, не е многу направено на планот на изготвување на топлотниот флукс на Македонија. Регионалните геотермални карактеристики на територијата на Републиката се очекувани и се во склад со податоците добиени со најновите геофизички истражувања.

Во регионална смисла, јасно може да се види дека подземната температура се зголемува одејќи од запад (границата со Албанија) кон исток, постигнува максимум во делот на Вардарската зона и поблаго опаѓа одејќи кон македонско - бугарската граница (сл. 1). Од прикажаните типични геотерми на сл. 1 за Динаридите

and for the Serbo Macedonian Massif of around 70 °C. From this view should be excluded local anomalies that close their peaks in small regions.



Picture 1. I - Korabides, II - West - Macedonian zone, III - Pelagonian massif, IV - Vardar zone, V - Serbo-Macedonia Massif, VI - Kraishtidi, 1 - Zone of maximal heat flux (after Ravnik, Kolbah, Milivojevik, Mioshik, Tonik)

In the displayed map of the density of the heat flux for the territory of Macedonia (although there are many approximations), the data for the temperature and the density of the heat flux, are corrected for temperature equilibrium, but the thermal correction is left out.

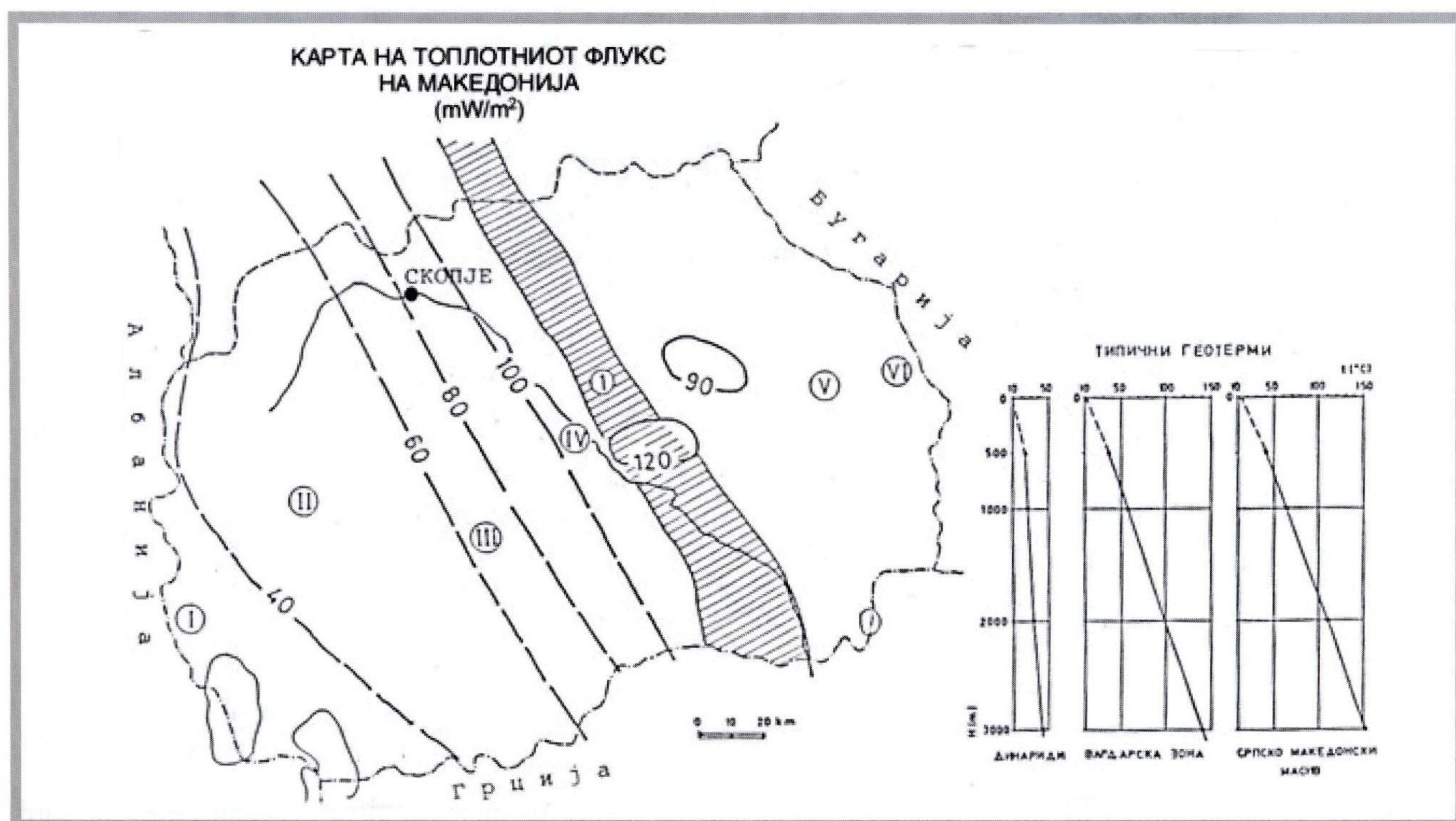
Generally, on the territory of the Republic of Macedonia, the temperature zones can correlate with the following tectonic units:

Zone	Tectonic unit
Low temperatures: < 50 mW/m ²	Korabides.
Middle temperatures: 50 - 80 mW/m ²	West - Macedonian zone, Pelagonian massif.
High temperatures: > 80 mW/m ²	Vardar zone, Serbian - Macedonian Massif.

The boundaries of the areas of equal density of the heat flux are approximate. We can conclude that the zones with maximal values of heat flux density in Serbian - Macedonian Massif and the Vardar zone, generally, coincide with reduced thickness of the earth's crust, while the low values of heat flux density obtained in the spaces with increased thickness of the earth's crust (Korabides). From the above mentioned, asserts the conclusion that the main but not sole cause of anomalous geothermal field, is the spread of the asthenosphere i.e. the temperature anomalous field is in reciprocal relationship with the thickness of the earth's crust. But these areas are also labil zones, subject to frequent breakage and formation of deep dislocation that intersect the earth's crust. Along these deep faults, there is a deep penetration of magmats on the earth's surface or in its vicinity, which is specifically present in the Vardar zone and in the Serbian - Macedonian Massif, and it is clearly demonstrated by the results of the magnetic research.

In this way, the deep fault lines whose length is hundreds of miles and more, could play a role (it seems that it is likely) of leading channels of convective heat. This mode of heating of the geological formation is confirmed by the fact that major natural resources in the territory of Macedonia is located in the regions with tertiary magmat activity. The increased temperature of the granit mass in Serbian - Macedonian Massif and the Vardar zone, might

за длабочина $H = 1000 \text{ m}$ владее температура од околу 20°C , за истото ниво за Вардарска зона од околу 60°C и за Српско-Македонскиот масив од околу 70°C . Од ова гледиште треба да се исклучат локалните аномалии кои своите максимуми ги затвораат на мали региони.



Сл. 1. I - Корабиди, II - Западно - Македонска зона, III - Пелагониди, IV - Вардарска зона, V - Српско - Македонски масив, VI - Краишници, 1 - Зона на максимален температурен флуks (по Равник, Колбах, Миливојевиќ, Миошиќ, Тониќ)

На прикажаната карта на густината на топлотниот флуks за територијата на Македонија (иако има доста апроксимации), податоците за температурата и густината на топлотниот флуks се коригирани за температурната рамнотежа, додека топографската корекција е изоставена.

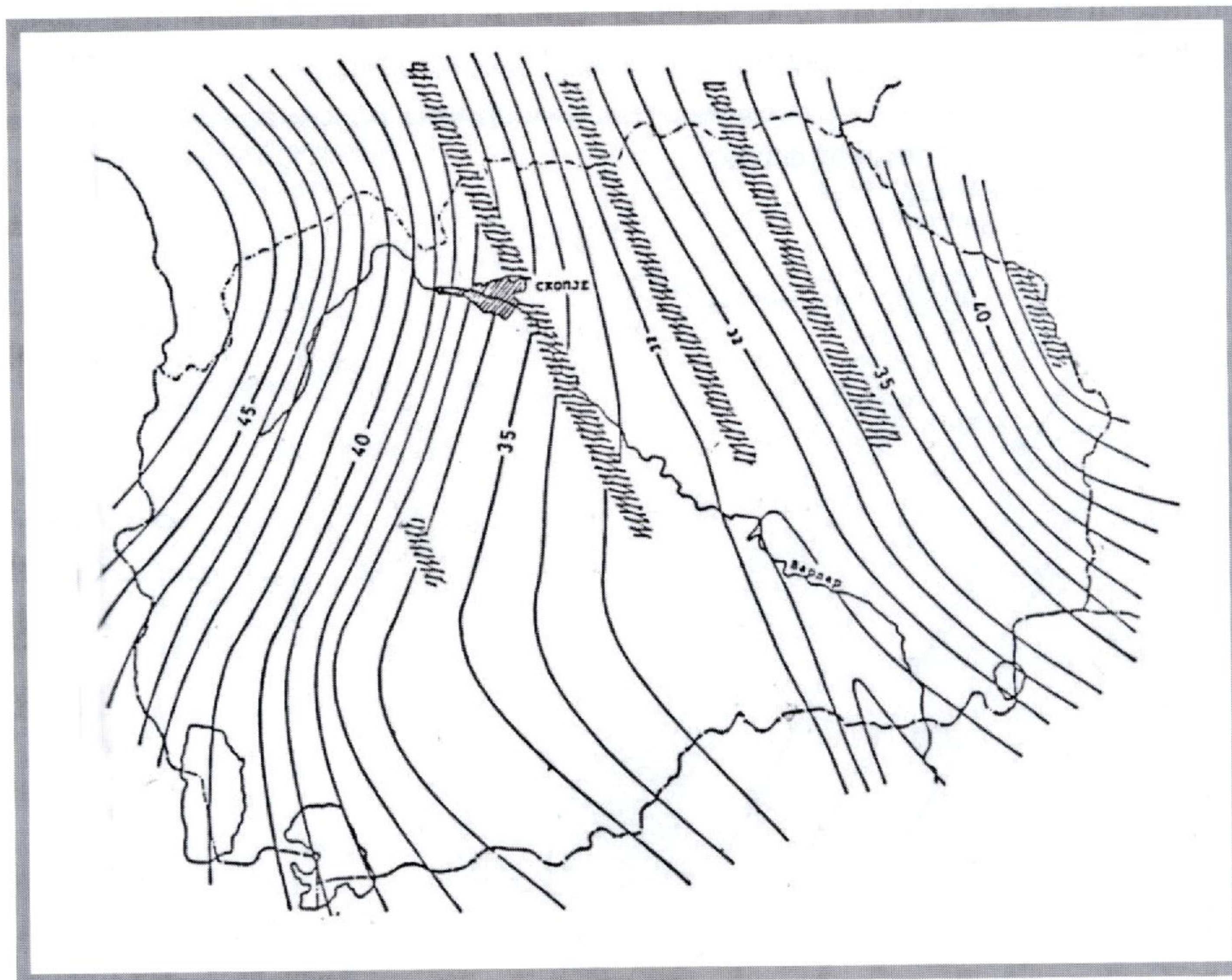
На територијата на Македонија, општо земено, температурните зони можат да корелираат со следните тектонски единици:

Зона	Тектонска единица
Ниски температури: $< 50 \text{ mW/m}^2$	Корабиди
Средни температури: $50 - 80 \text{ mW/m}^2$	Западно - Македонска зона, Пелагониди
Високи температури: $> 80 \text{ mW/m}^2$	Вардарска зона, Српско - Македонски масив

Границите на подрачјата со еднаква густина на топлотниот флуks се апроксимативни.

Може да се констатира дека зоните со максимални вредности на густина на топлотниот флуks во Српско - Македонскиот масив и Вардарската зона се поклопува главно со намалена дебелина на земјината кора, додека ниските вредности на густината на топлотниот флуks се добиени во просторите со зголемена дебелина на земјината кора (Корабидите). Од досега изнесеното се наметнува заклучокот дека главниот но не единствен причинител на аномалното геотермално поле е ширењето на астеносферата, односно температурното аномално поле е во реципрочен однос со дебелината на земјината кора. Меѓутоа овие простори претставуваат истовремено лабилни зони подложни на чести кршења и формирање на длабоки дислокации кои ја сечат целата земјина кора. По должина овие длабински раседи доаѓа до продор на магмати на површината на земјата или во нејзина близина што е посебно присутно во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив и е јасно докажано со резултатите на магнетските истражувања. На тој начин, длабинските раседи чија должина изнесува и повеќе стотици километри, можеле, а по сè изгледа дека тоа е најверојатно, да одиграат улога на доводни канали на конвективна топлина. Овој начин на загревање на геолошките формации е потврден со фактот дека најголемите

have a possible explanation related to the decay of radioactive elements in granite plutons.



Picture 2. Structural map of Mohorovicik's discontinuity

Moho - discontinuity with a depth of 48 km on the border with Albania. The depth is reduced in the Vardar zone at about 30 km (Sveti Nikole 28 km), and then, while moving to the east, to the border with Bulgaria, it increases up to 45 km.

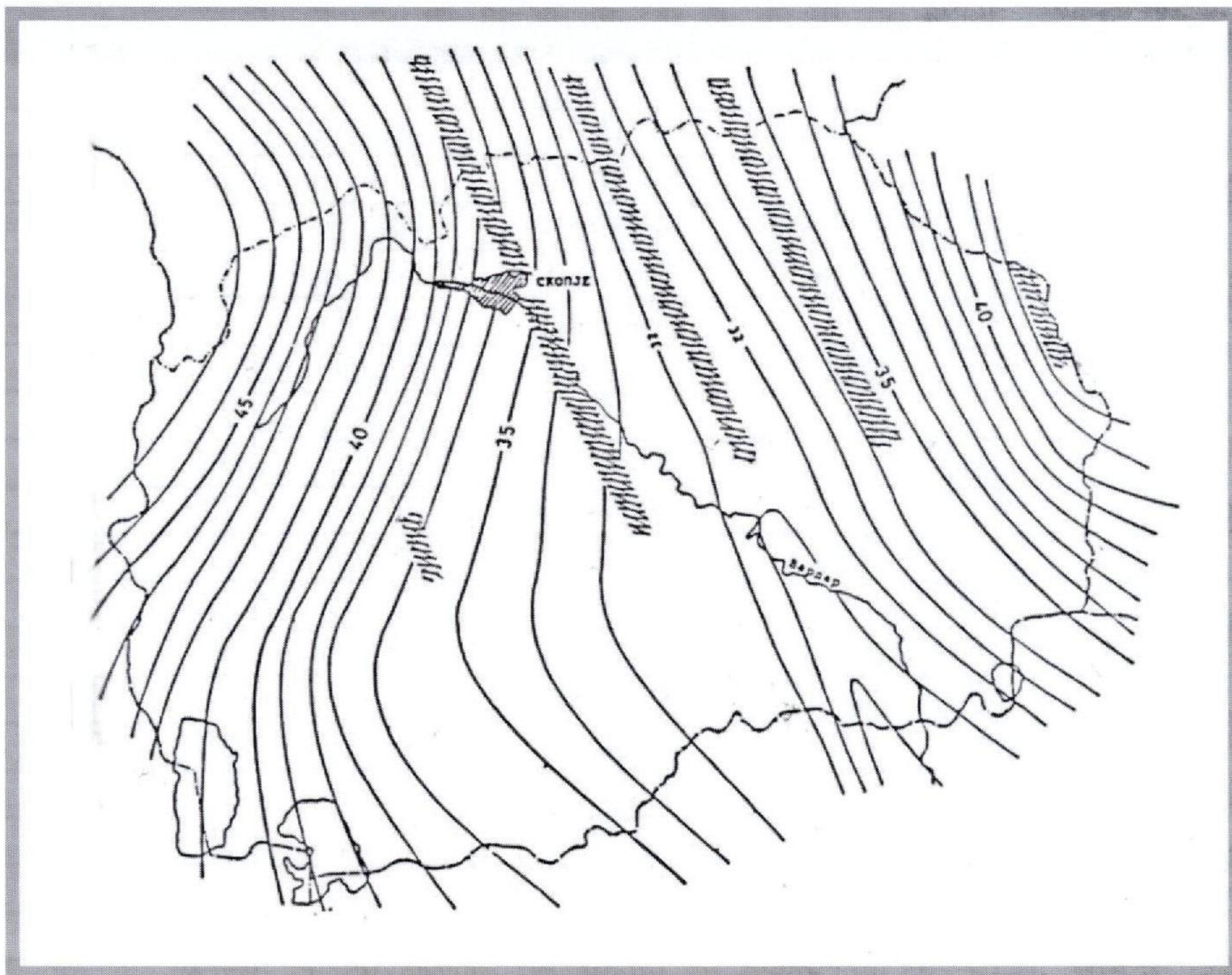


Picture 3. Three-dimensional picture of Mohorovicik's discontinuity

Modern hydrothermal expressions on the territory of the Republic of Macedonia are mostly common in the Vardar zone and Serbo - Macedonian Massif, mainly along the deep fault structures and lowland areas. In Macedonia, there are known about twenty sites with modern hydrothermal phenomena and more than fifty in the form of heat sources or termomineral water.

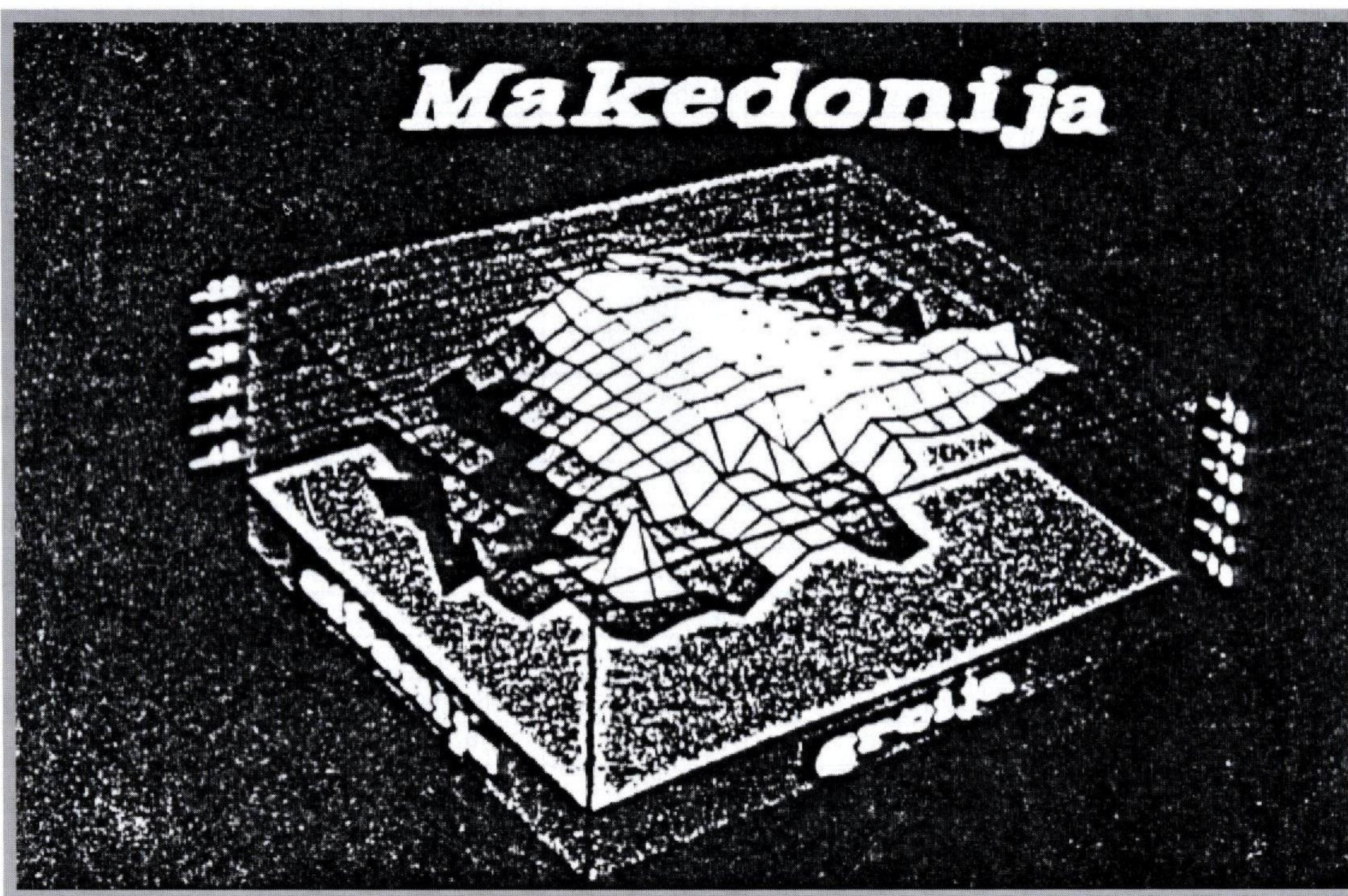
The temperatures of the termomineral water in Macedonia moves from 20°C to 79°C.

природни извори на територијата на Македонија се наоѓаат во регионите со терциерна магматска активност. Зголемената температура на гранитските маси во Српско - Македонскиот масив и Вардарската зона, можно објаснување, може да има врска со распаѓањето на радиоактивните елементи во гранитните плутони.



Сл. 2. Структурна карта на Мохоровичевиот дисконинуитет

Мохо - дисконинуитетот е со длабочина од 48 km на границата со Албанија. Длабочината се намалува во Вардарската зона на околу 30 km (Свети Николе 28 km), а потоа одејќи на исток кон границата со Бугарија се зголемува до 45 km.



Сл. 3. Тродимензионална слика на Мохоровичевиот дисконинуитет

Современите хидротермални појави на територијата на Република Македонија се најзастапени во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив, главно по должината на длабоките раседни структури и низинските делови. Во Републиката се познати дваесетина локалитети со современи хидротермални појави и повеќе од педесетина во вид на извори со термална или термоминерална вода.

Температурите на термоминералните води во Македонија се движат од 20° C до 79° C.

Table 2. Physical characteristics of the modern hydrothermal expressions as sources and slots in the Serbian – Macedonian Massif and the Vardar zone

Ordinal No.	Locality	Phenomenon Source (s) Boreholes(b)	Coordinates			Temperature (°C)	Quantity l/s
			x	y	z		
1	Volkovo	GTD-1 (b)	4 654 971	7 527 841	374	25	63
2		IBSKG-3 (b)	4 654 330	7 528 150	317	22	22
3	Katlanovo bath	D-1 (b)	4 639 800	7 557 650	287	54.2	10
4		B-1, B-2 (b)	4 638 990	7 558 125	255	32	4
5		Nervna v (s)	4 639 225	7 558 100	250	28	2
6		Potkop	4 639 500	7 557 850	265	38	2
7		Fontana (s)	4 639 750	7 557 000	270	28	0.2
8		Izvor (s)	4 639 260	7 557 910	230	38	1
9	Proevci	(b)	4 664 460	7 562 100	310	31	2
10	Strnovec	(b)	4 670 300	7 570 050	280	40	17
11	Podlog	EBMP-1 (b)	4 638 625	7 613 175	310	78	150
12		R-3 (b)	4 638 775	7 613 095	310	77.8	80
13	Krupiste	K-1/83 (b)	4 634 000	7 605 000	300	32	0.5
14		K-2/83 (b)	4 634 000	7 605 100	295	40.6	6.9
15	Kochani field	R-11 (b)	4 640 700	7 618 252	335	50.6	2.6
16	Kochani	Ka-1 (b)	4 641 750	7 617 200	340	22.4	6
17	Podlog	EB-3 (b)	4 639 025	7 613 070	310	78	350
18	Istibanja	I-5 (b)	4 643 000	7 624 350	350	66.4	12
19		I-3 (b)	4 643 100	7 624 350	350	67	5
20		I-4 (b)	4 643 025	7 624 475	350	56.6	4.2
21	Trkanje	EB-2 (b)	4 649 560	7 612 660	311	71.3	50
22		R-9 (b)	4 639 375	7 612 675	310	71.3	85
23	Banja	B-1 (b)	4 641 550	7 611 225	350	63	8.3
24		B-2 (b)	4 641 525	7 611 205	348	63.2	55.3
25		R-1 (b)	4 640 300	7 615 840	347	63	30
26		R-6 (b)	4 639 925	7 611 600	350	40	1
27	Bansko	B-1 (b)	4 583 900	7 647 225	258	68	55
28		Izvor (s)	4 583 900	7 647 160	270	73	6
29	Negorci	NB-3 (b)	4 559 875	7 625 530	65.1	47.2	40
30		NB-4 (b)	4 559 750	7 625 600	64.3	53.2	40
31		B-1 (b)	4 559 100	7 625 410	65	32	3
32	Smokvica	Seid 6 (b)	4 570 375	7 624 812	56.9	45.1	7.2
33		Seid1 (b)	4 570 340	7 624 800	57.5	56.7	60
34		Seid 2 (b)	4 569 650	7 624 775	57.1	48.1	5.2
35		Seid 4 (b)	4 570 250	7 624 815	57	56.1	35
36		Seid 5 (b)	4 570 400	7 624 780	57.1	64	40
37		Seid 7 (b)	4 520 369	7 624 725	57.1	68.5	60
38	Shtip	L'dzi (s)	4 621 825	7 598 552	300	59	1
39		Kezovica (b)	4 621 700	7 598 360	280	57	7
40		B-4 (b)	4 621 850	7 598 630	260	32	30
41	Kozuf	Topli dol (s)	4 560 225	7 583 760	740	28	0.5
42		Toplik(s)	4 558 275	7 579 743	880	22	8
43		Mrezicko (s)	4 561 875	7 583 450	720	21	0.2
44		Gornicet (s)	4 558 425	7 619 650	220	23	0.1
45	Kratovo	Povisica (b)	4 659 035	7 590 143	443	31	4
46		Dobrevo (b)	4 654 510	7 600 300	330	28	5.5
47	Veles	Sabota voda	4 620 025	7 567 810	280	21	5
48	Rakles	Dupn (b)	4 609 287	7 624 308	349	26	2
49	Dojran	Toplec (s)	4 566 550	7 642 530	161	25	2
50		Deribash (b)	4 561 580	7 643 900	240	20.5	10

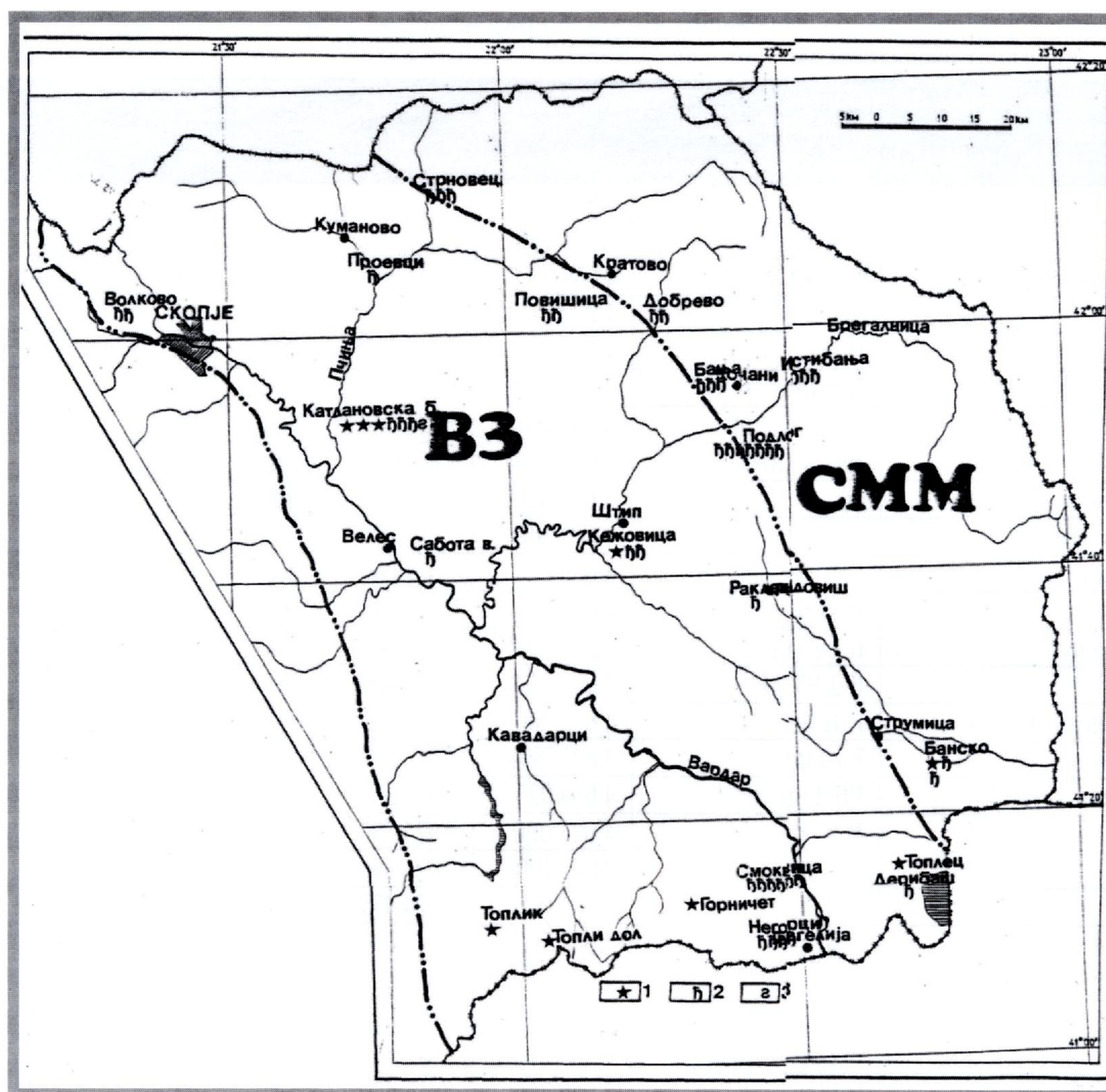
Табела

Ред.
бр.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

Табела 2. Физички карактеристики на современите хидрогеотермални појави во вид на извори и дупнатини во Српско - Македонскиот масив и Вардарската зона

Ред. бр.	Локалност	Појава извор (и) дупнатина (д)	Координати			Температура (°C)	Количина л/с
			x	y	z		
1	Волково	ГТД-1 (д)	4 654 971	7 527 841	374	25	63
2		ИБСКГ-3 (д)	4 654 330	7 528 150	317	22	22
3	Катлановска Бања	Д-1 (д)	4 639 800	7 557 650	287	54.2	10
4		Б-1, Б-2 (д)	4 638 990	7 558 125	255	32	4
5		Нервна в (и)	4 639 225	7 558 100	250	28	2
6		Поткоп	4 639 500	7 557 850	265	38	2
7		Фонтана (и)	4 639 750	7 557 000	270	28	0.2
8		Извор (и)	4 639 260	7 557 910	230	38	1
9	Проевци	(д)	4 664 460	7 562 100	310	31	2
10	Стрновец	(д)	4 670 300	7 570 050	280	40	17
11	Подлог	ЕБМП-1 (д)	4 638 625	7 613 175	310	78	150
12		Р-3 (д)	4 638 775	7 613 095	310	77.8	80
13	Крупиште	К-1/83 (д)	4 634 000	7 605 000	300	32	0.5
14		К-2/83 (д)	4 634 000	7 605 100	295	40.6	6.9
15	Кочанско Поле	Р-11 (д)	4 640 700	7 618 252	335	50.6	2.6
16	Кочани	Ка-1 (д)	4 641 750	7 617 200	340	22.4	6
17	Подлог	ЕБ-3 (д)	4 639 025	7 613 070	310	78	350
18	Истибања	И-5 (д)	4 643 000	7 624 350	350	66.4	12
19		И-3 (д)	4 643 100	7 624 350	350	67	5
20		И-4 (д)	4 643 025	7 624 475	350	56.6	4.2
21	Тркање	ЕБ-2 (д)	4 649 560	7 612 660	311	71.3	50
22		Р-9 (д)	4 639 375	7 612 675	310	71.3	85
23	Бања	Б-1 (д)	4 641 550	7 611 225	350	63	8.3
24		Б-2 (д)	4 641 525	7 611 205	348	63.2	55.3
25		Р-1 (д)	4 640 300	7 615 840	347	63	30
26		Р-6 (д)	4 639 925	7 611 600	350	40	1
27	Банско	Б-1 (д)	4 583 900	7 647 225	258	68	55
28		Извор (и)	4 583 900	7 647 160	270	73	6
29	Негорци	НБ-3 (д)	4 559 875	7 625 530	65.1	47.2	40
30		НБ-4 (д)	4 559 750	7 625 600	64.3	53.2	40
31		Б-1 (д)	4 559 100	7 625 410	65	32	3
32	Смоквица	Сеид 6 (д)	4 570 375	7 624 812	56.9	45.1	7.2
33		Сеид 1 (д)	4 570 340	7 624 800	57.5	56.7	60
34		Сеид 2 (д)	4 569 650	7 624 775	57.1	48.1	5.2
35		Сеид 4 (д)	4 570 250	7 624 815	57	56.1	35
36		Сеид 5 (д)	4 570 400	7 624 780	57.1	64	40
37		Сеид 7 (д)	4 520 369	7 624 725	57.1	68.5	60
38	Штип	Л'џи (и)	4 621 825	7 598 552	300	59	1
39		Кежовица (д)	4 621 700	7 598 360	280	57	7
40		Б-4 (д)	4 621 850	7 598 630	260	32	30
41	Кожуф	Топли дол (и)	4 560 225	7 583 760	740	28	0.5
42		Топлик (и)	4 558 275	7 579 743	880	22	8
43		Мрежичко (и)	4 561 875	7 583 450	720	21	0.2
44		Горничет (и)	4 558 425	7 619 650	220	23	0.1
45	Кратово	Повишица (д)	4 659 035	7 590 143	443	31	4
46		Добрево (д)	4 654 510	7 600 300	330	28	5.5
47	Велес	Сабота вода	4 620 025	7 567 810	280	21	5
48	Раклеш	Дупн (д)	4 609 287	7 624 308	349	26	2
49	Дојран	Топлец (и)	4 566 550	7 642 530	161	25	2
50		Дерибаш (д)	4 561 580	7 643 900	240	20.5	10



Picture 4. Map of modern hydro-geothermal expressions in Vardar zone and in Serbo - Macedonian Massif (1.source, 2.slot, 3. research adit)

Table 3. Values of the geothermal potential in the Vardar zone and in the Serbian - macedonian Massif per depth interval

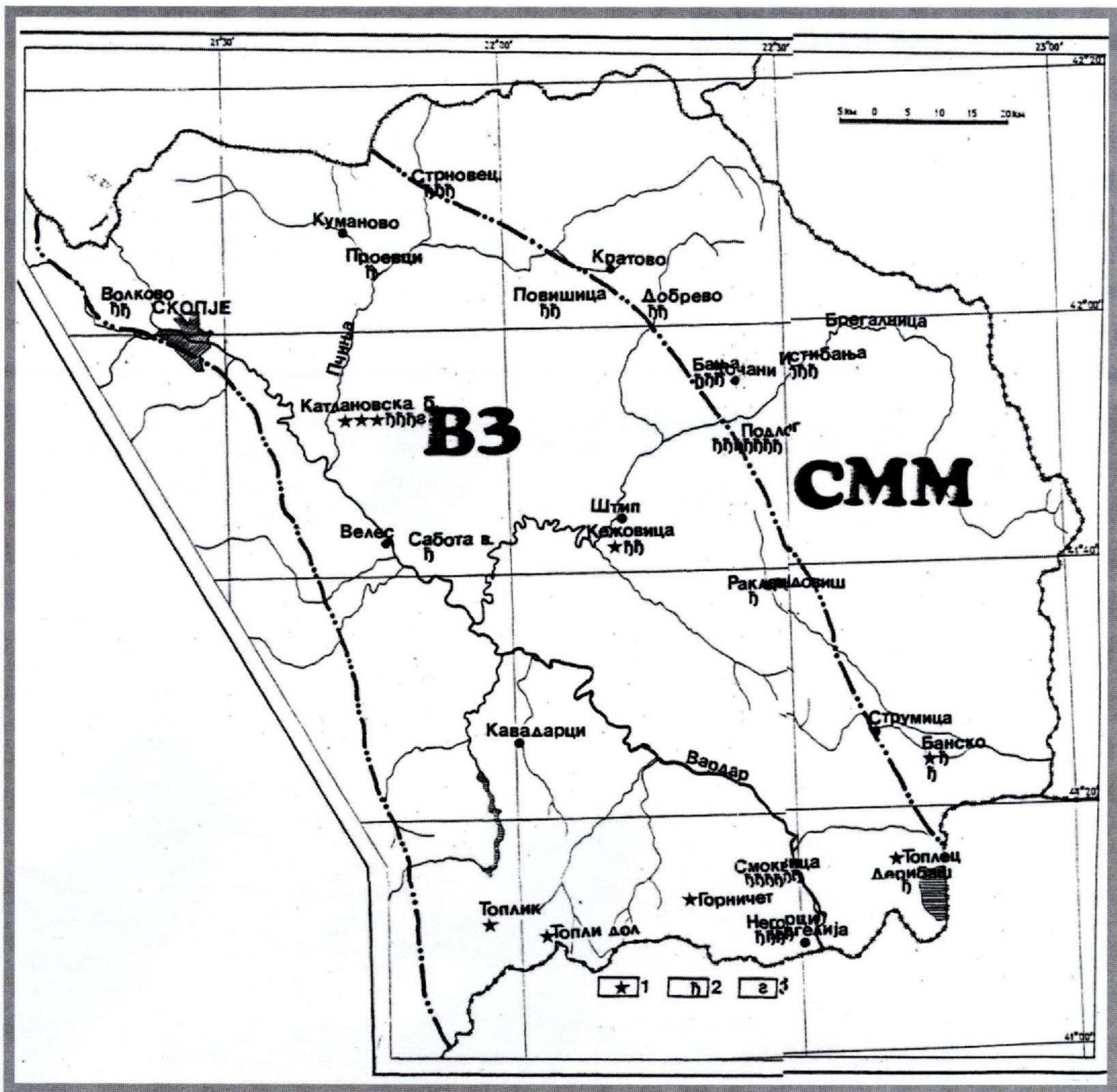
Ordinal No.	Depth interval (km)	Forecast temperature (°C)	Vardar zone P = 8680 km ²		Serbian-Macedonian Massif P = 4380 km ²	
			10 ²¹ J	10 ¹⁰ T _H	10 ²¹ J	10 ¹⁰ T _H
1	0 - 3	176	10.4	25.0	5.3	12.6
2	3 - 5	290	12.0	28.7	6.0	14.5
3	5 - 7	406	17.0	40.8	8.6	20.6
4	7 - 10	580	36.9	88.4	18.6	44.6
TOTAL			76.3	182.9	38.5	92.3

2.0. ASSESSMENT OF THE HYDRO-GEOTHERMAL RESOURCES

The hydro-geothermal resources, compared to the total geothermal potential of the earth's crust or just to some of its depths, contain less accumulated energy, but, compared to all other types of geothermal resources, those are the most using ones, and have a great advantage compared to the other resources.

Above all, this is due to the simpler way of using the hydro-geothermal energy.

The hydro-geothermal resources are part of the geothermal resources and represent the part of the earth's crust that despite conductivity mode of transmission of geothermal energy through rocks with insulating functions, there is also conducted convective transfer of energy through rocks with function of the hydrogeological collector and which are filled with hydro-geothermal fluid and can be rationally used as an energy source comparable to other conventional energy sources.



Сл. 4. Карта на современи хидрогеотермални појави во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив (1. извор, 2. густина, 3. изразен појав)

Табела 3. Вредности на геотермалниот потенцијал во Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив по длабински интервал

Ред. бр.	Длабински интервал (km)	Прогнозна темп. (°C)	Вардарска зона P = 8680 km ²		Српско - Македонски масив P = 4380 km ²	
			10 ²¹ J	10 ¹⁰ Tn	10 ²¹ J	10 ¹⁰ Tn
1	0 - 3	176	10.4	25.0	5.3	12.6
2	3 - 5	290	12.0	28.7	6.0	14.5
3	5 - 7	406	17.0	40.8	8.6	20.6
4	7 - 10	580	36.9	88.4	18.6	44.6
ВКУПНО			76.3	182.9	38.5	92.3

2.0. ОЦЕНКА НА ХИДРОГЕОТЕРМАЛНИТЕ РЕСУРСИ

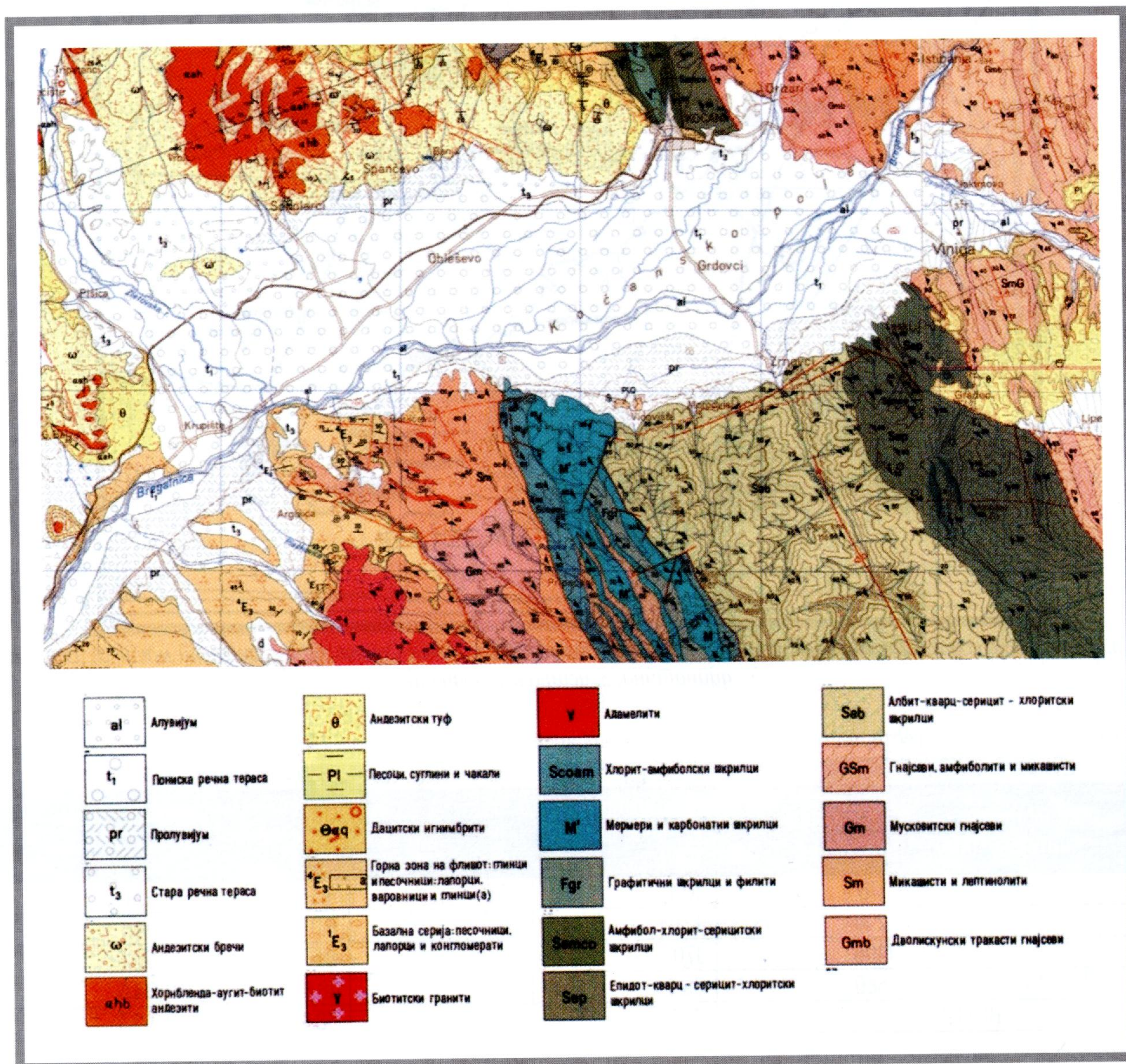
Хидрогеотермалните ресурси, во споредба со вкупниот геотермален потенцијал на земјината кора или само до одредена нејзина длабочина, содржат многу помалку акумулирана енергија, но во споредба со сите други видови геотермални ресурси, тие досега се најискористувани и се во голема предност пред другите ресурси. Ова се должи, пред сè, на поедноставниот начин на користење на хидрогеотермалната енергија.

Хидрогеотермалните ресурси се дел од геотермалните ресурси и го претставуваат оној дел од земјината кора во кој покрај кондуктивниот начин на пренос на геотермална енергија низ карпи со изолаторски функции, се врши и конвективен пренос на енергија и тоа низ карпи со функција на хидрогеолошки колектор и кои се исполнети со хидрогеотермални флуиди и кои можат да бидат рационално искористени како енергетски извор споредлив со другите конвенционални извори на енергија.

3.0. KOCHANI DEPRESSION

Kochani depression is located within the Serbian – Macedonian Massif, which is mainly built of Precambrian and Riphean Cambrian complexes (Picture 5). In the south from the Kochani depression, there is the Mountain Massif "Plackovica", which is built of metamorphic rocks, that, according to the intensity of the metamorphism and the stratigraphic determination, belong to the early Precambrian (gneisses and mica-schists), while the rocks with lower degree of metamorphism, belong to the Riphean Cambrian.

Ascertained Paleozoic formations are represented by marbles and filites.



Picture 5. Overview geological map of Kochani Basin

The northern brim of the Kochani depression, which is represented by the southern and southwestern borders of the mountain „Osogovo“, partly built by piroclastical material (tuffs and tuffites).

Except for Precambrian and Paleozoic complexes represented in brim parts of Kochani depression, in its interior, there is a large distribution of new works of Quarternary - Holocene.

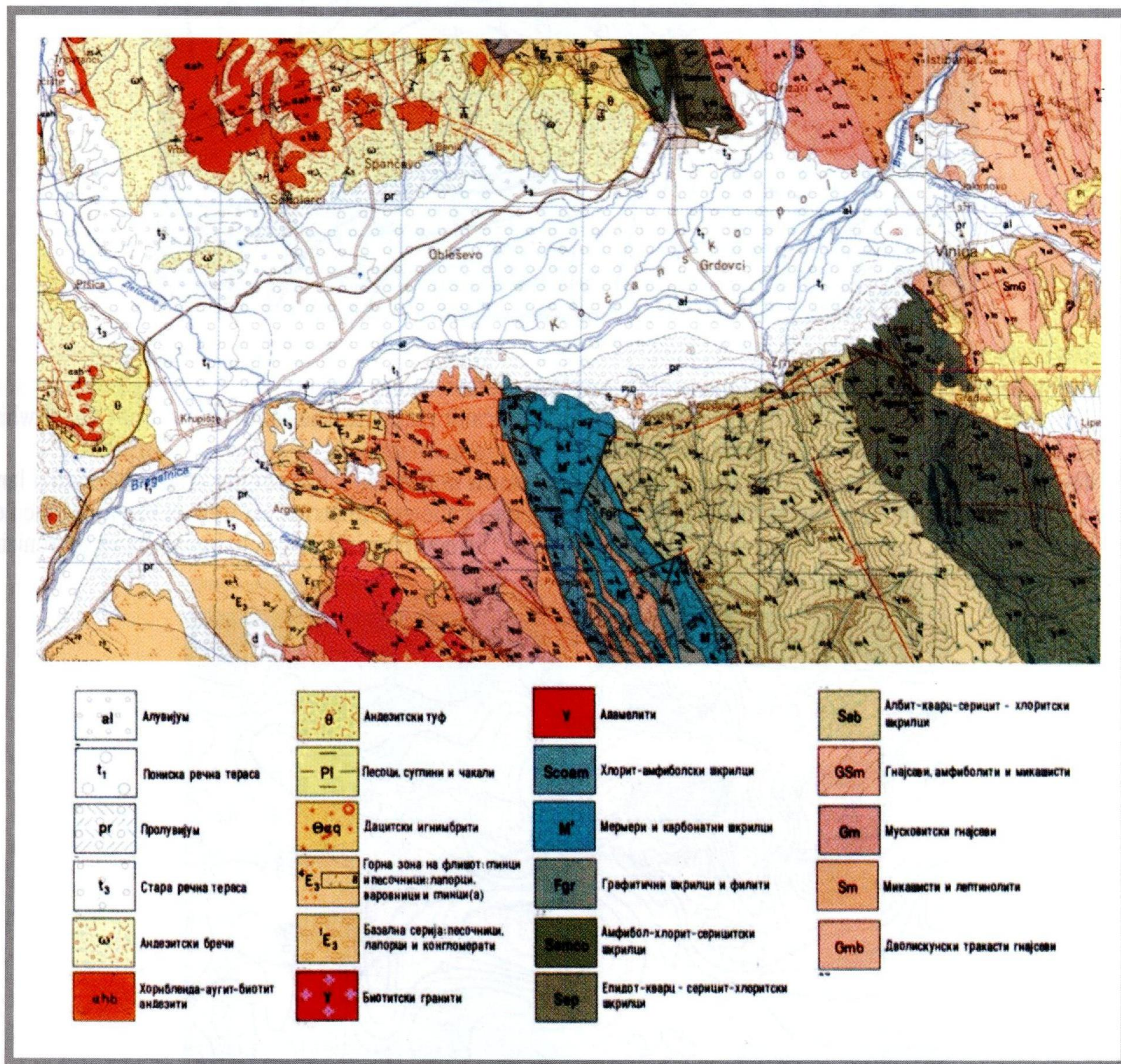
The Analysis of the gravimetrical map and the map of the vertical component of the geomagnetic field, ap-point to a complex internal built of the Kochani depression, both, from lithological as well as from structural point of view.

From the gravimetrics map of Kochani depression (Picture 6), 3 minimums, within the depression, can be clearly appointed. Their values of Δg , going from east to west are: $\Delta g = -36 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$; $\Delta g \geq -32 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ and $\Delta g \geq -40 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$.

These points clearly define the deepest parts of the depression. From the aspect of gravimetrical data, the

3.0. КОЧАНСКА ДЕПРЕСИЈА

Кочанската депресија се наоѓа во рамките на Српско - Македонскиот масив, кој главно е изграден од прекамбриски и рифеј - камбриски комплекси (сл. 5). Јужно од Кочанската депресија се наоѓа планинскиот масив Плачковица кој е изграден од метаморфни карпи кои, според интензитетот на метаморфизмот и стратиграфската детерминација, припаѓаат на ран прекамбриум (гнајсеви и микашисти), додека карпите со понизок степен на метаморфизам припаѓаат на рифеј - камбриум. Констатирани се палеозоиски формации претставени со мермери и филити.



Сл. 5. Прегледна геолошка карта на Кочанската Котлина

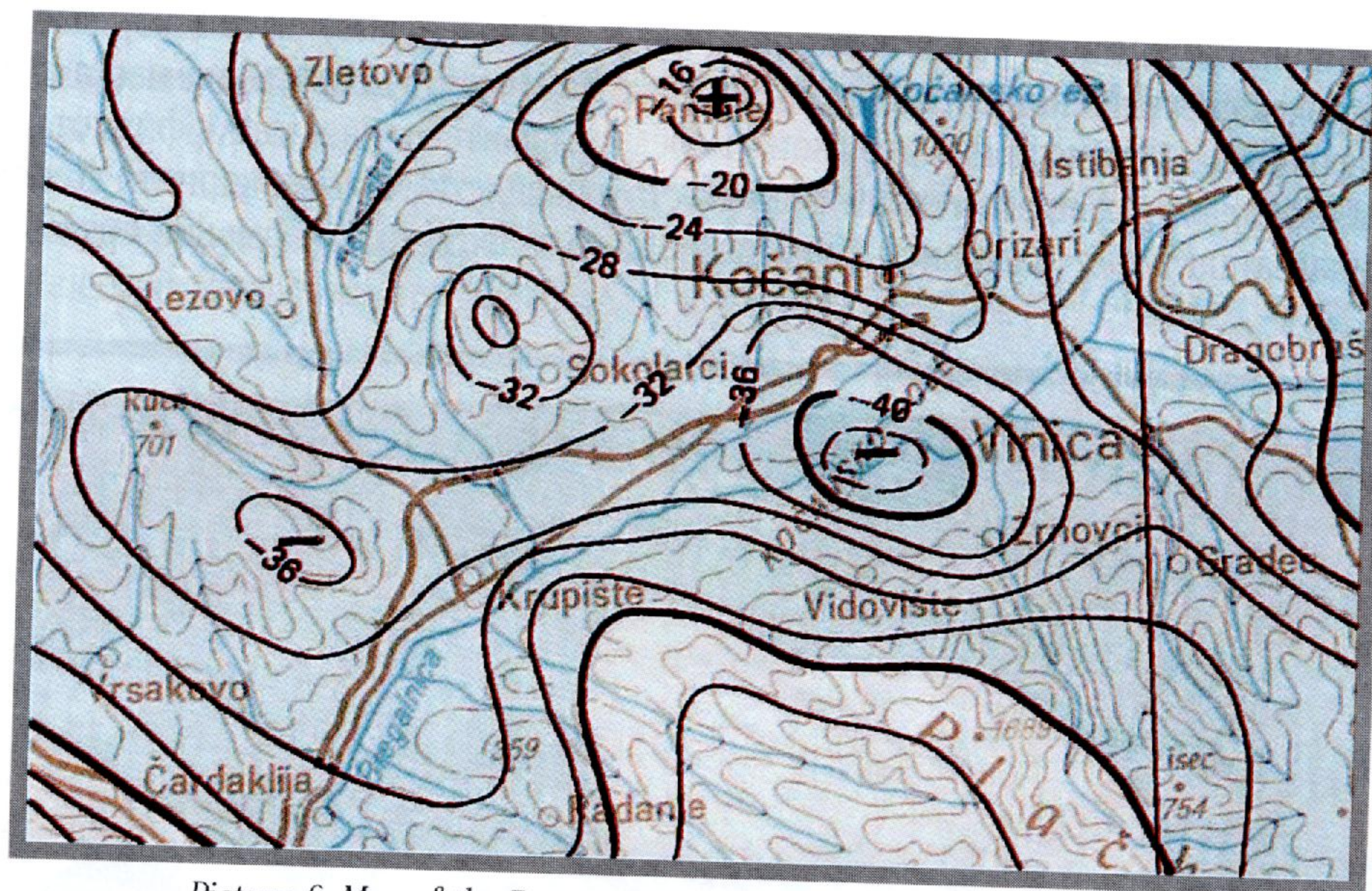
Северниот обод на Кочанската депресија, кој е претставен со јужните и југозападните граници на планината Осогово, делумно е изграден од пирокластичен материјал (туфови и туфити).

Освен прекамбриски и палеозоиски комплекси, застапени во ободните делови на Кочанската депресија, во нејзината внатрешност големо распространување заземаат младите творби на квартал - холоцен.

Анализата на гравиметриската карта и картата на вертикалната компонента на геомагнетното поле, укажуваат на сложена внатрешна градба на Кочанската депресија, како од литолошки, така и од структурен аспект.

Од гравиметриската карта на Кочанската депресија (сл. 6), јасно се издвојуваат три минимуми во самата депресија. Нивните вредности на Δg , одејќи од исток кон запад, се: $\Delta g = -36 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$; $\Delta g \geq -32 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ и $\Delta g \geq -40 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$. Овие точки јасно ги дефинираат најдлабоките делови на депресијата. Гледано од аспект на гравиметриските податоци, депресијата може да се моделира во три блока. Западниот блок со $\Delta g = -40 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$

depression can be modeled in three blocks. Western block $\Delta g = -40 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, it is the deepest sunk in relation to the middle and eastern block. Eastern Bloc, with $\Delta g = -36 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, in principle, should be deeper than the central feed block $\Delta g = -32 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$.



Picture 6. Map of the Bouguer's anomalies Δg of Kochani depression

In the northern part of the map stands out an extreme positive value of $\Delta g > 0$.

This maximum is associated with „Kratovo“ – „Zletovo“ volcanic complex. The southern part has $\Delta g > 0$, which is associated with rocky complex of „Plackovica“.

The geo-magnetic field of the vertical component ΔZ shown in Picture 7, has similar character with a large number of maximums and minimums. The composite character of the gravimetrical as well as the magnetic field of Kochani depression, compared to other depression, is due to the complex influence of the intensive patronizing vulcanism, in „Kratovo“ – „Zletovo“ area.

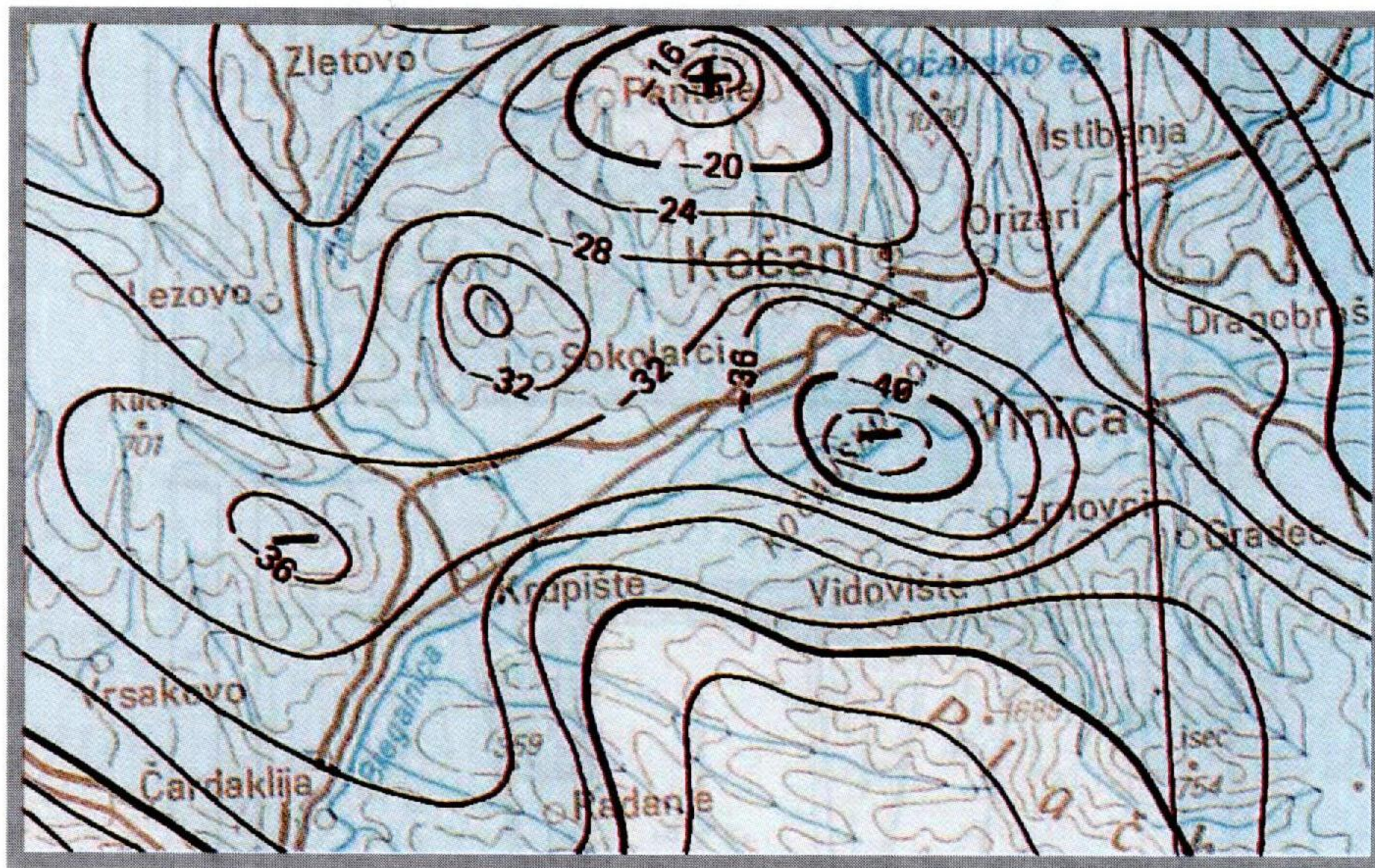


Picture 7. Map of the the vertical component of the geo-magnetic field in Kochani depression

Part of the depression is with $\Delta Z \geq 0$, and part with $\Delta Z \leq 0$. The values of ΔT varie within the frame of $1475[\text{nT}] \leq \Delta T \leq 1600 [\text{nT}]$. These values grow more intense in the north than the south part of the depression. The magnetic field is more stable in the south compared to the north part of the depression.

in relation to
an the central

е најдлабоко потонат во однос на средниот и источниот блок. Источниот блок, со $\Delta g = -36 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, во принцип, треба да е подлабоко залеанат од централниот блок $\Delta g = -32 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$.



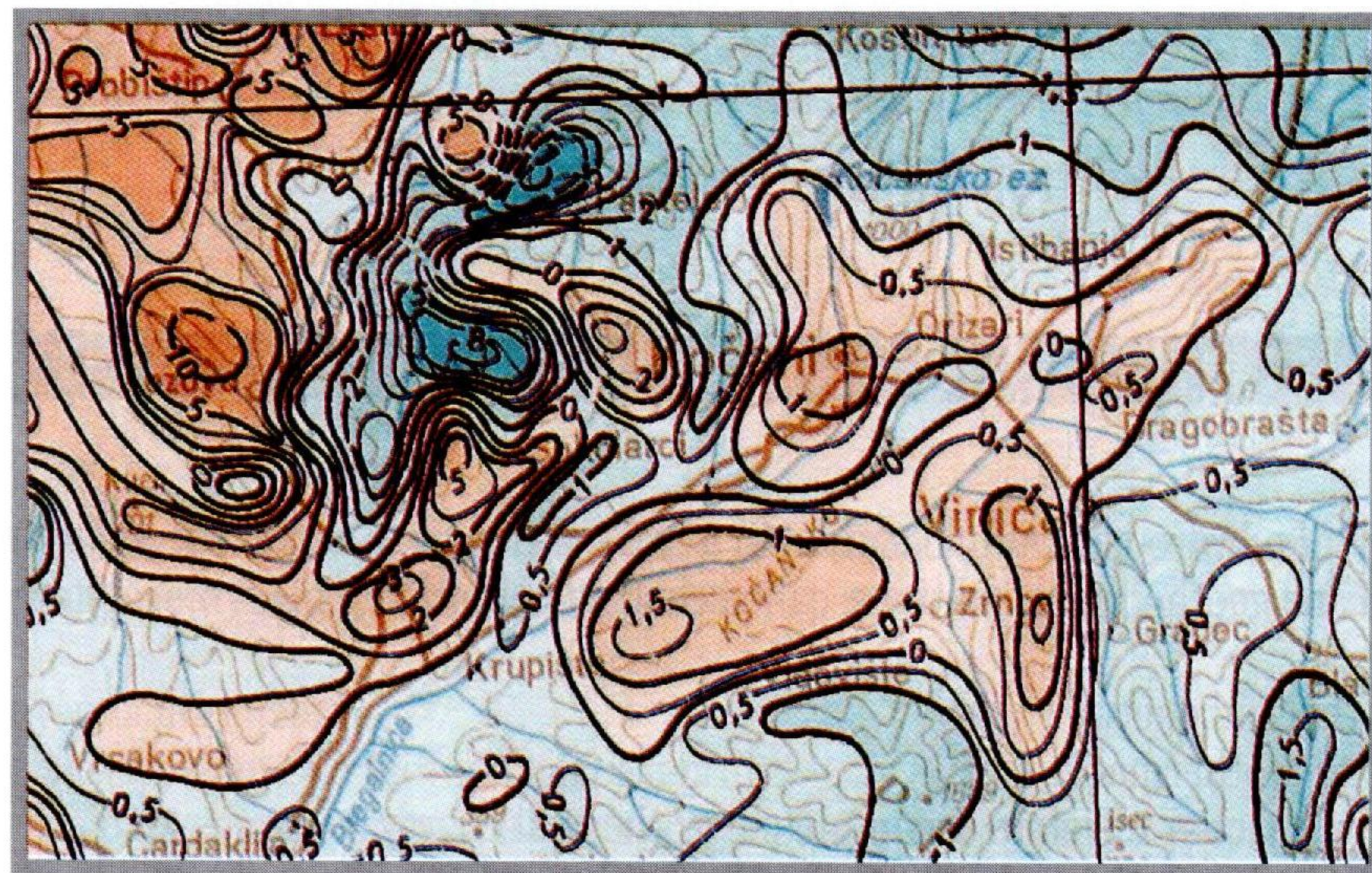
Сл. 6. Карта на Буѓеовиите аномалии Δg на Кочанската депресија

Во северниот дел на картата се издвојува екстрем со позитивна вредност на $\Delta g > 0$. Овој максимум е поврзан со Кратовско - Злетовскиот вулкански комплекс. На јужниот дел има $\Delta g > 0$, а тоа е поврзано со карпестиот комплекс на Плачковица.

$\Delta g > 0$, which

with a large
magnetic field
patronizing

Геоманетното поле на вертикалната компонента ΔZ прикажано на сл. 7 има сличен карактер со голем број на максимуми и минимуми. Сложениот карактер, како на гравиметриското, така и магнетното поле на Кочанската депресија, во однос на другите депресији, е поради сложеното влијание на интензивно изразениот вулканизам во Кратовско - Злетовската област.

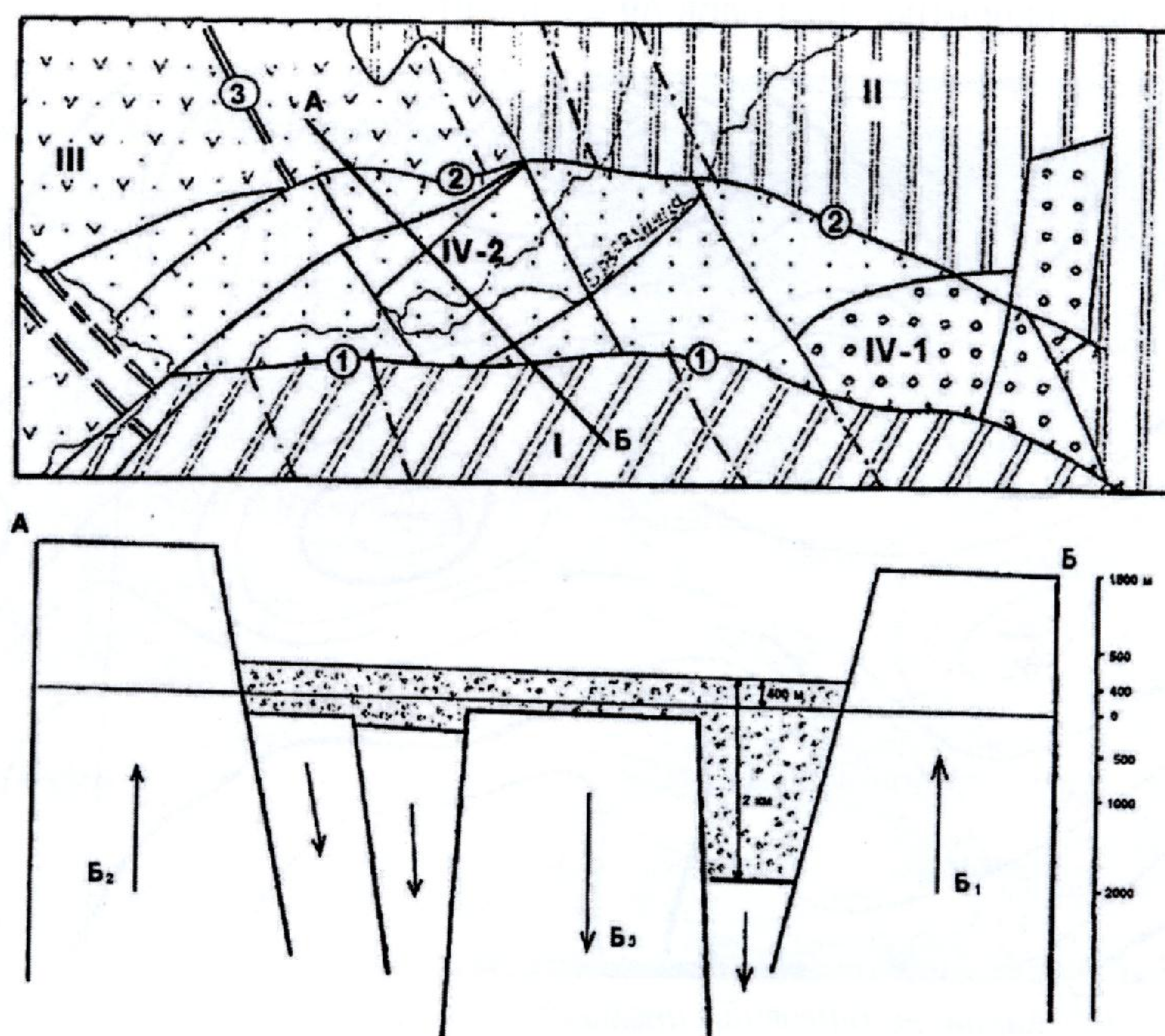


Сл. 7. Карта на вертикалната компонента на геоманетното поле на Кочанската депресија

of 1475[nT]
The magnet-

Дел од депресијата е со $\Delta Z \geq 0$, а дел со $\Delta Z \leq 0$. Вредностите на ΔT варираат во границите $1475 \text{ [nT]} \leq \Delta T \leq 1600 \text{ [nT]}$. Овие вредности поинтензивно растат на север, отколку на југ. Магнетното поле е помирно во јужниот во однос на северниот дел од депресијата.

The next image shows a simplified structural model of Kochani depression (Fig. 8).



Raised blocks built of neogen complexes:

I - Plackovica block,

II - South part of the Osogovo block,

III - Neogen - down cvarter vulcanic complex of „Kratovo“-„Zletovo“ vulcanic area;

Kochani depression - zone of sinking:

IV-1 - area of depression with cvarter rising kvarterno

IV-2 - area of depression with continuous sinking in neogen and cvarter

1, 2, 3 - contrast faults expressed in the relief;

B1, B2, B3 - blocks of rising and sinking

Picture 8. Structural model of Kochani depression

4.0. HYDRO-GEOTHERMAL SYSTEM OF KOCHANI BASIN

The establishment of a hydro-geothermal system in a part of the earth's crust, depends on a variety of specific hydro-geological and geothermal conditions, called elements of hydro-geothermal system. These are:

1. Source of geothermal energy;
2. Tank storage of geothermal energy;
3. Hydrogeological barrier to retain accumulated geothermal energy;
4. Conductor of geothermal energy from the source to the tank;
5. Nourishment of the hydro-geothermal system with transmission mass of geothermal energy, i.e. fluid;
6. Zone of the geothermal fluid leakage.

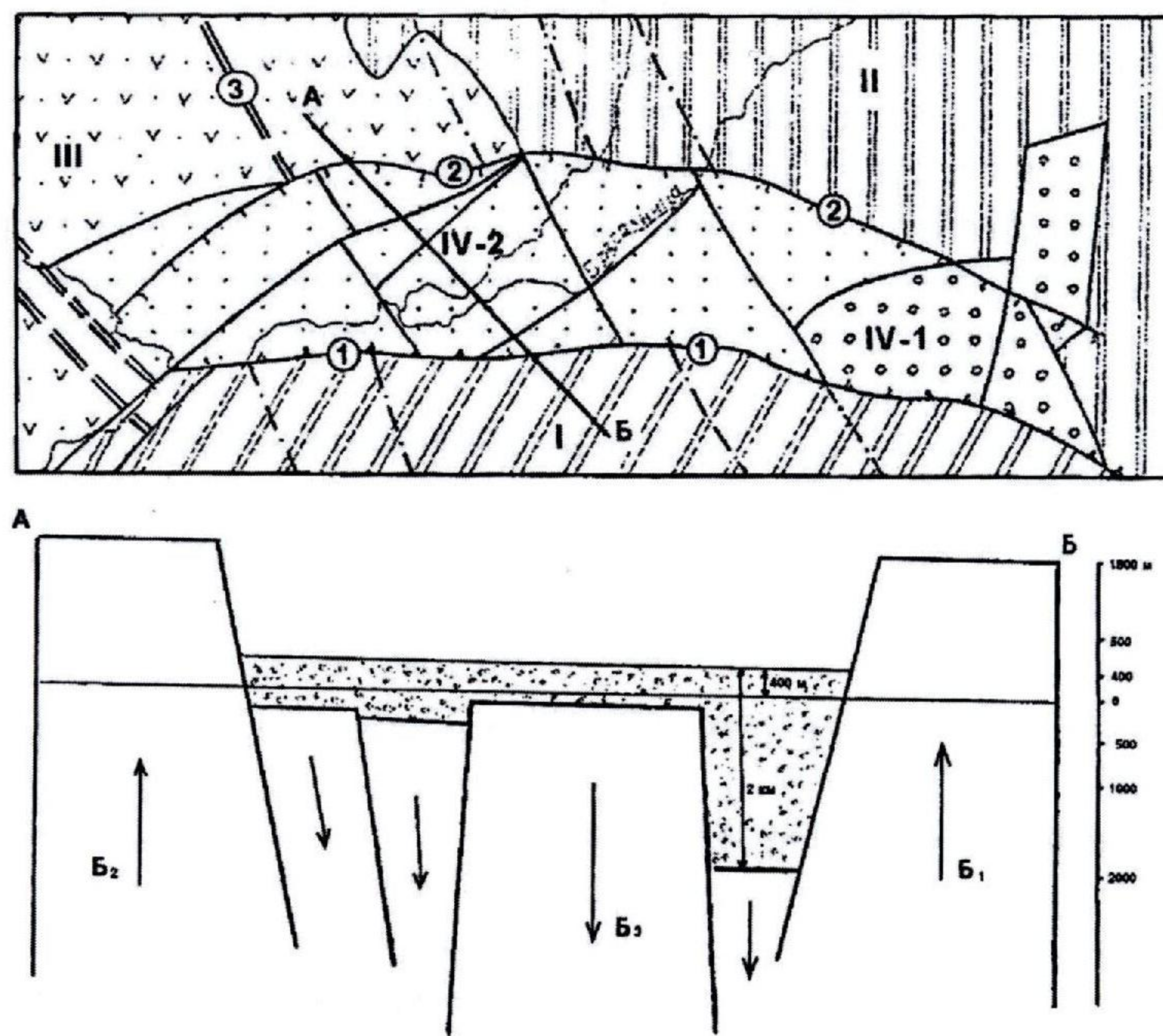
Source of heat in hydro-geothermal systems is the regional conductivity heat flow and non-cooled magmatic intrusions in shallow parts of the lithosphere.

Role of tank within the hydro-geothermal systems, have the porous rocks with a function of hydro-geological collectors. The largest spreadings have the tanks within the tertiary sediment basins, but the best reservoirs in terms of water tight and water resistant characteristics, have the karstified limestone, then, the bursted sandstones, bursted marbles, gneisses and quartzite.

From the magmatic rocks, more quality reservoir traits, have high acid and middle acid rocks. Most high-temperature hydro-thermal systems have tanks of young andezites, rhyolites, ignimbrites, basalts and granitoides.

As barriers hidrogeothermalnite systems appear rocks hydrogeological and thermal insulating properties which in terms of location can be povlatni either side. Barriers often appear geological formations represented by

На следната слика е прикажан упростен структурен модел на Кочанската депресија (сл. 8).



Издигнатии блокови изградени од неогени комплекси:

I - Плачковички блок,

II - јужен дел на Осоговски блок,

III - Неоген - доле квартерен вулкански комплекс на Крайовско
- Злешовската вулканска област;

Кочанска депресија - зона на тонење:

IV-1 - подрачје на депресијата со квартерно издигање,

IV-2 - подрачје на депресијата со континуирано тонење во неоген и квартер.

1, 2, 3 - контрасно изразени раседи во релјефот;

B1, B2, B3 - блокови на издигање и тонење

Сл. 8. Структурен модел на Кочанската депресија

4.0. ХИДРОГЕОТЕРМАЛЕН СИСТЕМ НА КОЧАНСКАТА КОТЛИНА

Формирањето на еден хидрогеотермален систем во одреден дел од земјината кора зависи од низа специфични хидрогеолошки и геотермални услови наречени елементи на хидрогеотермален систем. Тоа се:

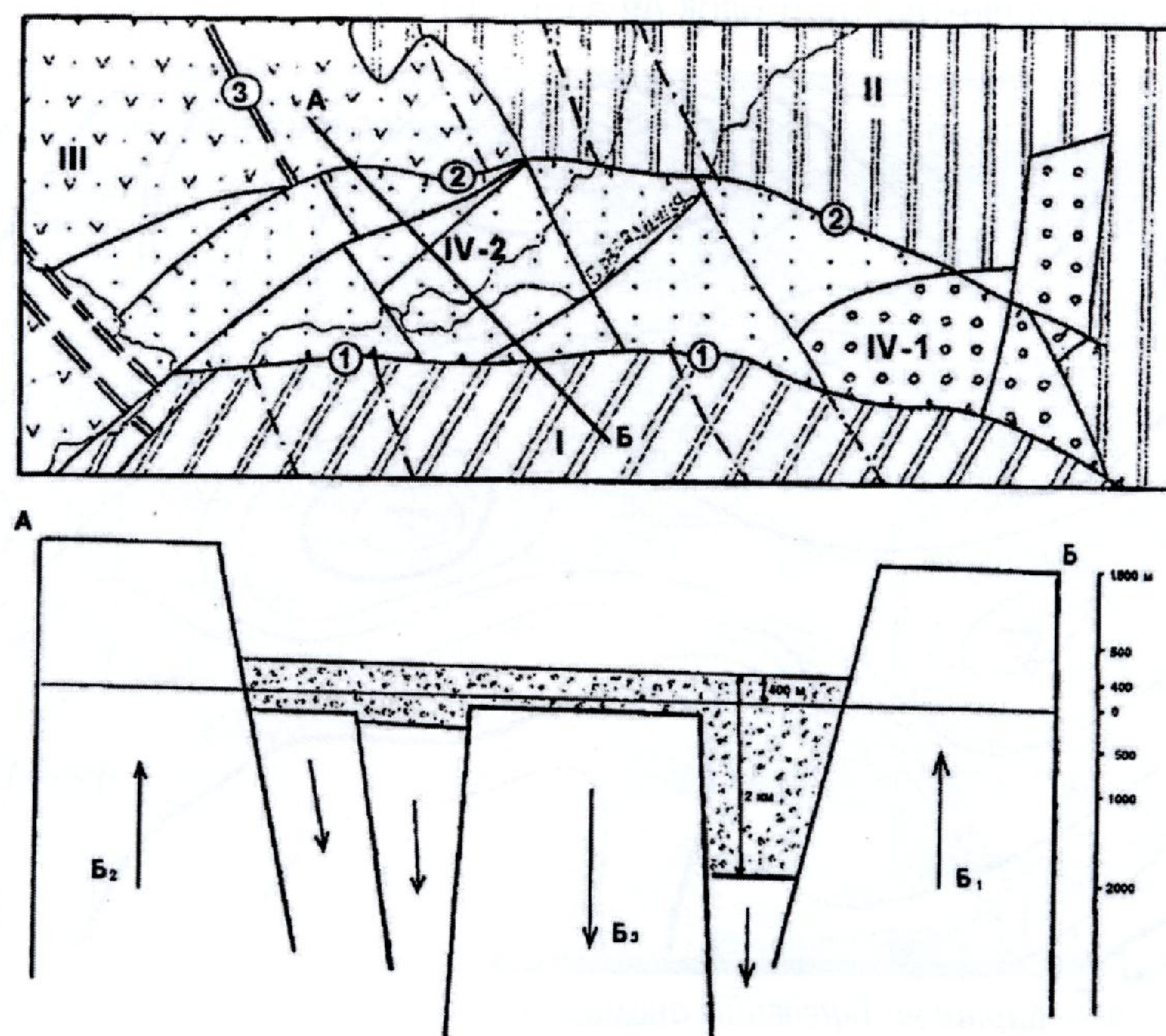
1. Извор на геотермална енергија;
2. Резервоар за акумулирање на геотермална енергија;
3. Хидрогеолошка бариера за задржување на акумулираната геотермална енергија;
4. Проводник на геотермална енергија од изворот до резервоарот;
5. Прихранување на хидрогеотермалниот систем со преносна маса на геотермалната енергија, т.е. флуид;
6. Зона за истекување на геотермалниот флуид.

Извор на топлина во хидрогеотермалните системи е регионалниот кондуктивен топлински ток и неизладените магматски интрузии во плитките делови на литосферата.

Улога на резервоар во хидрогеотермалните системи имаат порозните карпи со функција на хидрогеолошки колектори. Најголеми распространувања имаат резервоарите во состав на терциерните седиментни басени, но најдобри резервоари, во смисла на водопрпусните и вододржливите својства, имаат карстифицираните варовници, потоа испуканите песочници, испуканите мермери, гнајсеви и кварцити. Од магматските карпи, поквалитетни резервоарски особини имаат киселите и средно киселите карпи. Најголем број на високотемпературни хидрогеотермални системи имаат резервоари од млади андезити, риолити, игнимбрити, базалти и гранитоиди.

Како бариери во хидрогеотермалните системи се појавуваат карпи со хидрогеолошки и топлински

The next image shows a simplified structural model of Kochani depression (Fig. 8).



Raised blocks built of neogen complexes:

I - Plackovica block,

II - South part of the Osogovo block,

III - Neogen - down cvarter vulcanic complex of „Kratovo“-„Zletovo“ vulcanic area;

Kochani depression - zone of sinking:

IV-1 - area of depression with cvarter rising kvarterno

IV-2 - area of depression with continuous sinking in neogen and cvarter

1, 2, 3 - contrast faults expressed in the relief;

B1, B2, B3 - blocks of rising and sinking

Picture 8. Structural model of Kochani depression

4.0. HYDRO-GEOTHERMAL SYSTEM OF KOCHANI BASIN

The establishment of a hydro-geothermal system in a part of the earth's crust, depends on a variety of specific hydro-geological and geothermal conditions, called elements of hydro-geothermal system. These are:

1. Source of geothermal energy;
2. Tank storage of geothermal energy;
3. Hydrogeological barrier to retain accumulated geothermal energy;
4. Conductor of geothermal energy from the source to the tank;
5. Nourishment of the hydro-geothermal system with transmission mass of geothermal energy, i.e. fluid;
6. Zone of the geothermal fluid leakage.

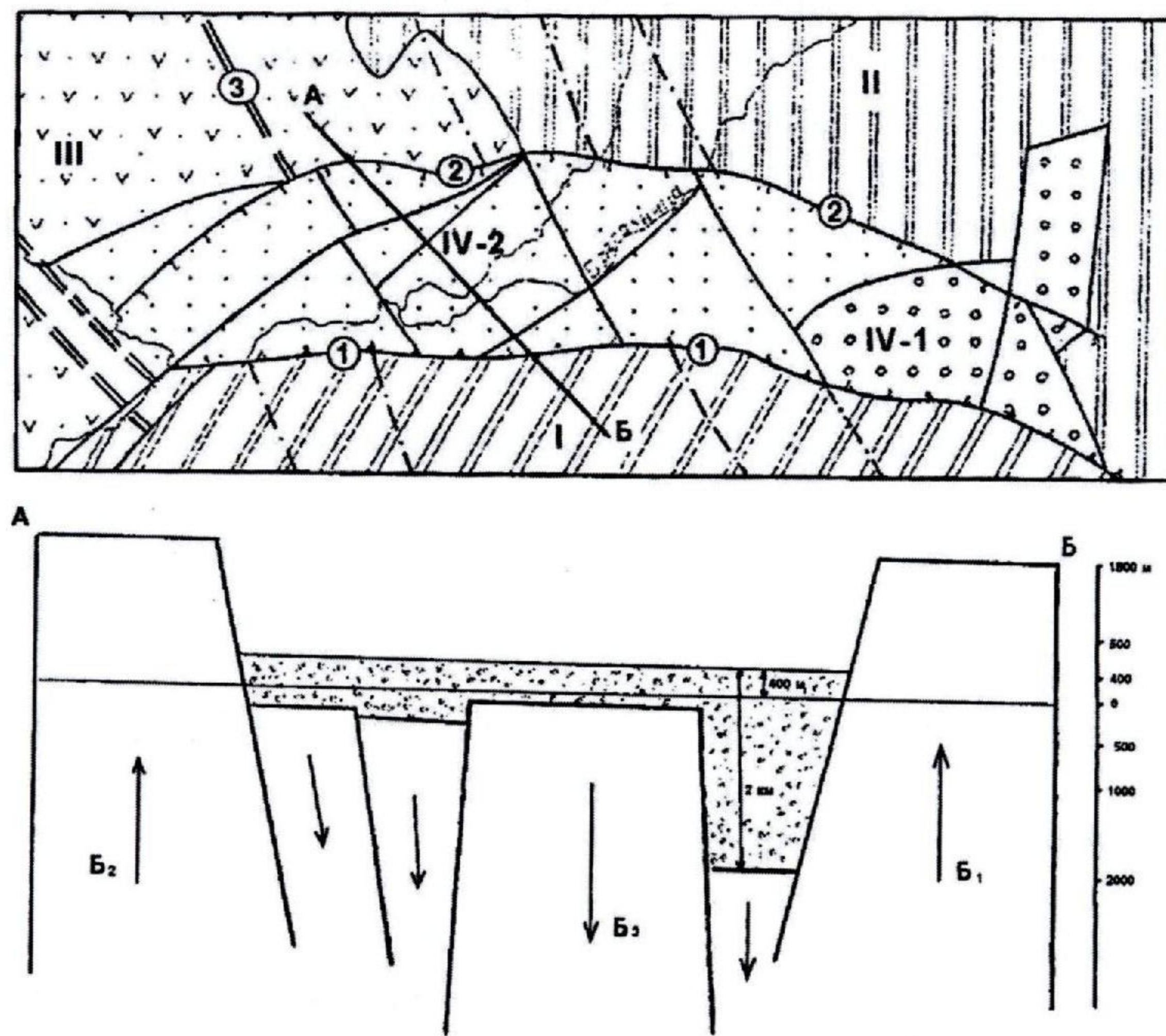
Source of heat in hydro-geothermal systems is the regional conductivity heat flow and non-cooled magmatic intrusions in shallow parts of the lithosphere.

Role of tank within the hydro-geothermal systems, have the porous rocks with a function of hydro-geological collectors. The largest spreadings have the tanks within the tertiary sediment basins, but the best reservoirs in terms of water tight and water resistant characteristics, have the karstified limestone, then, the bursted sandstones, bursted marbles, gneisses and quartzite.

From the magmatic rocks, more quality reservoir traits, have high acid and middle acid rocks. Most high-temperature hydro-thermal systems have tanks of young andezites, rhyolites, ignimbrites, basalts and granitoides.

As barriers hidrogeotermalnite systems appear rocks hydrogeological and thermal insulating properties which in terms of location can be povlatni either side. Barriers often appear geological formations represented by

На следната слика е прикажан упростен структурен модел на Кочанската депресија (сл. 8).



Издигнајќи блокови изградени од неоѓени комплекси:

I - Плачковички блок,

II - јужен дел на Осоѓовски блок,

III - Неоѓен - доле квартерен вулкански комплекс на Крајовско
- Злешовската вулканска област;

Кочанска депресија - зона на џонење:

IV-1 - џодрачје на депресијата со квартерно издигање,

IV-2 - џодрачје на депресијата со континуирано џонење во неоѓен и квартер.

1, 2, 3 - контрасно изразени раседи во релјефот;

B1, B2, B3 - блокови на издигање и џонење

Сл. 8. Структурен модел на Кочанската депресија

4.0. ХИДРОГЕОТЕРМАЛЕН СИСТЕМ НА КОЧАНСКАТА КОТЛИНА

Формирањето на еден хидрогеотермален систем во одреден дел од земјината кора зависи од низа специфични хидрогеолошки и геотермални услови наречени елементи на хидрогеотермален систем. Тоа се:

1. Извор на геотермална енергија;
2. Резервоар за акумулирање на геотермална енергија;
3. Хидрогеолошка бариера за задржување на акумулираната геотермална енергија;
4. Проводник на геотермална енергија од изворот до резервоарот;
5. Прихранување на хидрогеотермалниот систем со преносна маса на геотермалната енергија, т.е. флуид;
6. Зона за истекување на геотермалниот флуид.

Извор на топлина во хидрогеотермалните системи е регионалниот кондуктивен топлински ток и неизладените магматски интрузии во плитките делови на литосферата.

Улога на резервоар во хидрогеотермалните системи имаат порозните карпи со функција на хидрогеолошки колектори. Најголеми распространувања имаат резервоарите во состав на терциерните седиментни басени, но најдобри резервоари, во смисла на водопрпусните и вододржливите својства, имаат карстифицираните варовници, потоа испуканите песочници, испуканите мермери, гнајсеви и кварцити. Од магматските карпи, поквалитетни резервоарски особини имаат киселите и средно киселите карпи. Најголем број на високотемпературни хидрогеотермални системи имаат резервоари од млади андезити, риолити, игнимбрити, базалти и гранитоиди.

Како бариери во хидрогеотермалните системи се појавуваат карпи со хидрогеолошки и топлински

flish, laporci, or massive glinci magmatski and metamorphic rocks.

As barriers in the hydro-geothermal systems appear rocks with hydrogeological and thermal insulating properties, which in terms of location, can be roof or marginal. As barriers often appear geological formations represented by flysch, marls, slates or massive magmatic and metamorphic rocks.

Within the hydro-geothermal systems can dominate water or water steam.

Weather in one system would create steam depends on the amount of the available geothermal energy, on one hand, and the amount of mass transfer of geothermal energy, water, geothermal reservoir, on the other hand. When the reservoir yield of geothermal energy will be greater than the one required for heating, the mass transmission of geothermal energy in the tank would create steam.

The hydro-geothermal system in Kochani Basin is particularly interesting and complex system. It is conditioned by the geographical position of the valley, the boundary between the Vardar Zone and Serbo - Macedonian Massif. Broadly speaking, the contact zone between these two geotectonic units is subduction zone during the alpic orogenesis. The Serbian - Macedonian Massif is a block with characteristics of continental crust, and the Vardar zone block has features of oceanic crust.

During the neogen, when there was a failure of the lateral pressures, in the part of the former subduction, came to relaxing processes followed by fault dislocations, after that, came the active andesite volcanism and creation of trench structures, among which is the Kochani basin.

The hydro-geothermal system of Kochani Basin drains through the exploitation wells and boreholes in three fields as follows: "Banja", "Dolni Podlog" village, and "Istibanja" village.

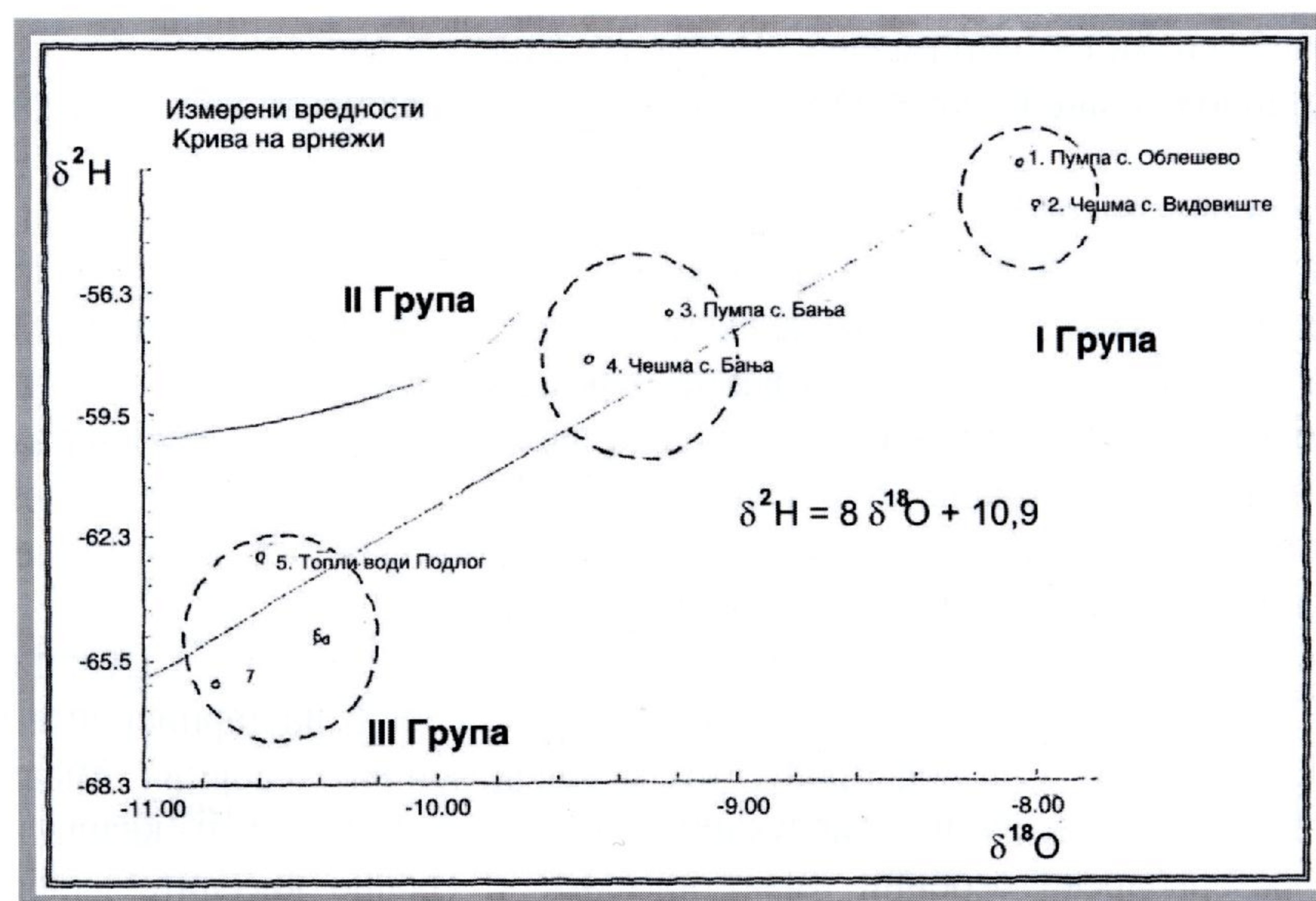
The hydro-geothermal expressions, within the first two fields, are located in direct hydraulic connection, which means that they are located in the same fault dislocation, while the expressions in the village of Istibanja, do not show hydraulic connection with the abovementioned expressions.

This suggests the possibility of the existence of two hydro-geothermal systems in Kochani Basin. The reservoir of the System "Podlog" - "Banja", belongs to the Paleozoic carbonate shales and marble, and reservoir to the Istibanja system, are gneisses and granites.

Feeding zones of these systems are marbles and shales in Plackovica near Polog - Bath and the gneisses and micaschists in the eastern brim of the basin near the village of Istibanja.

According to the type, the system Podlog - Banja, belongs to the group of running karst - fissure systems, and the system "Istibanja", belongs to the group of semi-open systems.

In the Kochani Basin, within the hydrogeological studies to determine the possibilities for re-injection of the wastewater from the field "Podlog", into a borehole in the village of "Banja", there have been several analysis of natural isotopes of thermal water, the local groundwater and local precipitation. It is appointed a process of grouping of water according to the zones of nourishment, Picture 9, that is water that is fed by local rainfall in Kochani Field (I group), then water that fed by waters that gravitate towards the valley of the lower altitudes of 1000 m (II group) and thermal waters in the field Podlog - Banja, which are fed by rainfall infiltrated the higher altitudes of 1200 m (III group).



Picture 9. Isotope composition of thermal and cold waters from Kochani Basin

изолаторски својства кои во однос на местоположбата можат да бидат повлатни или странични. Како бариери најчесто се појавуваат геолошки формации претставени со флиш, лапорци, глинци или масивни магматски и метаморфни карпи.

Хидрогеотермалните системи можат да бидат со доминација на вода или пак доминација на водена пареа. Дали во еден систем ќе се создаде пареа зависи од количината на принесената геотермална енергија, од една страна, и количината на преносна маса на геотермалната енергија, вода во геотермалниот резервоар, од друга страна. Кога во резервоарот приносот на геотермална енергија ќе биде поголем од оној потребен за загревање на преносната маса на геотермалната енергија, во резервоарот ќе се создаде водена пареа.

Хидрогеотермалниот систем во Кочанската Котлина претставува посебно интересен и сложен систем. Тоа е условено од самата географска положба на котлината, граница помеѓу Вардарската зона и Српско - Македонскиот масив. Пошироко гледано, контактната зона меѓу овие две геотектонски единици претставува субдукциска зона за време на алписката орогенеза. Српско - Македонскиот масив претставува блок со карактеристики на континентална кора, а Вардарската зона блок со особини на океанска кора. Во текот на неоген, кога дошло до попуштање на страничните притисоци во делот на некогашната субдукција, дошло до релаксациони процеси следени со раседни дислокации по кои дошло до активен андезитски вулканизам и создавање на равни структури меѓу кои е и самата Кочанска Котлина.

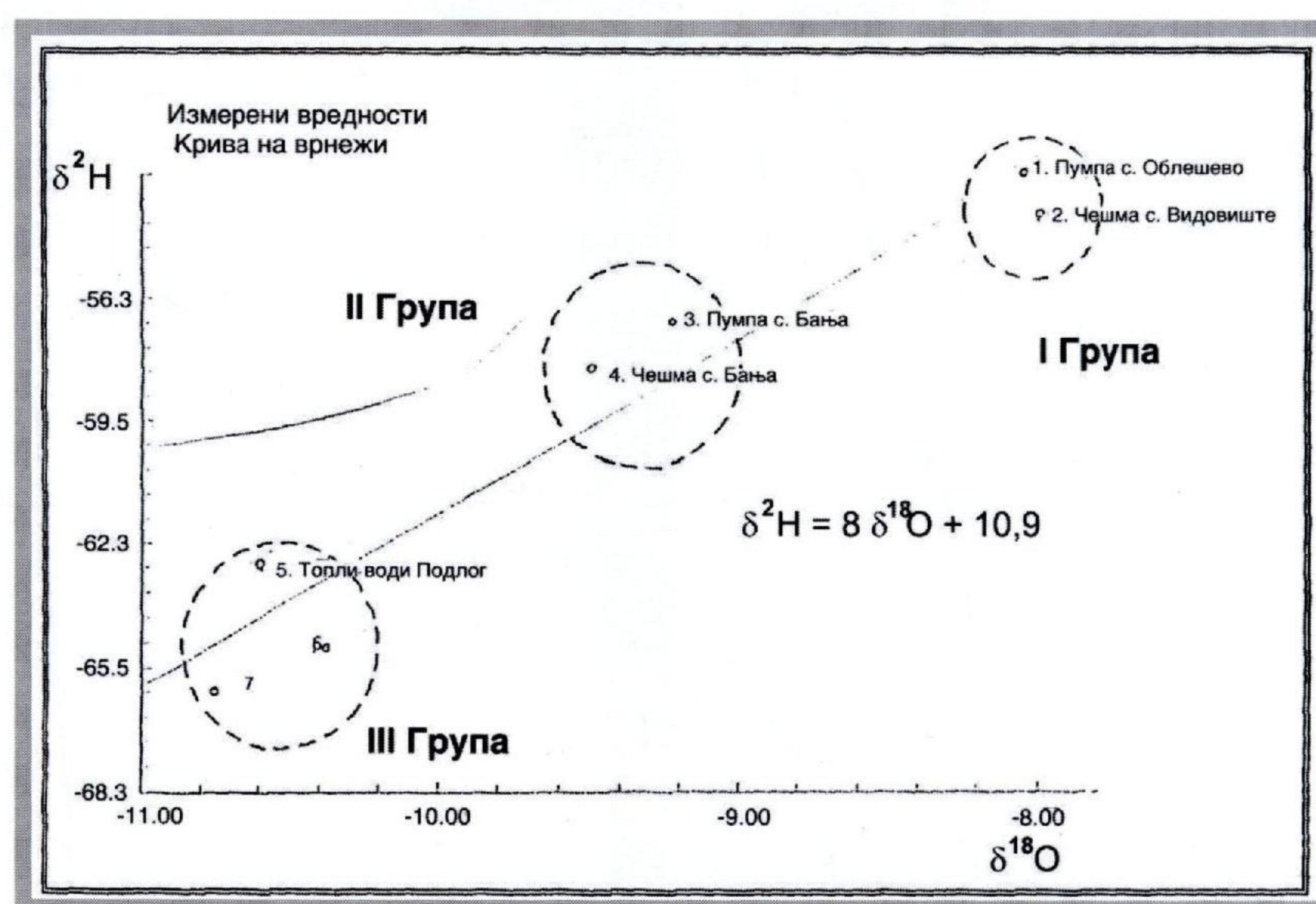
Хидрогеотермалниот систем на Кочанската Котлина се дренира преку експлоатациони бунари и дупнатини во три полиња и тоа: село Бања, село Долни Подлог и село Истибања.

Хидрогеотермалните појави во првите две полиња се наоѓаат во директна хидруличка врска, што значи дека се наоѓаат на иста раседна дислокација, додека појавите во Истибања не покажуваат хидруличка поврзаност со споменатите појави. Тоа укажува на можноста од постоење на два хидрогеотермални системи во Кочанската Котлина. Резервоар на системот Подлог - Бања се палеозоиските карбонатни шкрилци и мермери, а на системот Истибања се гнајсеви и гранити.

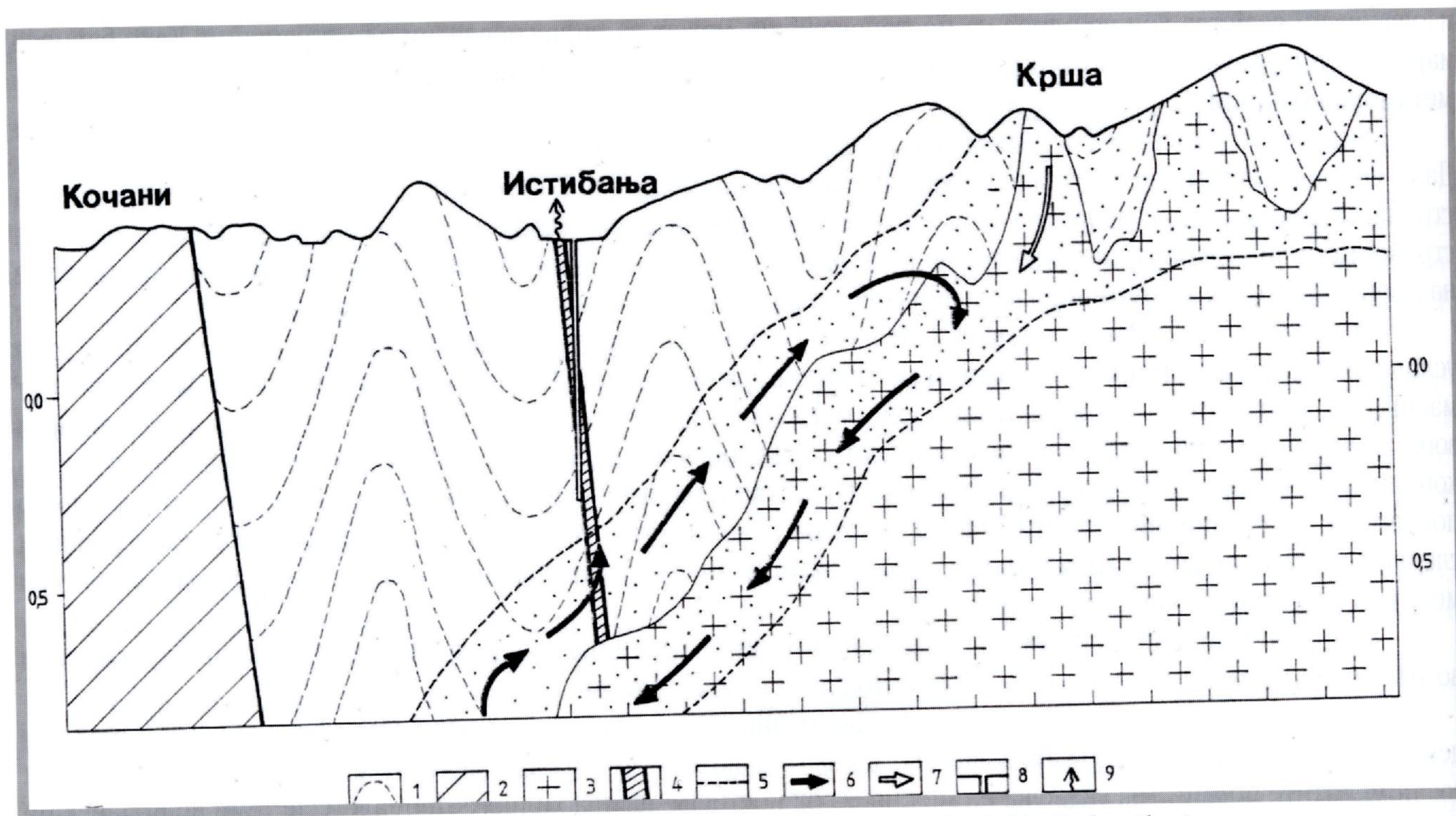
Зони на хранење на овие системи се мермерите и шкрилците на Плачковица кај Подлог - Бања и гнајсевите и микашистите во источниот раб на котлината кај Истибања.

Според типот, системот Подлог - Бања спаѓа во групата на проточните карстно - пукнатински системи, а системот Истибања во групата на полуотворените системи.

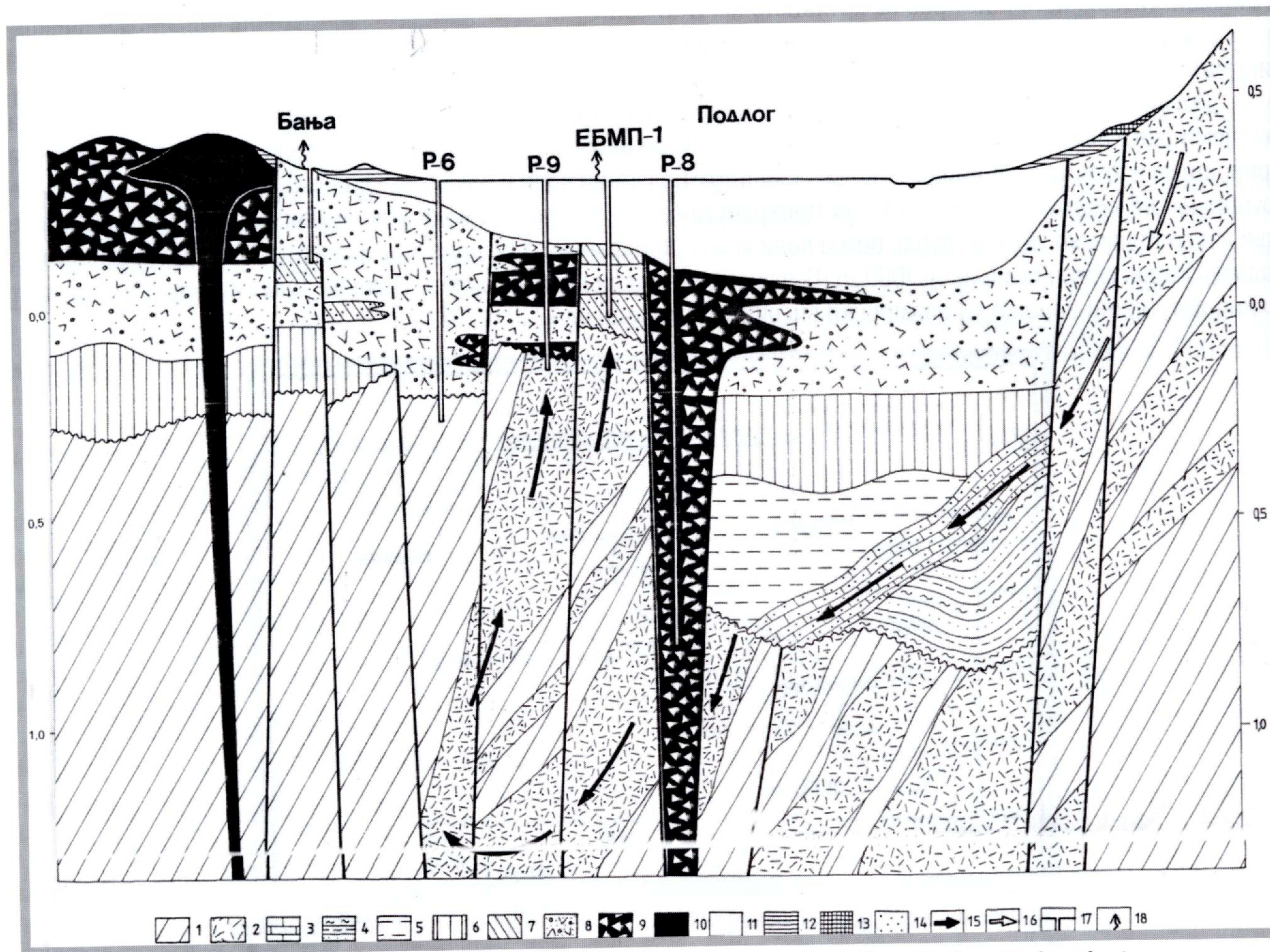
Во Кочанската Котлина, во склоп на хидрогеолошките истражувања за утврдување на можностите за реинјектирање на отпадната вода од полето Подлог во дупнатина во село Бања, направени се неколку анализи на природните изотопи од термалните води, локалните подземни води и локалните врнежи. При тоа е констатирано групирање на водите според зоните на прихранување, сл. 9, и тоа на води кои се прихрануваат од локалните врнежи во Кочанско Поле (I група), потоа води кои се прихрануваат од води кои гравитираат према котлината од надморски височини помали од 1000 m (II група) и термални води во полето Подлог - Бања кои се прихрануваат со инфилтрирани врнежи на надморски височини поголеми од 1200 m (III група).



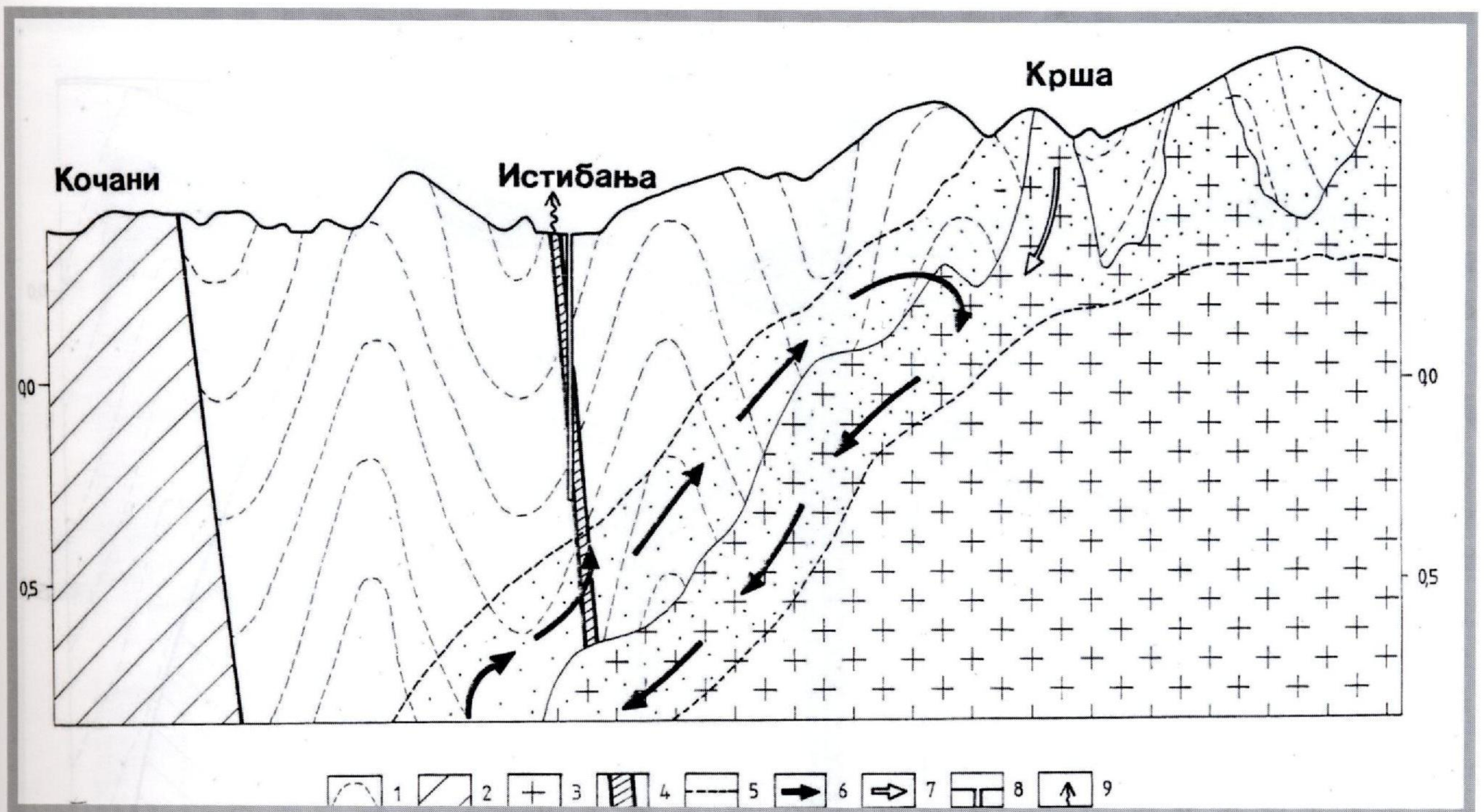
Сл. 9. Изотопски состав на термалните и ладните води од Кочанската Котлина



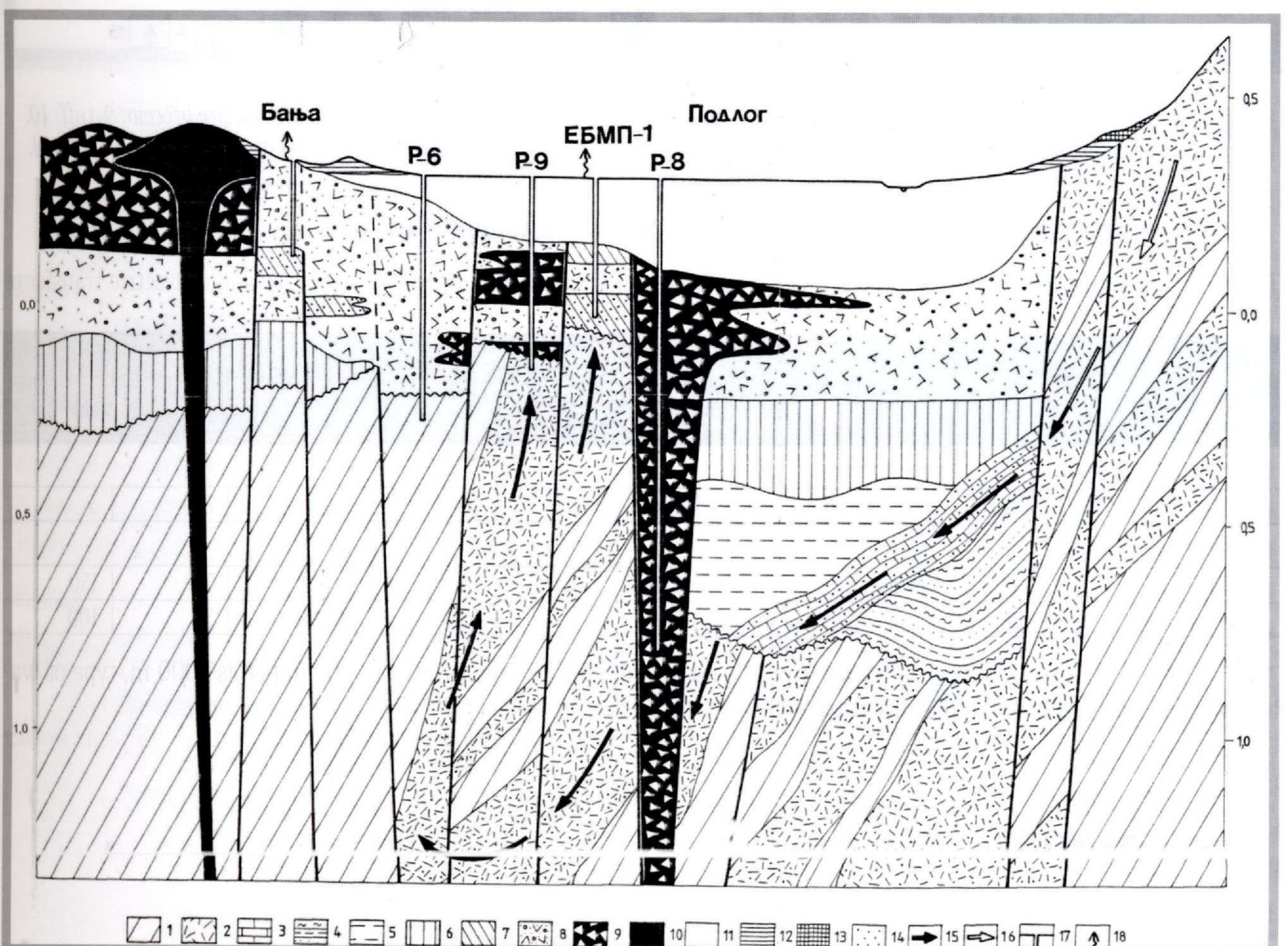
Picture 10. Forecast model of hydro-geothermal system "Istibanja" in Kochani basin
(1. Pt-gneiss; 2. Pz-shales; 3. granite; 4. Fault zone; 5. Border of hydro-geothermal reservoir; 6. superior direction of movement of thermal water; 7. Superior direction of movement of cold water; 8. derived boreholes; 9. Thermal source)



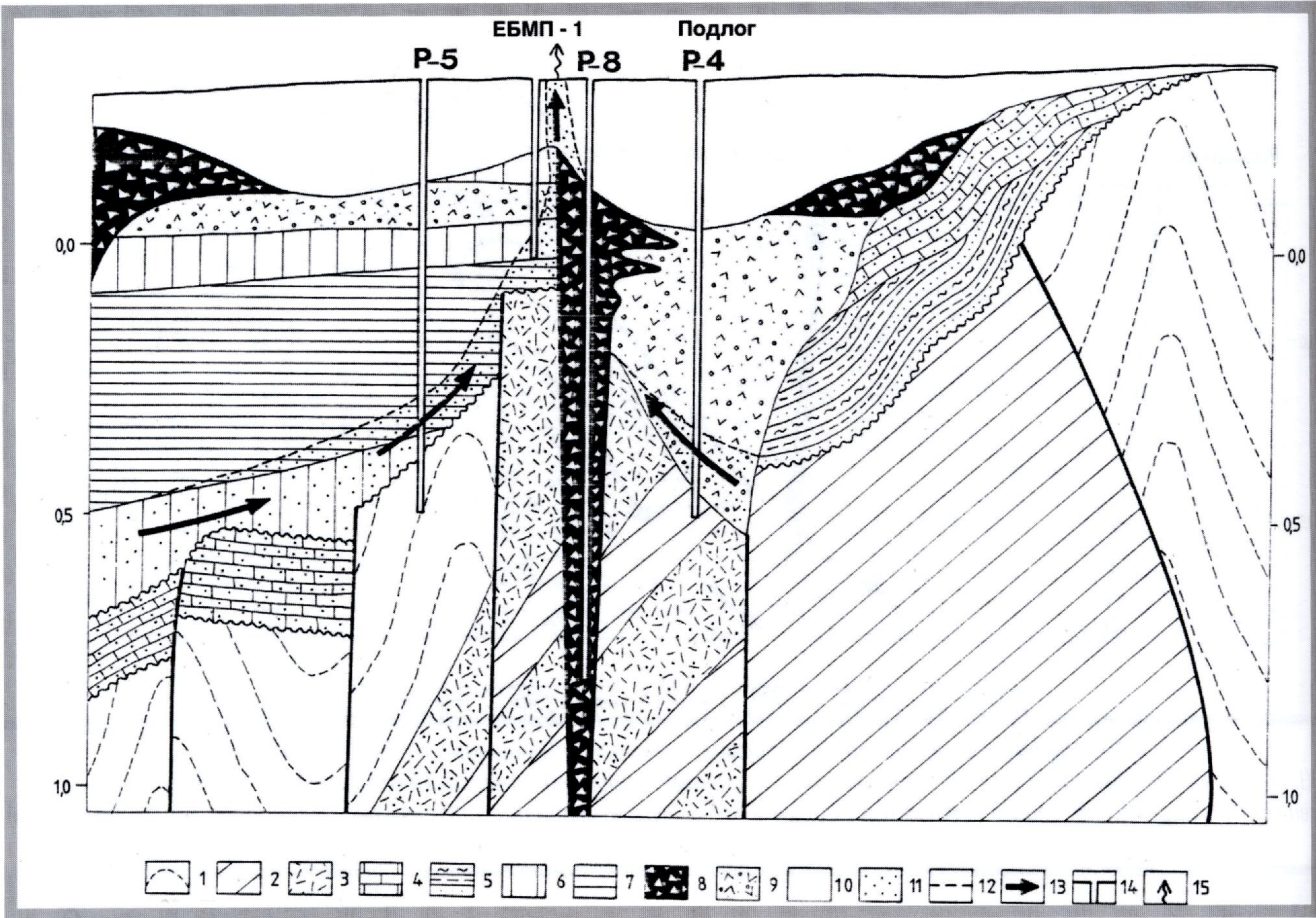
Picture 11. Forecast model system of the hydro-geothermal system Podlog - Banja in Kochani basin
(1. shales; 2. marble; 3. E₃-limestone; 4. E₃-flysch; 5. ignimbrites; 6. M₂₃-marls; 7. Tuff sandstones; 8. tuff; 9. andesite breccia; 10. andesite; 11. alluvium; 12. proluvium; 13. travertine; 14. Hydro-geothermal reservoir; 15. superior direction of movement of thermal water; 17. Superior direction of movement of cold water; 17. Derived boreholes; 18. Thermal source)



Сл. 10. Прогнозен модел на хидрогеотермалниот систем Истибања во Кочанската Котлина
(1. Pt-žnajs; 2. Pz-шкрилци; 3. гранити; 4. раседна зона; 5. граница на хидрогеотермалниот резервоар; 6. претпоставен правец на движење на термалните води; 7. претпоставен правец на движење на ладните води; 8. изведени дуинаштини; 9. термален извор)



Сл. 11. Прогнозен модел на хидрогеотермалниот систем Подлог - Бања во Кочанската Котлина
(1. шкрилци; 2. мермери; 3. E_3 -варовници; 4. E_3 -флиш; 5. инџимбрији; 6. M_{23} -лајорци; 7. шифозни песочници; 8. шиф; 9. андезитски бречи; 10. андезити; 11. алувион; 12. пролувиум; 13. травертин; 14. хидрогеотермален резервоар; 15.



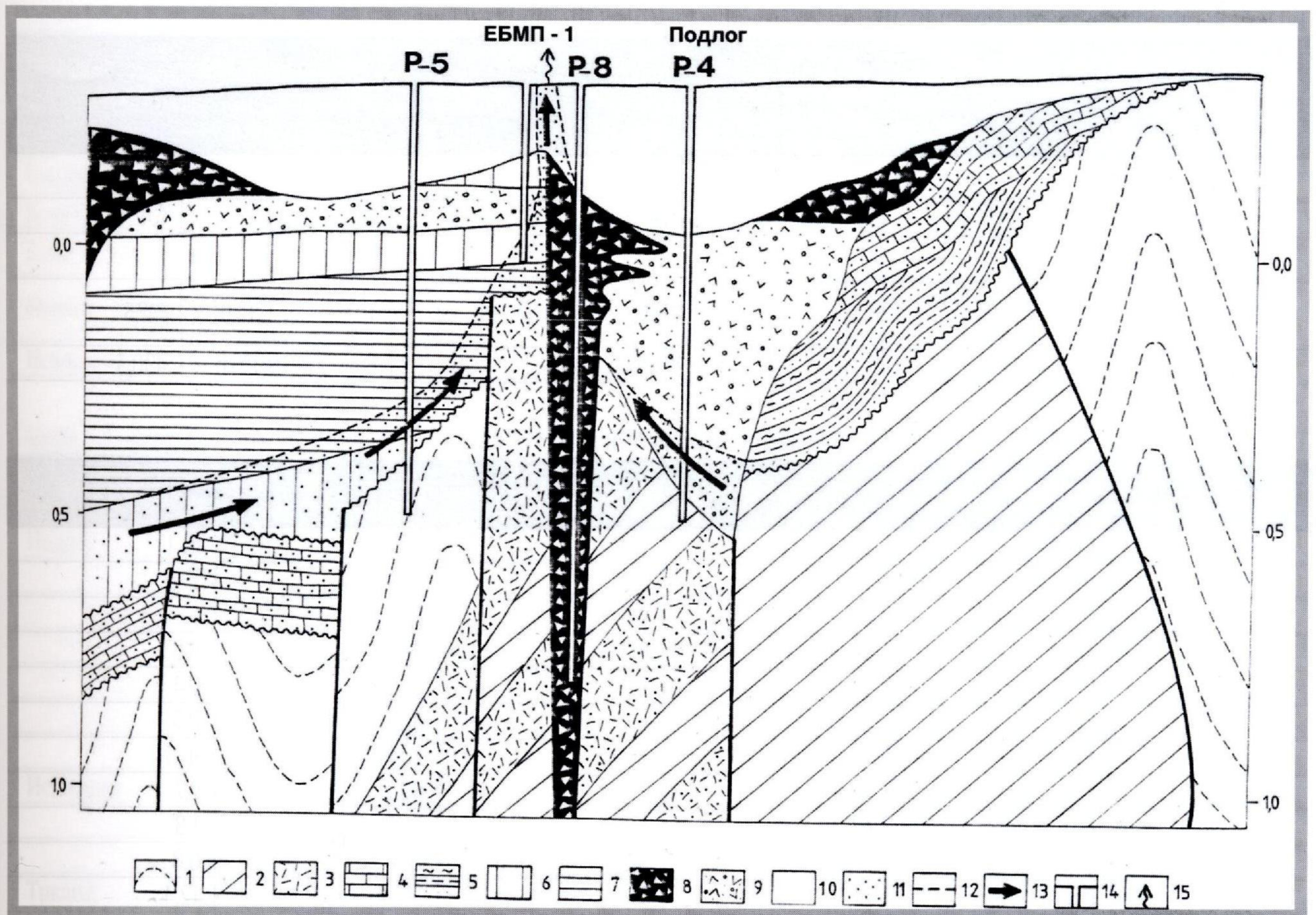
Picture 12. Forecast model of hydro-geothermal field Podlog in Kochani basin
(1. gneiss; 2. sholes; 3. marbles; 4. E3-limestone; 5. E3 - flysch; 6. Tuff sandstones; 7. M2-3 - marls; 8. Andesite breccia; 9. tuff; 10. alluvium; 12. Hydro-geothermal reservoir; 12. Border of the reservoir; 13. Superior direction of movement of thermal water; 14. Derived boreholes; 15. Thermal source)

An important parameter of hydro-geothermal systems is the volume of the tank

Table4. Estimation of the volume of the reservoir in the hydro-geothermal systems with conductive and convective transfer of geothermal energy

Hydro-geothermal system	Lithological contains	Geological age	Forecast spaciousness (km ²)	Average thickness (m)	Forecast volume (km ³)		
					rocks	water	total
Conductivity system							
Kochani basin	tuff	Pl	100	30	2.4	0.6	3
Convective transfer							
Podlog	marble shales	Pz	150	1000	142.5	7.5	150
Istibanja	gneiss	Pk	100	1000	95	5	100

Type of reservoirs in the valley are marble, carbonate shales and gneisses. The depth is 1000 m, type of wa-
ter Na - HCO₃ with a predicted temperature of 120° C.



Сл. 12. Пројнозен модел на хидрогеотермалното поле Подлог во Кочанската Котлина
(1. гнајс; 2. шкрилци; 3. мермери; 4. ЕЗ-варовници; 5. ЕЗ-флиш; 6. туфовни ѓесочници; 7. М2-3 - лайорци; 8. андезитски
бречи; 9. туф; 10. алувион; 12. хидрогеотермален резервоар; 12. граница на резервоарот; 13. претпоставен правец на
движење на термалните води; 14. изведени количини; 15. термален извор)

Важен параметар на хидрогеотермалните системи е волуменот на резервоарот.

Табела 4. Оцена на волуменот на резервоарите во хидрогеотермалните системи со кондуктивен и конвективен пренос на геотермална енергија

Хидрогеотермален систем	Литолошки состав	Геолошка старост	Прогнозна пространост (km ²)	Просечна дебелина (m)	Прогнозна зафатнина (km ³)		
					карпи	вода	вкупно
Кондуктивен систем							
Кочанска Котлина	туф	P1	100	30	2.4	0.6	3
Конвективен пренос							
Подлог	мермери шкрилци	Pz	150	1000	142.5	7.5	150
Истибања	гнајс	Pk	100	1000	95	5	100

Тип на резервоари во котлината се мермери, карбонатни шкрилци и гнајсеви. Длабочината е до 1000 m, тип на вода Na - HCO₃ со прогнозна температура до 120° C.

Table 5. Retained heat energy in conductive and convective hydro-geothermal resources

Hydro-geothermal system	Lithological containts	Forecast tem- perature (°C)	Forecast volume					
			In rocks		In water		Total	
			10 ¹⁶ J	10 ⁶ T _H	10 ¹⁶ J	10 ⁶ T _H	10 ¹⁶ J	10 ⁶ T _H
Conductivity system								
Kochani basin	tuff	50	26,4	6,3	0,6	0,1	27	6,4
Convective transfer								
Podlog	m a r b l e s shales		3061	734,6	53,9	12,9	3114,9	747,5
Istibania	gneiss		2040,6	489,7	36	8,6	2076,6	498,3

Table 6. Quantity of geothermal energy which is used in hydro-geothermal systems

Locality	Phenomenon	Temperature (°C)	Quantity (l/s)	Quantity and power	
				10 ¹² J	Mwt
Podlog	EBMP-1	78	150	1306	41,1
	R-3	77,8	80	694,9	22
	K-1	32	0,5	1,06	
	K-1	40,6	6,9	26,1	0,8
	R-11	50,6	2,6	13,2	0,4
	Ka-1	22,4	6	8,2	0,3
	EB-1	78	350	3049,4	96,7
Istibanja	I-5	66,4	12	86,2	2,7
	I-3	67	5	36,3	1,8
	I-4	56,6	4,2	24,7	0,8
Trkanje	EB-2	71,3	50	391,4	12,4
	R-9	71,3	85	66,5	2,1
Banja	B-1	63	8,3	55,9	1,8
	B-2	63,2	55,3	373,8	11,8
	R-1	63	30	202	6,4
	R-6	40	1	3,7	0,1

The energy equivalent of geothermal energy that exploits "Geoterma" - Kochani, annually, corresponding to 16 000 t oil.

5.0. CONCLUSION

- Kochani Basin is an area with a relatively high degree of research and rich collection of data;
- There is a necessity of defining the lithological composition and structure within the depression;
- Definition of the hydro-collectores and zones of hydro-isolators;
- Determination of the spatial layout of the geothermal field;
- Defining the hydraulical links in Kochani Basin and the internal connection of lithological complexes in the basin;
- Determination of the maximum possible capacity of use of geothermal water;
- Using the re-injection system to increase the stability of the system;
- Perform investigative borehole in the space of gravimetric minimum;
- Implementation of a new investigative series in the southern parts of the basin to detect the existence of petro-geothermal energy and its further exploitation;
- The application of the system re-injection is the unique model for the protection of the environment, saving geothermal system for a long period;
- Region of Eastern Macedonia and Vardar zone are space with high capacity of geothermal energy and as such should be priorities in research to define the specific site of geothermal energy;
- Establishing a database of existing research and acquired knowledge. Availability of information to the public, to attract investors for exploration and exploitation of geothermal energy;

Табела 5. Акумулирана топлинска енергија во кондуктивните и конвективните хидрогеотермални ресурси

Хидрогеотермален систем	Литолошки состав	Прогнозна температура (°C)	Прогнозна зафатнина					
			Во карпи		Во вода		Вкупно	
			10 ¹⁶ J	10 ⁶ Tн	10 ¹⁶ J	10 ⁶ Tн	10 ¹⁶ J	10 ⁶ Tн
Кондуктивен систем								
Кочанска Котлина	туф	50	26,4	6,3	0,6	0,1	27	6,4
Конвективен пренос								
Подлог	мермеришкрилци		3061	734,6	53,9	12,9	3114,9	747,5
Истибања	гнајс		2040,6	489,7	36	8,6	2076,6	498,3

Табела 6. Количина на геотермална енергија која се користи во хидрогеотермалните системи

Локалност	Појава	Температура (°C)	Количина (л/с)	Количина и снага	
				10 ¹² J	Mwt
Подлог	ЕБМП-1	78	150	1306	41,1
	P-3	77,8	80	694,9	22
	K-1	32	0,5	1,06	
	K-1	40,6	6,9	26,1	0,8
	P-11	50,6	2,6	13,2	0,4
	Ka-1	22,4	6	8,2	0,3
	ЕБ-1	78	350	3049,4	96,7
Истибања	И-5	66,4	12	86,2	2,7
	И-3	67	5	36,3	1,8
	И-4	56,6	4,2	24,7	0,8
	Тркање	ЕБ-2	71,3	391,4	12,4
Бања	P-9	71,3	85	66,5	2,1
	Б-1	63	8,3	55,9	1,8
Бања	Б-2	63,2	55,3	373,8	11,8
	P-1	63	30	202	6,4
	P-6	40	1	3,7	0,1

Енергетскиот еквивалент на геотермалната енергија што ја експлоатира „Геотерма“ - Кочани, на годишно ниво, соодветствува на 16 000 t мазут.

5.0. ЗАКЛУЧОК

- Кочанската Котлина претставува простор со релативно висок степен на истраженост и богат фонд на податоци;
- Потребно е дефинирање на литолошкиот состав и структурен склоп на депресијата;
- Дефинирање на хидроколекторите и зоните на хидроизолатори;
- Определување на просторниот распоред на геотермалното поле;
- Дефинирање на хидрауличките врски во Кочанската Котлина и внатрешната поврзаност на литолошките комплекси во самата котлина;
- Определување на максимално можниот капацитет на искористување на геотермалната вода;
- Користење на системот за реинјектирање со цел зголемување на стабилноста на системот;
- Изведување на истражна дупнатина во просторот на гравиметрискиот минимум;
- Спроведување нов истражен циклус во јужните делови на котлината за откривање на постоење петрогеотермална енергија и нејзино понатамошно искористување;
- Примената на системот за реинјектирање е единствен модел за заштита на околната средина, зачувување на геотермалниот систем за долг период;
- Регионот на Источна Македонија и Вардарска зона претставуваат простор со висок капацитет на геотермална енергија и како такви треба да претставуваат приоритет во истражувањата за дефинирање на конкретно наоѓалиште на геотермална енергија;
- Формирање база на податоци од досегашните истражувања и стекнати сознанија. Достапност на

- Development of geothermal technology systems with a combination of other alternative energies to make full use of energy.

6. REFERENCES

1. Blazev K., Arsovski M. - Tectonic position of the mineral springs in Kochani depression, Congress Budva, 1984
2. Delipetrov M. - Geomagnetic field of the Republic of Macedonia, MA, 2007
3. Delipetrov T. - Relationship between crust and subrust structures on the territory of Macedonia and seismicity, PhD., 1991
4. Doneva B. - Correlation between real geological environment and the geo-electric model, MA, 2009
5. Gorgieva M. - Geothermal resources in Vardar zone and Serbian-Macedonian mass on the teritorry of Macedonia, PhD., 1995
6. Karakashev D. - Model of geothermal system of Kochani depression and possibilities for its use in the East-Macedonian zone, PhD., 2007

податоците до јавноста сè со цел да се привлечат инвеститори за истражување и експлоатација на геотермална енергија;

- Развивање на геотермални технолошки системи со комбинација на други алтернативни енергии за целосно искористување на енергијата.

6. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Блажев К., Арсовски М. - Тектонски положај термоминералних извора у Кочанској депресији, Конгрес Будва, 1984
2. Делипетров М. - Геомагнетно поле на Република Македонија, магистерски труд, 2007
3. Делипетров Т. - Врска помеѓу коровите и подкоровите структури на територијата на Македонија и сеизмичноста, докторска дисертација, 1991
4. Донева Б. - Корелација помеѓу реалната геолошка средина и геоелектричниот модел, магистерски труд, 2009
5. Ѓоргиева М. - Геотермални ресурси во Вардарската зона и Српско-Македонската маса на територијата на Македонија, докторска дисертација, 1995
6. Каракашев Д. - Модел на геотермален систем на Кочанската депресија и можности за негова примена во источно македонската зона, докторска дисертација, 2007