



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
Институт за геологија
Катедра за хидрологија и геотехника
Студиска програма хидрогеологија

Дарко Герасимов
БР.НА ИНДЕКС
21390

ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЕОТЕРМАЛНИОТ
СИСТЕМ НА БАЊАТА КЕЖОВИЦА - ШТИП

-МАГИСТЕРСКИ ТРУД-

Штип, септември 2017 година

Комисија за оценка и одбрана:

Ментор: Проф. д-р Војо Мирчовски
Редовен професор, Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип

член: Проф. д-р Гоше Петров
Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце
Делчев” - Штип

член: Доц.д-р Горги Димов
Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце
Делчев” - Штип

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател: Проф. д-р Гоше Петров
Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце
Делчев” - Штип

член: Проф. д-р Војо Мирчовски
Редовен професор, Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип

член: Доц.д-р Горги Димов
Редовен професор, Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип

Научно поле: применета геологија и геофизика

Научна област: хидрологија/хидрогеологија

Датум на одбрана: ___26.09.2017 год_

Датум на промоција: _____

БЛАГОДАРНОСТ

Чувствувам обврска да изразам благодарност до сите оние кои на некој начин помогнаа при реализирањето на овој магистерски труд, за тој да ја добие потребната содржина во која ќе биде презентираан.

Најпрво сакам да изразам благодарност на проф. д-р Војо Мирчовски од факултетот за Природни и технички науки што прифати да биде ментор на овој магистерски труд и за севкупната помош што ми ја даваше при неговата изработка.

Благодарност изразувам и на членовите на комисијата Проф. д-р Гоше Петров и Доц.д-р Горги Димов. од факултетот за природни и технички науки за дадените корисни совети и сугестии при изработката на магистерскиот труд.

ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЕОТЕРМАЛНИОТ СИСТЕМ НА БАЊАТА КЕЖОВИЦА – ШТИП

Краток извадок:

Геотермалниот систем на Бањата Кежовици се наоѓа во источниот дел на Република Македонија во близина на Ново Село, на околу 2,5 km југозападно од центарот на градот Штип.

Од геотектонски аспект, поширокиот регион на истражуваниот простор се наоѓа на граничната зона помеѓу српско - македонската маса и вардарската зона, а додека поблиската околина на бањата Кежовица припаѓа во вардарската зона.

Бањата Кежовица е позната уште од времето на турското владеење во Македонија кога се користела, како и денес, за здравствени цели и за лична хигиена. Пишувани податоци за изградбата на бањата не постојат, но се претпоставува дека таа е изградена од Турците кој крајот на XVII век.

Во рамките на геотермалниот систем на бањата Кежовица постојат четири бунари од кои може да се врши експлоатација на термоминералната вода, кои се означени како Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3. Сите четири бунари се изработени од Геолошки завод од Љубљана, Ес-3 во 1953, Б-1, Б-2 и Б-3 во 1976/77 година.

Бунарите Б-1 и Ес-3 се наоѓаат во непосредна близина на бањата Кежовица и термоминералната вода од нив се користи за потребите на бањата и за физикалната терапија. Другите два бунари означени како Б-2 и Б-3 се наоѓаат на локалитетот Л'ци во близина на реката Брегалница. Термоминералната вода од овие два бунара моментално не се користи. На овој локалитет, во близина на бунарот Б-2 се наоѓа извор со термоминерална вода што се користи од локалното население на Ново Село.

За одредување на експлоатационата издашност на бунарите во текот на октомври 2015 година е извршено нивно тестирање.

Поединечниот експлоатационен капацитет на црпење на бунарите изнесува $Q_{\text{ехр}} \text{ Б-1} = 1,7 \text{ l/s}$, $Q_{\text{ехр}} \text{ Б-2} = 12,5 \text{ l/s}$, $Q_{\text{ехр}} \text{ Б-3} = 8,9 \text{ l/s}$, $Q_{\text{ехр}} \text{ С-3} = 3,3 \text{ l/s}$
Вкупниот експлоатационен капацитет на сите бунари изнесува $Q_{\text{вкуп}} = 1,7 + 12,5 + 8,9 + 3,3 = 26,4 \text{ l/s}$.

Во текот на тестирањето на бунарите е мерена и температурата на водата при што кај Б-1 е измерена температура од 58°C., Б-2 52°C, Б-3 61°C. и кај Ес-3 62°C.

Основните хидрогеолошки параметри на водоносната средина - коефициентот на филтрација (K), коефициентот на трансмисивност (T) и радиусот на влијание (R), се пресметани за услови на стационарно струење во рамки на водоносник со ниво под притисок, без директно влијание на површински води.

Коефициентот за филтрација за бунарот Б-1=0,688 (m/den) , Б-2=0,034 (m/den) , Б-3=51,36 и за Ес-3=38,29.

Коефициентот за трансмисивност за бунарот Б-1=16,67 (m^2/s) , Б-2=3,3 (m^2/s), Б-3=51,36 (m^2/s) и за Ес-3 =38,29(m^2/s).

Радиусот на депресија за бунарот Б-1=68 m, Б-2=62 m, Б-3=155 m и за Ес-3=49 m.

Вредностите на хидрогеолошките параметри од бунар до бунар се разликуваат, што укажува на нехомогената испуканост на гранитите, односно нехомогената порозност во водоносната средина.

Вредностите на радиусите на влијание покажуваат дека постои радиус на влијание помеѓу Б-1 и Ес-3 и помеѓу Б-2 и Б-3, бидејќи растојанието помеѓу Б-1 и Ес-3 е само 4 m, а помеѓу Б-2 и Б-3 е 30 тина m. Додека радиус на влијание помеѓу бунарите Б-1 и Ес-3 во однос на бунарите Б-2 и Б-3 не постои, бидејќи растојанието помеѓу Б-1 и Ес-3 во однос на дупнатините Б-2 и Б-3 изнесува повеќе од 300 m. Радиусот на влијание помеѓу споменатите бунари како што беше споменато е регистриран и со истовременото тестирање на бунарите Б-1 и Ес-3 и на Б-2 и Б-3.

Врз основа на добиените податоци со хидрогеолошките истражувања се пресметани: статичките, експлоатационите и динамичките резерви на термоминералната вода во геотермалниот систем на бањата Кежовица.

Статичките резерви за геотермалниот систем за површина од 1 km² изнесуваат $Q_{st}=10,1 \times 10^6 m^3$.

Динамичките резерви се $Q_{din} = 832,550 \times 10^3 m^3/год$

Експлоатациони резерви се $Q_{exp} = 1,236 \times 10^6 m^3/год$.

Прихранувањето со вода на геотермалниот систем се врши со инфилтрацијата на атмосферските врнежи преку раседните структури и пукнатинските системи на штипските гранити.

Со пресметките за билансот на подземните води се добива дека од вкупната количина на врнежи која изнесува $8.215.000 \text{ m}^3$ кои паѓаат за период од 1 година на гранитниот масив на површина од 50 km^2 , за обновување на количината на вода што би се црпела со експлоатационите бунари треба да се инфилтрираат само 10%. Останатата количина на вода од врнежите врши обновување на резервите во водоносниците со слободно ниво, дел истекува површински во околните водотеци.

Key words: геотермален систем, експлоатациони бунари, бања Кежовица, хидрогеолошки параметри, коефициент на филтрација, радиус на влијание, коефициент на трансмисивност.

HYDROGEOLOGIC FEATURES OF KEZOVICA SPA GEOTHERMAL SYSTEM – STIP

Abstract:

The geothermal system Kezovica spa is located in the eastern part of Macedonia near Novo Selo about 2,5 km southwest of the city center Stip.

From geotectonic terms the wider region of the investigated area is located on the border zone between the Serbo- Macedonian masive and Vardar zone, while the vicinity of the spa Kezovica belongs to the Vardar Zone.

The Kezovica spa is known since the time of turkish rule in Macedonia when it was used until today for medical purposes and for personal hygiene. There is not known written records about the construction of the spa there but presumably it was built by the Turks that the end of XVII century.

Within the geothermal system Kežovica there are four wells which can be exploited thermal water designated as B-1, B-2, B-3 and S3. All four wells are made of Geological Institute in Ljubljana, S-3 in 1953, B-1, B-2 and B-3 in the 1976/77 year.

Wells B-1 and S-3 is located near the Kezovica spa and the thermal water from them is used for the spa and physical therapy. The other two wells designated as B-2 and B-3 are at the L'dzi locality, near the river Bregalnica. Thermal water from these two wells are currently not used. At this locality, near the well B-2 is a thermal mineral spring water used by the local population of Novo Selo.

To determine the exploitation capacity of the wells during October 2015 has been made pump testing.

The individual operating capacity of the extraction wells is $Q_{exp} B-1 = 1,7$ l/s; $Q_{exp} B2=12,5$ l/s; $Q_{exp} B-3=8,9$ l/s; $Q_{exp} S-3=3,3$ l/s.

The total operating capacity of all wells is $Q_{total} = 1,7+12,5+8,9+3,3=26,4$ l/s.

During pump testing of the wells, measured temperature of the water in the B-1 was 58° C. in the B-2 was 52°, the B-3 was 61° C and the S-3 was 62° C.

The main hydrogeological parameters of the water supply environment as: filtration coefficient (K), the coefficient of transmissibility (T) and radius of influence (R), was calculated for steady flow conditions within the aquifer under pressure level with no direct impact on surface waters.

Filtration coefficient of well B-1 = 0,688 (m / den), B-2 = 0,034 (m / den), B-3 = 51.36 and S=38.29.

The coefficient of transmissibility of well B-1 = 16,67 (m²/s), B-2 = 3,3 (m²/s), B-3 = 51,36 (m²/s) and S=38,29 (m²/s).

The radius of depression well B-1=68 m, B-2=62 m, B=155 m 3 and S-3 = 49 m.

The values of hydrogeological parameters from well to well differ indicating nonhomogenous cracking the granite or nonhomogenous porosity in the water supply environment.

The values of the radiuses of influence show that there is a radius of influence between B-1 and S-3 and between the B-2 and B-3, because the distance between B-1 and S-3 is only 4 m, and between B-2 and B-3 is around 30 m. While the radius of influence between wells B-1 and S-3 with respect to the wells B-2 and B-3 does not exist because the distance between B-1 and S-3 with respect to borehole B-2 and B-3 is over 300 m. The radius of influence between mentioned wells are registered with simultaneous pumping testing B-1 and S-3 wells, and B-2 and B-3 wells.

Based on the hydrogeological studies data, were calculated: the static, dynamic and exploitation reserves of thermal water in the geothermal system Kezovica spa. Static supplies geothermal system with 1 km² area, amount Q_{st.}=10,1 x 10⁶ m³.

Dynamic reserves Q_{din.}=832,550x10³m³/year.

Exploitation reserves Q_{exp}=1,236x10⁶m³/year.

The maintenance of water on the geothermal system is performed by infiltration of precipitation through the fault structures and fissure systems of Stips granites.

The calculations of balance of groundwater is obtained that the total amount of rainfall, that is 8 215 000 m³ falling for 1 year of the granite massif area of 50 km² recovery of the amount of water that would draw with exploitation wells have to infiltrate only 10%. The remaining amount of water carried by precipitation recovery aquifer reserves in the free level, and one part surface swelling the surrounding waterways.

Key words: geothermal system, exploitation wells, Kezovica spa, hydrogeological parameters, filtration coefficient, radius of influence, transmissibility coefficient.

СОДРЖИНА

	КРАТОК ИЗВАДОК.....	i
	ABSTRACT.....	ii
	СОДРЖИНА.....	iii
1.	ВОВЕД.....	11
2.	ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА	12
3.	ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО.....	13
4.	МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКА РАБОТА.....	14
5	ГЕОГРАФСКА ПОЛОЖБА НА ИСТРАЖУВАНИОТ ТЕРЕН.....	14
6	КЛИМАТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИСТРАЖУВАНИОТ ТЕРЕН.....	15
6.1	Температура.....	15
6.2.	Врнежи.....	17
7.	ХИДРОГРАФСКИ И ХИДРОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ	18
8.	ГЕОМОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ.....	19
9.	ГЕОЛОШКА ГРАДБА НА ПОШИРОКАТА ОКОЛИНА	20
9.1.	ПРЕКАМБРИСКИ КАРПИ.....	20
9.2.	ЈУРСКИ МАГМАТСКИ КАРПИ.....	21
9.3.	ПАЛЕОГЕНИ СЕДИМЕНТИ	22
9.4.	НЕОГЕНИ КАРПИ.....	25
9.5.	КВАРТЕРНИ КАРПИ.....	26
9.6	ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	28
10.	ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКАТА КОЛИНА .	29
10.1.	ЗБИЕН ТИП НА ВОДОНОСНИЦИ.....	29
10.2.	ПУКНАТИНСКИ ТИП НА ВОДОНОСНИЦИ.....	30
10.3.	ВОДОНЕПРОПУСНИ КАРПИ (ПРЕТЕЖНО ВОДОНЕПРОПУСНИ КАРПИ)	31
10.4.	ХИДРОГЕОЛОШКА РЕОНИЗАЦИЈА НА ТЕРЕНОТ.....	31
10.4.1.	Регион со водопрпусни карпи.....	31
10.4.2.	Регион на претежно водонепропусни и водонепропусни карпи.....	32
10.5.	ХИДРОГЕОЛОШКА ФУНКЦИЈА НА ЛИТОЛОШКИТЕ ЧЛЕНОВИ.....	32
10.5.1..	Хидрогеолошки колектори.....	32
11.	ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВОДОНОСНИТЕ ЗОНИ ...	33

11.1.	ВИДОВИ НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ.....	34
11.2.	УСЛОВИ ЗА ФОРМИРАЊЕ НА ВОДОНОСНИЦИ.....	34
11.3.	СУБАРТЕСКИ И АРТЕСКИ ПРИТИСОЦИ И НИВОА НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ.....	35
11.4	ДИМЕНЗИИ, ГРАНИЦИ И ПОЛОЖБА НА ВОДНОСНИТЕ СРЕДИНИ.....	35
12.	ЕКСПЛОАТАЦИОНИ БУНАРИ	36
12.1..	Тестирање на експлоатационите бунари	37
12.2.	Експлоатационен капацитет на бунари.....	44
13..	ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ХИДРОГЕОЛОШКИТЕ ПАРАМЕТРИ.....	45
14.	ПОТЕКЛО НА ВОДАТА.....	49
15.	ХИДРОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ.....	50
16.	РЕЗЕРВИ НА ВОДА.....	51
16.1.	Статички резерви.....	51
16.2.	Динамички резерви.....	51
16.3.	Експлоатациони резерви	52
17.	БИЛАНС НА РЕЗЕРВИ	52
18.	ЗАКЛУЧОК	57
19.	ЛИТЕРАТУРА.....	58

1. ВОВЕД

Терминот геотермален систем што е користен во магистерскиот труд е во смисла на дефиницијата дадена за овој поим од страна на Рајбах, (1981) и Мафлер (1979). Според овие автори, геотермален систем претставува дел од земјината кора во рамки на геотермален регион, што се одликува со специфични геолошки, хидрогеолошки, тектонски и геотермални карактеристики, каде земјината топлина е сконцентрирана во количина која може да се користи како енергетски извор, спореден со другите конвенционални извори на енергија

Според видот на енергијата што може да се користи, геотермалните системи се поделени на хидрогеотермални, литогеотермални, магмогеотермални и пнеумогеотермални.

Геотермалниот систем на бањата Кежовица, што е предмет на истражување во овој магистерски труд, според горе наведената поделба спаѓа во групата на хидрогеотермалните системи кај кои топлинската енергија што се користи се пренесува со помош на водата.

Термоминералната вода во рамките на геотермалниот систем на бањата Кежовица се јавува на десниот брег на реката Брегалница на околу 2,5 km југозападно од Штип. Таа кај бањата Кежовица се јавува на главниот расед, што се јавува на контактот помеѓу штипските гранити и горноеоценските флишни седименти, додека кај изворите Л'џи се јавува на раседна структура што се наоѓа во самите гранити.

Бањата Кежовица е позната уште од времето на турското владеење на овие простори кога, како и денес, се користела за здравствени цели и за лична хигиена. Пишувани податоци за изградбата на бањата не постојат, но се претпоставува дека таа е изградена од Турците кон крајот на XVII век.

Во рамките на геотермалниот систем на бањата Кежовица постојат четири бунари од кои може да се врши експлоатација на термоминералната вода.

Два од бунарите означени како Б-1 и Ес-3 се наоѓаат во близина на бањата Кежовица и од нив термоминералната вода се користи за потребите на бањата и за физикалната терапија, а другите два бунари означени како Б-2 и Б-3 се наоѓаат во Ново Село на локалитетот Л'џи во близина на реката Брегалница. Термоминералната вода од овие два бунари моментално не се користи.

На овој локалитет, непосредно под бунарот Б-2 во правец на реката Брегалница, се наоѓа извор со термоминерална вода што се користи од локалното население на Ново Село.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

Геотермалниот систем на бањата Кежовица и нејзината поширока околина биле предмет на геолошки опсервации, проучувања и истражувања во подолг временски период.

Првите геолошки испитувања датираат уште од времето на турската империја. Вршени се испитувања врз основа на патни маршрути и прибелешки. Од тој период први податоци сретнуваме во патеписната работа на Ами Буе (Ami Boue).

Во почетокот на XX век почнуваат геолошките испитувања со кои е опфатена целата територија на Македонија. Особено се значајни првите трудови на Цвијиќ (1906 – 1911) во кои ги изнесува основните податоци за геологијата на Р. Македонија во кои е опфатен и истражуваниот терен.

Во периодот 1902–1926 Павловиќ палеонтолошки ги проучува палеогените седименти на просторот на Овче Поле и Кочани.

За време на Првата Светска војна во областа на Македонија работат исклучиво германски геолози. Во периодот помеѓу двете Светски војни на територијата на Македонија истражуваат голем број на истражувачи, од кои позначајни се работите на Бончев, Томиќ и Павловиќ.

Значајни податоци по однос на геолошките карактеристики на пошироката околина на истражниот постор можат да се најдат и во работите на Измајлов (1951, 1960, 1961), Темкова (1958, 1963, 1964, 1967), Пантиќ (1967), Ивановски и Иванов (1955), Пенџерковски и Ѓузелковски (1958) Страчков и Христов (1961) и др.

Во периодот 1959-1967 Шоптрајанова подетално ги обработува штипските гранити и смета дека истите му припаѓаат на монцонистискиот тип, а по старост ги одредува како јурски.

Со изработката на основната геолошка карта на РМ, авторите на листот Штип во размер 1:100.000 (Ракичевиќ, Думурџанов и Петковски, 1969), детално го обработуваат литолошкиот состав на карпите од листот Штип.

Иако термоминералните води од локалитетот Кежовица и Л'џи уште одамна биле познати како лековити, посериозни испитувања за нив започнале дури во 1953 година, кога Н. Милојевиќ извршил увид на околниот терен и за него изготвил извештај со предлог за понатамошни истражувања. Истата година започнуваат првите дупчења кај бањата Кежовица и изворот Л'џи, при што се направени 6 бунари означени од Ес-1 до Ес-6 со вкупна длабочина од 270,8 м. Со овие бунари е истражена зона со длабочина од 45 м. Моментално од сите бунари се користи само бунарот Ес-3 за потребите на општата градска бања и за бањата со физикалната терапија.

Истата 1953 година С. Михалиќ ја дал првата хемиска анализа на термоминералните води од бањата Кежовица и изворите Л'џи, со посебно внимание кон лековитите својства на водите.

Во 1968 година В. Нетков во една своја публикација дава опис на термоминералните извори Л'џи и бањата Кежовица, главно базирајќи се на постоечката документација од веќе спроведените истражувања во текот на 1953 и 1954 година.

Во врска со регионалните хидрохемиски истражувања на термални, минерални и термоминерални води во Македонија во 1974 година, Ѓ. Котевски дава

податоци и за термоминералните води во околината на Штип, главно базирајќи се на претходните проучувања. Истата година А. Кекиќ и Ж. Митев даваат краток извештај во хемискиот состав на водата во бањата и изворите Л'ци.

За термоминералните води во бањата Кежовица и изворите Л'ци кај Штип, Кекиќ А. (1973-1978) дава детални податоци за геолошко-структурно-тектонските карактеристики на теренот во непосредната околина на бањата, потоа исто така тој дава податоци и за хидрогеолошките, хидрохемиските, температурните карактеристики како и за капацитетот, режимот и потеклото на термалните води.

Од 1976 па до 1983 година се вршени подетални геотермални истражувања од страна на Геолошкиот Завод – Скопје (1976) и Геолошкиот Завод – Љубљана (1976, 1977 година).

Во текот на 1975/76 од страна на Геолошки завод од Скопје во околината на бањата Кежовица се изведени истражувања со еден истражен бунар со длабочина од 500 метри, за зафаќање на термоминерални води од поголема длабочина. Бунарот е лоциран на 6 метри од постојната зграда на бањата, односно помеѓу бањата и реката Брегалница. Почетокот на бунарот е во приобалниот речен нанос (песок и падинска дробина), кој на овој дел е до 5 m длабочина, а потоа целиот бунар е изведен во гранитите. Гранитите во кои се јавуваат термоминералните води и во кои е изведен бунарот под влијание на тектонските движења се интензивно испукани до преку 450 m длабочина, а во деловите подлабоки од 150 m пукнатините се главно исполнети со калцит, кој е исталожуван од топлите води. Термоминералната вода кај бањата Кежовица не е самоизливна, таа има субартерски карактер. Температурата на термоминералната вода од истражениот бунар изнесувала 23-50°C, а капацитетот 0.165-0.200 l/s.

Во 1976–1977 година од Геолошки завод од Љубљана се изведени три истражно–експлоатациони дупнатини, од кои Б-1 со длабочина од 30,7 m непосредно до бањата Кежовица и Б-2 со длабочина од 101,10 m и Б-3 со длабочина од 44 m, во близина на изворот Л'ци.

Искористувањето на термоминералните води од овој простор моментално се врши само од дупнатините Б-1 и Б-3, додека бунарите Б-2 и Б-3 не се во експлоатација.

Во изминатиот период во проучувањето на термоминералните води од бањата Кежовица и локалитетот Л'ци свој придонес даваат и Ѓорѓиева (1995), Мирчовски и др. (2001-2002, 2016).

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Цел на истражувањето во овој магистерски труд е дефинирање на хидрогеолошките карактеристики на геотермалниот систем на бањата Кежовица. Врз основа на податоците добиени со тестирањето на четирите постојни бунари во рамките на геотермалниот систем, да се одредат експлоатационите и хидрогеолошките параметри на водоносната средина, како и резервите и билансот на геотермалните води.

4. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЧКА РАБОТА

Во текот на истражувањето беа користени теренски и кабинетски методи на истражување.

Во текот на теренските методи на истражувања беше направена детална хидрогеолошка инспекција на геотермалниот систем и на поширокиот простор околу него и беа земени примероци за одредување на квалитетот на термоминералната вода за тестирање на четирите постојни експлоатациони бунари.

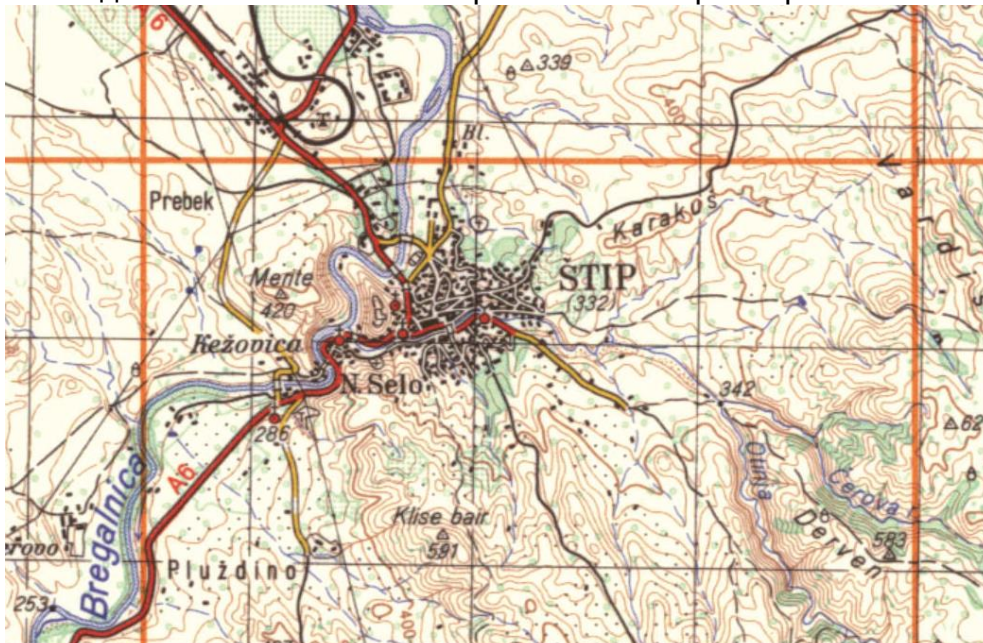
Во фазата на кабинетските работи е прегледаната целокупната постојна документацијата од претходните геолошко–хидрогеолошки истражувања за овој простор, потоа се обработени сите собрани податоци од теренските истражувања и е направена нивна интерпретација.

За исцртување на графичката документација се користени компјутерски програми како што се Корел Дро, Фотошоп, Ауто Кад и др.

5. ГЕОГРАФСКА ПОЛОЖБА НА ИСТРАЖУВАНИОТ ТЕРЕН

Геотермалниот систем на бањата Кежовица се наоѓа во источниот дел на Република Македонија, на 2,5 km југозападно од градот Штип. Неговата географска положба е прикажана на сл.1. Комуникациските врски со локалитетот се добри, бидејќи тој се наоѓа во непосредна близина на магистралниот пат Штип – Струмица.

Истражуваниот простор, според својата местоположба, претставува дел од листот Штип од основната геолошка карта на Р.М. во размер 1:100.000.



Слика 1. Географска положба на истражуваниот терен
Figure 1. Geographic position of the investigated area

6. КЛИМАТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИСТРАЖУВАНИОТ ТЕРЕН

Климатските карактеристики имаат значајно влијание врз режимот на подземните води и тие пред сè зависат од геоморфолошките карактеристики и географската положба на некое подрачје.

Според својата географска положба, Штип и Штипско се изложени на влијанијата на средоземноморската клима, која навлегува по долините на Вардар и Брегалница, и на континенталната, чии воздушни маси навлегуваат од север. При судирањето на овие две климатски влијанија и под дејството на специфичните услови на самиот крај (релјеф, растителен покривач и др.) доаѓа до непогодна комбинација меѓу елементите од двата климатски типа и се изразува во многу топлите и сушни лета и студените и влажни зими.

Со цел поодблизу и во подробности да ја запознаеме климата на Штип и Штипско, во наредното излагање ќе го прикажеме режимот на одделните метеоролошки елементи и појави над ова подрачје, при што ќе ги анализираме таквите елементи и појави за одредена низа години, забележани од метеоролошката станица во Штип.

6.1. Температура

Температурата е еден од најбитните климатски елементи, бидејќи има влијание и на другите битни климатски фактори и процеси, пред сè на испарувањето.

За дефинирање на температурниот режим се користени податоците од средномесечните температури на воздухот за периодот 1961–1990 година од метеоролошката станица во Штип, прикажани во Табелата 1.

Режимот на температурите во Штип и Штипско го карактеризираат различни вредности во одделни месеци и годишни времиња. Имено, во текот на летните месеци, кога овој крај се наоѓа под влијанието на висок воздушен притисок со центар над Азорските Острови, температурите на воздухот, под дејството на продирањето на топли воздушни маси, се прилично високи. Покрај вообичаените топли летни месеци, со температури од преку 40°C, штипскиот крај го карактеризираат високи максимални температури и во останатите месеци, чии вредности се спуштаат под 20°C само во месеците јануари и декември, додека во месеците февруари, март и ноември тие се над 20°C, а во сите останати месеци имаат вредност од преку 30°C.

Табела 1. Средномесечни и средногодишни температури на воздухот според податоци од метеоролошката станица Штип, за период 1961–1990. (°C).

Table 1. Average monts and average annual air temperature data from metereological station Stip for the period 1961 - 1990 (° C)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сред
1961	0.9	2.4	8.6	15.5	16.5	21.8	23.9	24.7	20.2	14.6	9.7	1.9	13.4
1962	2.9	-0.7	6.3	12.8	19.2	20.2	24.8	25.7	20.6	14.1	11.0	0.3	13.1
1963	-2.5	3.6	5.0	12.3	16.8	21.9	24.6	25.5	20.9	13.2	9.7	3.5	12.9
1964	-2.3	2.6	7.8	12.9	15.8	22.0	22.8	22.5	17.5	15.0	8.9	4.4	12.5

1965	2.8	-2.7	7.4	10.8	15.9	21.2	24.8	21.1	20.9	12.9	8.8	4.2	12.3
1966	0.2	8.6	6.8	13.5	16.8	20.9	24.3	25.3	19.8	17.7	8.7	2.3	13.7
1967	-2.0	2.1	7.9	11.8	17.6	20.0	22.7	23.8	19.6	15.5	8.1	2.0	12.4
1968	-1.2	5.3	7.2	15.2	20.7	20.7	23.9	21.9	19.2	13.0	9.3	2.1	13.1
1969	-1.9	5.1	6.7	11.2	20.7	20.5	21.9	23.1	20.6	13.1	9.7	2.6	12.8
1970	3.4	4.2	7.9	13.4	14.9	21.5	22.7	23.6	19.3	11.8	7.5	2.9	12.8
1971	5.3	3.0	4.8	12.4	18.9	21.7	22.5	24.1	16.4	11.1	7.7	3.4	12.6
1972	3.7	5.3	9.4	13.7	18.0	23.1	23.1	22.1	16.2	9.1	7.2	1.9	12.7
1973	1.2	3.9	4.4	11.0	17.7	21.3	23.4	22.3	19.3	13.1	4.1	0.5	11.9
1974	2.5	5.7	8.5	10.3	15.1	19.6	22.9	23.9	19.3	14.6	6.8	2.3	12.6
1975	-0.7	1.4	9.4	12.8	18.2	20.9	22.7	22.0	21.1	12.7	6.9	2.4	12.5
1976	1.1	3.1	5.7	12.3	16.2	19.0	21.4	18.9	17.1	14.8	8.2	2.7	11.7
1977	2.7	8.1	9.4	11.7	18.2	20.7	24.3	22.9	17.8	12.9	9.8	-0.2	13.2
1978	1.7	5.2	8.6	11.3	15.9	21.7	24.0	22.6	16.5	12.1	1.9	4.7	12.2
1979	1.1	5.3	10.0	10.5	17.1	22.3	22.3	21.3	18.4	12.7	8.7	4.5	12.9
1980	-1.9	2.9	7.0	10.7	14.6	20.6	23.5	22.8	18.5	13.5	9.0	2.4	12.0
1981	-1.4	2.1	10.1	12.2	16.4	23.1	22.1	22.1	18.8	14.8	3.5	4.3	12.3
1982	0.5	1.3	6.8	10.1	17.3	22.8	22.8	22.8	21.3	14.3	5.1	5.4	12.5
1983	3.2	1.6	8.5	14.7	19.0	19.0	22.2	21.3	17.4	11.6	4.1	1.6	12.0
1984	2.7	4.0	6.0	10.4	18.3	20.7	22.4	21.0	19.8	16.0	8.0	1.6	12.6
1985	-1.7	-2.2	7.0	13.9	19.2	20.4	24.1	24.0	19.1	12.1	7.8	4.5	12.4
1986	2.3	2.9	8.3	14.7	17.5	20.4	22.2	24.3	20.1	12.8	5.8	-0.9	12.5
1987	-0.3	5.3	2.5	11.7	16.0	22.2	26.7	23.3	22.6	13.0	8.4	4.0	13.0
1988	3.3	4.6	6.6	11.9	17.5	21.1	27.1	25.7	19.8	12.5	0.4	0.0	12.5
1989	-0.2	4.6	10.5	15.6	16.2	18.5	22.5	23.1	19.0	12.1	6.1	-0.5	12.3
1990	-3.2	6.9	10.9	12.7	17.3	22.2	24.1	23.1	18.6	14.4	9.9	1.5	13.2
Av.	0.7	3.5	7.5	12.5	17.3	21.1	23.4	23.0	19.2	13.4	7.4	2.4	12.6
Средна годишна температура на воздухот													12,6

Спротивно на летните, температурите во зимските месеци се доста ниски. Главната причина за толку ниските температури за време на зимските месеци во штипскиот крај е неговата отвореност кон север, особено преку Овче Поле. Како резултат на тоа, студените воздушни маси во односните месеци непречено продираат и ги снижуваат температурите на воздухот на релативно пониски вредности отколку што би требало да бидат во однос на географската широчина што ја зазема овој крај.

Сето ова ни кажува дека во Штипско, во однос на температурите, во основа се чувствува влијанието на умерено-континенталната клима во која се манифестираат и некои локално-специфични појави, изразени во преминот на годишните времиња и должината на пролетта и есента.

Анализата на податоците од Табелата 1 покажува дека средната годишна температура на воздухот во штипскиот регион за анализираниот период изнесува 12,6°C.

И покрај појавата на ниските екстремни температури во текот на зимските месеци, сепак средната зимска температура на воздухот во Штип не достигнува многу ниски вредности, односно изнесува околу 2,2 °C. Средната пролетна температура изнесува 12,5°C, додека просечната есенска температура е

забележливо повисока и има вредност од 13,4 °C. Тоа од своја страна зборува дека пролетта во штипскиот крај е послабо изразена, односно премиот од зима во лето е побрз, додека есента е потопла и поизразена, како резултат на повисоките средни температури во есенските месеци.

Од опишаните температурни прилики може да се заклучи дека термичкиот режим во штипскиот крај, како и најголемиот средишен дел на Р.Македонија, се карактеризира со мошне остро изразени годишни временски сезони. Притоа годишниот циклус, во таа смисла е изразен со двете сосема спротивни сезони - топло лето и релативно студена зима, кои ги поврзуваат кратка и поладна пролет и подолга и потопла есен.

6.2. Врнежи

Врнежите се најважен климатски фактор од кој директно зависат резервите на подземна вода. Количеството и распоредот на врнежите главно зависат од географската широчина и сложеноста на орографијата на одредена област, како и од струењето на воздушните маси и нивната влажност.

За анализа на режимот на врнежи на истражуваното подрачје се користени податоци за врнежите за периодот 1961-1990 год. од метеоролошката станица во Штип. Во Табелата 2 дадени се средните месечни и средногодишните врнежи.

Штип и Штипско се вбројуваат во посушните области на Р.Македонија, со средно годишно количество врнежи за анализираниот период од 515 mm. Најголем дел од годишните врнежи во штипскиот крај паѓаат во вид на дожд. Снегот паѓа само во зимските месеци и во вкупниот среден годишен износ на врнежите учествува со околу 10%. Треба да одбележиме и тоа дека просечниот годишен збир на врнежите е многу непостојан и од година во година варира во големи размери. Освен годишните врнежи, и распоредот на врнежите по сезони е доста нерамномерен. Карактеристично, во врска со врнежите во Штип и Штипско се и појавите на долготрајни суши во одделни години. Се случува во некои од летните месеци воопшто да не падне дожд, а забележана е и атмосферска суша во траење од 90 дена. Во летните месеци, а поретко и во доцна пролет, доаѓа и до појава на поројни или интензивни врнежи

Табела 2. Сума на средномесечни и средногодишни врнежи според податоци од метеоролошката станица Штип, за период 1961 – 1990. (mm)

Table 2. Summary of average monthly and annual precipitation data from meteorological station Stip for the period 1961 - 1990. (mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	сред.
1961	24.5	6.0	21.0	37.2	85.7	30.4	6.7	2.2	5.9	12.6	102.7	33.6	30.7
1962	21.9	47.0	117.6	49.4	22.9	69.9	13.2	19.4	19.7	62.6	117.1	32.1	49.4
1963	62.5	59.0	42.8	53.6	60.8	29.6	22.7	14.0	22.2	76.4	26.2	36.5	42.2
1964	11.5	9.1	18.1	44.5	68.8	19.7	54.2	24.1	65.3	79.3	64.1	35.8	41.2
1965	54.2	32.7	17.6	28.1	74.5	31.5	59.6	67.0	3.5	0.0	20.9	69.7	38.3
1966	91.0	22.8	36.0	23.0	30.8	56.7	3.1	2.8	27.8	49.9	55.4	79.2	39.9
1967	23.3	4.4	21.9	38.2	55.9	44.5	115.6	21.4	29.4	15.7	17.2	52.2	36.6
1968	41.5	30.8	11.5	21.4	116.4	84.9	0.7	60.4	17.8	13.1	62.5	55.6	43.1
1969	56.0	40.4	50.2	40.1	3.3	29.3	10.9	28.8	8.0		4.8	93.7	33.2
1970	25.6	32.7	16.6	26.2	67.7	23.1	65.3	4.8	16.7	112.5	10.0	31.1	36.0

1971	26.3	34.2	82.9	13.6	61.9	52.2	64.6	23.0	73.4	12.8	15.1	12.7	39.4
1972	24.3	36.9	10.4	24.9	41.4	19.0	86.2	51.5	99.3	135.6	32.3	0.8	46.9
1973	30.9	38.9	61.7	52.2	17.0	1.0	52.7	60.8	116.8	43.9	62.9	42.5	48.4
1974	48.7	128.0	41.5	52.7	131.2	86.2	7.3	14.2	52.1	61.4	40.0	62.7	60.5
1975	20.2	8.2	32.2	10.2	70.4	98.2	60.4	38.2	15.3	89.3	62.4	8.8	42.8
1976	17.7	9.7	4.5	26.3	93.5	52.7	102.3	33.4	8.2	92.1	87.0	31.3	46.6
1977	16.6	19.4	16.0	19.1	45.8	53.2	29.2	40.5	6.3	12.8	30.5	11.8	25.1
1978	17.1	18.3	29.0	51.9	58.0	5.3	9.7	11.7	64.6	27.4	13.5	58.0	30.4
1979	25.6	25.4	17.4	85.1	57.5	35.8	32.5	69.3	22.5	25.3	132.8	11.0	45.0
1980	59.3	8.0	28.9	25.4	91.4	27.8	13.4	38.9	33.8	129.6	23.3	58.0	44.8
1981	26.2	30.7	22.3	53.3	15.0	40.1	46.0	44.0	85.5	66.2	83.7	37.9	45.9
1982	5.0	28.3	33.8	96.3	50.2	10.6	26.7	13.3	4.4	13.7	72.8	47.7	33.6
1983	9.7	24.3	19.8	29.1	72.4	160.3	72.6	33.7	61.8	28.7	82.3	54.3	54.1
1984	26.6	42.7	41.3	45.4	16.3	20.1	12.7	58.2	36.9	8.0	31.4	25.7	30.4
1985	50.7	27.6	53.0	25.6	88.3	14.1	3.5	22.3	5.8	22.4	105.4	11.9	35.9
1986	43.1	49.3	19.5	28.4	64.3	84.0	75.5	20.6	8.9	18.9	17.1	8.0	36.5
1987	34.8	11.2	83.6	56.1	47.4	9.9	2.4	49.4	16.8	42.6	80.8	36.6	39.3
1988	3.7	32.9	28.3	24.4	35.9	41.6	17.5	9.8	2.8	9.6	79.3	31.1	26.4
1989	0.2	6.7	9.2	63.9	54.1	172.1	49.5	41.6	14.0	31.2	18.1	32.5	41.1
1990	0.5	5.8	3.2	50.0	29.6	13.7	9.6	30.2	1.6	25.3	14.0	107.2	24.2
Av.	30.0	29.0	33.1	39.9	57.6	47.3	37.5	31.7	31.6	45.5	52.2	40.3	39.6
Средно годишни врнежи													515,3

Тие главно имаат локален карактер и често предизвикуваат поплави.

Врнежите од снег се појавуваат од месец ноември и престануваат во април. Меѓутоа, честопати таквите врнежи во ноември и април, поради слабиот интензитет и релативно високите температури на воздухот, не се во состојба да формираат снежен покривач, т.е. снегот веднаш или бргу се топи. Како резултат на оваа појава првиот просечен датум на снежниот покривач е 28 декември, а последниот 13 февруари. Снежниот покривач во штипскиот крај обично не се задржува долго и неговото непрекинато времетраење е ограничено на мал број денови, со поретки исклучоци во одделни години, кога таквиот период може да потрае и преку 20 денови.

Врз основа на изнесените податоци, може да се каже дека Штип и штипскиот крај лежат во преодниот медитерански плувиметриски режим со максимум на врнежи во месеците ноември и март. Соодносот во вкупната вредност на врнежите помеѓу дождот и снегот е 90:10 во полза на дождот.

7. ХИДРОГРАФСКИ И ХИДРОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ

Развиеноста на речната мрежа главно зависи од климатските карактеристики, релјефот и геологијата на теренот. Главна хидрографска артерија што го дренира поширокиот простор е реката Брегалница.

Кон неа гравитираат водите на сите околни помали реки, потоци и суводолици. Позначајни притоки на реката Брегалница во овој реон се Злетовска Река од десната, а Плачковичка Река, Козјачка Река, Радањска Река, р. Отиња од левата страна, како и поголем број на суводолици. Карактеристично за целата оваа

хидрографска мрежа е тоа што количините на водата кои протекуваат низ нив се многу варијабилни во текот на една година. Често пати тие целосно пресушуваат. Единствено само Брегалница и Злетовска Река преку целата година се водоносни со различен интензитет.

Битно е да се нагласи дека при анализата на протокот на водотеците се забележани натпросечни водени истекувања во есенскиот период, сметано во месеците октомври, ноември и почетокот на декември. Зголемениот прилив на вода во водотеците во тој период се должи на честите врнежи од дожд и високиот процент на влага во почвата.

На овој простор се јавуваат и подземни води кои се поврзани претежно со алувијалните тераси на реката Брегалница, а помалку во карпите со пукнатинска порозност. Нивото на подземните води во овие средини се движи до 3 m во длабочина. За овој простор е карактеристично и појавувањето на субартеските термоминерални води, кои се јавуваат на локалитетот Кежовица и Л'ци, кои се предмет на испитување.

8. ГЕОМОРФОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ

Геоморфолошките карактеристики на истражуваниот локалитет во основа произлегуваат од самата геолошка градба на теренот, од геоморфолошките облици развиени на овој простор, како и од урбаните елементи на теренот.

Во создавањето на релјефната структура, значајна улога имале тектонските, ерозивните и акумулативните процеси. Како резултат на овие процеси, денес во релјефот се јавуваат поголеми релјефни форми - рамнина, ритчесто земјиште и планински дел; и помали релјефни форми - езерски или абразивни и речни или флувијални форми, поконкретно тераси.

Поширокиот терен околу истражуваниот простор се карактеризира со изразито хетерогени орографски особености, условени со мошне динамична релјефна структура во која се застапени рамничарски делови претставени со дел од Овче Поле, Ежово Поле и котлините по река Брегалница и Крива Лаковица, ридести простори и планински релјеф на Плачковица, Серта и Конечка. Разновидната физиономија ја потенцираат и височинските разлики кои се движат од 204 m по течението на реката Брегалница до 1.676 m на планината Плачковица. Во рамките на истражниот простор доминира рамничарско – ридското земјиште, бидејќи површините до 500 м.н.в. заземаат 65,1% од вкупната површина и се простира централно во сливното подрачје на реката Брегалница.

Според морфолошките карактеристики, на територијата јасно се издвојуваат 4 природни целини: долината на Брегалница, Криволакавичката Долина, Ежово Поле со дел од Овче Поле и западните падини на планината Плачковица.

Во релјефната физиономија на територијата која ја зафаќа концесискиот простор на неговото непосредно опкружување, можат да се издвојат три целини и тоа:

- Ридеста (околу 10%)
- Падинска (околу 30%)
- Рамничарска (околу 60%)

Просторот што го опфаќа локацијата што е предмет на истражувањето се одликува со ридесто - рамнински карактер, со надморска висина што се движи од

310 до 355 m. Истражниот простор претставува дел од мала алувијална тераса непосредно до реката Брегалница, со надморска висина што се движи околу 261 m.

9. ГЕОЛОШКА ГРАДБА НА ПОШИРОКАТА ОКОЛИНА

Геолошката градба на пошироката околина на истражуваниот простор е прикажана на геолошката карта во Прилог 2, според податоците од ОГК 1:100 000 лист Штип (Ракичевиќ, Думурџанов и Петковски, 1965 - 1968).

Пошироката околина на бањата Кежовица е изградена од: прекамбриски метаморфни карпи, јурски магматски карпи; палеогени, неогени и квартерни карпи.

9.1. ПРЕКАМБРИСКИ МЕТАМОРФНИ КАРПИ

Биотитски ситнозрнести гнајсеви (Gb)

Овие гнајсеви се развиени источно од штипскиот гранитоиден масив, во областа меѓу ридот м. Вардиште - с. Никоман - с. Шашаварлија и на југ тонат под неогенските наслаги, а на запад се пробиени со „штипските гранити“.

Овие карпи примарно претставувале пара-гнајсеви, кои со интрузијата на „штипските гранити“ биле зафатени со магматизација, чиј интензитет опаѓа од границата со гранитите кон исток. На контактот и во блиската околина е најсилно изразена и овде дошло до создавање на агматитски, епидолитски и окцести типови на мигматити, додека кон исток интензитетот опаѓа.

Гнајсевите се сиви до темносиво обоени. Имаат протегање СЗ - ЈИ со пад кон СИ. Имаат гранолепидобластична, лепидогранобластична и порфиروبластична структура. Текстурата е најчесто: бречоидна, тракаста и окцеста, а ретко и птигматоидна. Како главни минерали се јавуваат: плагиоклас, калиски фелдспат, кварц и биотит.

Силиманитско-кордиеритски гнајсеви (Gsi)

Силиманитско-кордиеритските гнајсеви се развиени источно од штипскиот гранитоиден масив, источно од с. Вардиште. Се јавуваат во вид на помали и поголеми маси во биотитските гнајсеви, следејќи го непосредниот контакт со „штипските гранити“. Пробиени се со аплитоидни гранити.

Овие гнајсеви се ситно до среднозрнести, со масивна текстура и лепидогранобластична структура. Свежите партии се многу цврсти и жилави, темносиви со карактеристично сфероидално распаѓање. Минералниот состав е претставен со: калиски фелдспат, плагиокласи, кварц, биотит, кордиерит и силиманит. Акцесорно се јавуваат мусковит, пирит и магнетит, а секундарно епидот, хлорит, серицит и каолин.

Појавувањето на кордиеритот и силиманитот во овие гнајсеви е поврзано со „штипските гранити“, бидејќи истите минерали отсутуваат во составот на метаморфните карпи од оваа област.

Окцесто-амигдалоидни гнајсеви (G)

Окцесто-амигдалоидните гнајсеви се развиени источно од с. Радање и се јавуваат како ленти во микашистите. Истите претставуваат резултат на една силна магматизација извршена долж фолијацијата на микашистите, од страна на кисела гранитска магма.

Тие се средно до крупнозрнести, сивобели карпи со порфиробласти на розов фелдспат. Порфиробластите се идиоморфни или имаат леќеста форма, со големина од 5-6 см. Имаат окцесто-амигдалоидна текстура, и порфиробластична структура. Се состојат главно од пертитизиран микроклин, кварц, мусковит и биотит, а поретко од кисели плагиокласи. Порфиробластите се претставени со микроклин и вклопуваат кварц и лискун.

9.2. ЈУРСКИ МАГМАТСКИ КАРПИ

Јурските магматски карпи се претставени со штипскиот гранитоиден масив во кој се застапени биотитски адамелити, биотитски гранити и аплитоидни гранити.

Штипски гранити

Штипските гранити се распространети југоисточно и источно од градот Штип. Почнувајќи од ридот Мерите према Кумлук - Каваклија. На исток од Штип карпите од истиот масив ги градат ридовите: Липов Рид, Манастир, Цигански Рид и Големо Вардиште.

Штипскиот гранитоиден масив има генерален правец на протегање северозапад - југоисток со преод во правец север - југ. Интродирал во високо метаморфните карпи (гнајсеви, амфиболити и др.) каде извршил силни контактни измени. Овие измени се манифестираат со појава на силиманитско -кордиеритски гнајсеви на контактните делови, како и со силна магматизација на околните карпи, чиј интензитет опаѓа со оддалечување од контактот.

Односот со палеогените седименти на запад е тектонски, додека, на север трансгресивно лежат над гранитите. Неогените седименти секаде трансгресивно лежат преку карпите од овој масив.

Создавањето на штипскиот гранитоиден масив во најголем дел е поврзано со првата интрузивна фаза, кога дошло до интрузија на гранитоидна магма од која во подлобоките и централните делови дошло до издвојување на биотитски адамелити со поретки појави на гранодиорити, додека кон периферијата постепено се издвоиле биотитски гранити.

Карпите од втората фаза се претставени со аплитоидни гранити што градат релативно мал дел од масивот и ги пробиваат карпи создадени со првата интрузивна фаза.

Врз основа на овие факти во склопот на штипскиот гранитоиден масив ги издвоивме следните карпи:

- биотитски адамелити
- биотитски гранити
- аплитоидни гранити

Штипските гранити биле предмет на испитување кај многу геолози и за нивната старост постојат различни мислења. На основа на најновите мерења со изотопската метода (метода Rb/Sr) староста на штипските и другите гранити од Вардарската зона е одредена како горно-јурска (150-110 милиони години).

Адамелити (γ)

Адамелитите го покриваат најголемиот дел од Штипскиот масив, и го зафаќаат теренот од Штип кон ЈИ кон селата Љуботен и Чифлик.

Према периферните делови постепено преминуваат во биотитски гранити а тоа е истакнато со смалување на содржината на биотитот и плагиокласите, како и со намалување на големината на зрната.

Биотитските адамелити се темносиво обоени, среднозрнести, ретко крупнозрнести и ситнозрнести. Имаат масивна текстура, и хипидоморфнозрнеста структура.

Како главни минерали се јавуваат: К-фелдспати, плагиокласи, кварц и биотит. Споредни се циркон, апатит, серицит, хлорит, епидот, магнетит и пирит.

Биотитски гранити (γ)

Биотитските гранити се јавуваат во рабните делови на масивот. Овие карпи се сиви и темно - сиви, ситнозрнести, со појава на порфиرويدни идиоморфни зрна на калиски фелдспат. Имаат масивна текстура, а структура им е алотриоморфно зрнеста до хипидиоморфно зрнеста, поретко порфиرويدна.

Минералошкиот состав на овие карпи е сличен со составот на биотитските адамелитите. Како главни минерали се јавуваат К-фелдспати, плагиокласи, кварц и биотит.

Аплитоидни гранити (γ)

Аплитоидните гранити се среќаваат главно во источната периферија на штипскиот масив, но исто така се појавуваат и во внатрешните делови каде ги пробиваат биотитските адамелити и гранити.

Овие карпи макроскопски се многу ситнозрнести со ретки порфиرويدни зрна на К-фелдспати, обоени сиво-бело, сиво-жолто или сиво-розево, со масивна текстура и алотриоморфно зрнеста структура.

Како главни минерали се јавуваат: калиски фелдспати, плагиокласи, кварц, а како споредни се јавуваат: биотит, мусковит, титанит, магнетит, пирит, хлорит, епидот - цоисит и сагенит.

9.3. ПАЛЕОГЕНИ СЕДИМЕНТИ

Палеогенот е изграден од седиментни карпи се претставени со базална серија, долна зона на флишот, долни жолти песочници и горна зона на флишот.

Базална серија (1E₃)

Песочници, лапорци и конгломерати од базалната серија се откриени во непосредната околина на Штип, Лозјански Рид, Јуруклук и Црвулево. Базалната серија е претставена со песочници, кои се сменуваат со конгломерати, како и глиновити и карбонатни слоеви. Карактеристично за целата серија е смената на појак со послабо црвени слоеви, поради присуството на поголеми или помали количини на лимонитска материја. Поцрвените партии одговараат на песочничките и глиновите членови, а послабо црвените на карбонатните. Целата серија делува доста распаднато, изменето, нехомогено и нерамномерно обоена.

Песочниците се ситнозрнести до крупнозрнести. Изградени се од кварц, фелдспат, изменети (хлоритисани) обоени минерали, глиновити парчиња и хлорит. Цементирани се воглавно со лимонит, а често и со карбонатна материја.

Лапорците содржат карбонатна материја фино измешана со глинеста и лимонитска материја.

Глинците ги градат меѓупросторите помеѓу два песочнички слоја, или пак помеѓу варовник и песочник. Најчесто се виолетови до темноцрвени.

Варовниците се застапени со криптокристалести, песокливи, лапоровити и доломитични варовници. Варовниците се најмалку застапени.

Конгломератите се јавуваат при врвот на базалната серија во смена со песочниците и варовници. Изградени се со 90% од валутоци на дијабаз, додека остатокот отпаѓа на рожнаци, варовници, габрови, гранити и амфиболити. Цементот е лимонитско-песочнички.

Дебелината на базалната серија изнесува 350 метри.

Долна зона на флишот (²E₃)

Седиментите на долната зона на флишот покриваат доста големо пространство помеѓу селата Криви Дол, Сушево, Пенуш, и северно од Штип. Лежат конкордантно преку базалната серија. Поделена е на два дела: *долни дел на долната зона на флишот (а)* и *горни дел на долната зона на флишот (б)*.

Долни дел на долната зона на флишот (б) - конгломерати, песочници, глинци. Овие седименти се развиени југозападно од селата Криви Дол и Сушево, како и во областа на с. Тестемелци. Литолошкиот состав е различен и застапен е со повеќе членови кои ритмички се сменуваат.

Во овој дел на серијата се присутни следните микрофации:

Песочниците се најзастапени членови на секвенцата и најчесто се јавуваат во банци од 50 - 200 см. Според минералошкиот состав припаѓаат на субаркозите на преод кон фелдспатските субграуваки. Најчесто се виолетови и сиви, крупнозрнести до среднозрнести, поретко конгломератични, составени од кварц и фелдспат. Крупнозрнестите конгломератични песочници во долните делови се сменуваат со конгломератите, а во горните делови се сменуваат со глинците и карбонатно – песокливите лапорци.

Конгломератите се појавуваат повеќе пати во серијата, образувајќи конгломератични зони, чија дебелина изнесува од 2 - 20 m. Обично се јавуваат во вид на дебели банци од 2 - 5 m и почнуваат со најкрупните, а завршуваат со најситните фракции. Карактеристично за конгломератите е тоа што во нивниот состав влегуваат во најголем дел валутоци од „штипскиот гранит“, што не е случај со конгломератите на базалната серија и покрај тоа што лежат директно на гранитите. Покрај гранитските валутоци, чија големина се движи од 2 - 5 см, а поретко и до 15 см, доминираат и валутоци од гнајсеви, кварцно - лискунски шкрилци, кварцити и мермери. Цементот е глиновито - песочнички со доста железо.

Песокливите глинци се различно обоени, најчесто црвени, поретко синкасти и зелени. Се јавуваат во банци, чија дебелина варира од 20 - 150 см. Изградени се од глини од типот на хидролискуни со лимонитски материјал и ситен детритус од кварц и лискун.

Лапорците се најмалку застапени членови. Содржат карбонатна материја фино измешана со глина и железна материја, и ситна песоклива фракција во вид на кварц и лискун.

Од тешките минерали во овие седименти застапени се: турмалин, рутил, епидот, хематит, леукоксен. Дебелината на овој дел изнесува 400 m.

Горен дел на долната зона на флишот (а) - сиви песочници и виолетови глинци. Непосредно над горе опишаните седименти доаѓаат седименти од горениот дел на долната зона на флишот, претставени со наизменично сменување на банковити сиви песочници со виолетови глинци и алевролити. Дебели се околу 500 m.

Песочниците според минералошкиот состав им припаѓаат на грауваките изградени од кварц, лискун, парчиња од метаморфни карпи, глинци, карбонати и поретко фелдспати. Цементот е карбонатен од порен тип. Според големината на состојките одговараат на среднозрнести и крупнозрнести, добро сортирани песочници.

Песокливиот железен глинец е изграден од глиновита материја.

Алевролитите се изградени од песоклива фракција, цементирани со карбонатен цемент. Изградени се од кварц, лискун и зголемена содржина на хлорит, како и поретки парчиња на лискуновити шкрилци. Од тешките минерали најчесто содржат рутил, циркон и металични минерали.

Долни жолти песочници (³E₃)

Во споредба со остананите горноеоценски членови, серијата на жолти песочници е многу помалку развиена. Истата се наоѓа во вид на тесни и доста долги зони – ленти (Тестемелци, Пенуш).

Жолтите песочници се со темно-жолта боја и доста јасно се издвојуваат од сивите глинци и песочници од долната зона на флишот во подината и од горната зона на флишот во повлатата. Внатре во песочниците се јавуваат еден или два слоја од сиви и сиво - зелени глинци со дебелина од 20 - 50 m.

Претставени се со жолти песочници од типот на субграуваки и од глиновити алевролити со извесни турбидитни карактеристики. Песочниците се ситнозрнести до среднозрнести, со карбонатен и лимонитски цемент, на чии долни површини се забележуваат трагови на втиснување, продирање и послабо изразени трагови на влечење.

Дебелината на оваа серија се движи од 500 - 700 m.

Горна зона на флишот (⁴E₃)

Од сите седименти на горен еоцен најголемо пространство зафаќаат глинците и песочници, вистинските флишни седименти. Покриваат големо пространство во областа на Овче Поле, и североисточно од Штип. Дебелината на овие седименти изнесува преку 1 500 m.

Долниот дел од горна зона на флишот е претставен со глинци, лапоровити и алевролитични песочници, додека горниот дел е претставен со варовници, лапорци и глинци без конгломерати.

Седиментите од горната зона на флишот се карактеризираат со исклучиво сива боја, со поголемо присуство на глинци над песочниците, со големо хоризонтално распространување, со остри долни граници, со присуство на текстурни трагови на течење, влечење, засечување и втиснување. Текстурните знаци се слабо зачувани.

Песокливите глинци на горната зона на флишот се најзастапени членови. Се јавуваат во вид на поголеми банци (3 - 4 m), па и со поголема дебелина. Најчесто се сиви, сиво-модрикасти и сиво-зелени.

Песочниците според минералошкиот состав во најголем дел одговараат на субграуваки и грауваки. Се состојат од кварц и лискун, помалку фелдспат. Обично се плочести, поретко банковити. Бојата им е сива. Се карактеризираат со ситно и среднозрнест состав, претежно со карбонатен цемент од порен тип. Од текстурните знаци се забележуваат трагови на течење, ламинација и градациона слоевитост.

Алевролитите се изградени од карбонатна материја, фино измешана со глина и детрит. На места присутен е и лимонит. Детритот е претставен со кварц, лискун и со ситни парчиња од карбонат.

Лапорците се чести членови на секвенцата. Обично ги претставуваат горните делови на секвенцата на грубозрнест материјал. Се јавуваат во заедница со калкаренитите, алевролитите и лапоровитите варовници. По боја се сиви. Процентот на карбонатот се движи околу 52%, но често варира во зависност од тоа со кој седимент е измешан.

Варовници, лапорци, глинци - Внатре во флишната серија во областа на Овче Поле, Врсаково, Караорман и Црвулево се забележуваат варовници, лапорци и глинци, со поретки состојки од песочници.

Варовниците по боја се бели до бело-жолти, по форма плочести а поретко банковити. Обично на теренот се искршени во вид на плочки.

Лапорците и лапоровитите варовници претставуваат постепен преод кон правите варовници или кон сиво-зеленикавите песочници и сивите глинци. Најчесто се доста распаднати и искршени.

Песочниците се најчесто банковити, поретко плочести со сива боја, со среднозрнест состав и добро сортирани. Се јавуваат заедно со глинците. Претставуваат остри преоди кон варовниците.

9.4. НЕОГЕНИ КАРПИ

Неогенот е претставен со плиоценски седименти (песоци, суглини и чакали), вулканогено-седиментни карпи (андезитски туф, андезитски бречи), седементни бигорливи варовници и магматски карпи (аугит-хорбленда-биотит андезит).

Песоци, суглини и чакали (P1)

Плиоценските седименти се развиени во криволакавичкиот грабен и во басенот кај с. Липов Дол, и се претставени со езерски слатководни седименти.

Седиментите од криволакавичкиот грабен застапени се со песоливо-глиновит материјал во кој се јавуваат поголеми и помали млазеви од чакали, а на одредени места и конгломерати. Литолошкиот состав на овие седименти зависи од карпите, преку кои се наталожени. Таму каде лежат преку гранитите и долниот дел на горноеоценските седименти се забележува поголемо присуство на чакали и конгломерати, а таму каде што лежат врз горноеоценските глинци и песочници се забележува присуство на песоливо-глинеста компонента (песоци, глиновити песоци, глини со помало присуство на чакали).

Грубокластичните езерски седименти се застапени кај с. Липов Дол. Тоа се претежно чакали, на одредени места слабо обработени, а составени се скоро исклучиво од карпи на гнајсно - микашисната серија.

Староста на овие седименти е одредена како плиоценска.

Андезитски туфови (θ)

Андезитските туфови се застапени во северниот дел од картата и скоро на сите локалитети каде што се откриени лежат преку горноеоценските седименти. Големината на парчињата кои влегуваат во состав на туфовите е различна и варираат од неколку милиметри до неколку десетини сантиметри. По боја се сиво-бели, жолтеникави и розеникави. Силно се распаднати, каолинизирани и лимонитизирани. Долните делови на туфовите се од масивен карактер, додека горните се со изразена стратификација.

Туфовите имаат витрокластична до литокристалеста псамитска структура со голем процент на здробени зрна (околу 70%).

Дебелината на туфовите изнесува 150-200 m.

Андезитски бречи (ω')

Бречите лежат непосредно преку туфовите. На одредени места во истите се сретнуваат туфови, игнимбрети, андезити, како и бигорливи плочи кои укажуваат на повеќе фази на вулканската активност.

Бречите се составени од необработени парчиња на андезити, хаотично расфрлани во основната маса, која е составена од вулканска пепел и зрна од искршени минерали. Поситнозрнестите делови од бречите покажуваат кристалокластична и бречеста структура.

Бигорливи варовници (P1,Q)

Бигорливите варовници се појавуваат во андезитските бречи. Силно се изменети, силифицирани - опализирани. Се јавуваат во тенки плочи, кои на определени места се испрекинати, со што го губат својот континуитет. Се појавуваат во вид на неправилни леќести тела. Бојата им е сиво-жолтеникава.

Се појавуваат северно од с. Д. Балван кај Лозенско Брдо, каде лежат помеѓу андезитските туфови и бречите.

Староста на овие бигорливи варовници е плиоценска до плеистоценска.

9.5. КВАРТЕРНИ КАРПИ

Младите творби на квартал - холоцен се доста распространети во областа на Овче Поле, како и по должината на речните токови на Брегалница и Крива Лаквица. Овие наслаги се од хетероген состав, во кои се издвојуваат неколку генетски типови: стари речни тераси, пролувијални и делувијални наслаги, повисоки и пониски речни тераси, современи речни тераси, како и квартал воопшто. Исто така, се појавуваат и на помали изливи и пробои на магматски (кајанит и базалти) карпи.

Кајанити и базалти ($\tau\beta$)

Се јавуваат во форма на изливи или пробои во палеогените седименти, вршејќи прилично силна опализација на околните седименти. Се појавуваат на

Ежово Брдо, каде се излиени во палеогените седименти. Претставени се со кајанити. По боја се црвеникави, црно-кафејави, сиво-црни и црни, ситнозрнести карпи, со масивна и везикуларна текстура и порфирска структура.

Кајанитите се состојат од микролитска основа, составена од санидин, плагиоклас, леуцит, магнетит, биотит, оливин, аугит и карбонатна материја, во која најчесто се појавуваат фено-кристали на биотит (со големина до 3 mm), потоа аугит и оливин.

Староста на овие карпи е одредена како квартерна.

Супесок, суглини и чакал (квартер воопшто)

Овие седименти ги покриваат горноеоценските седименти. Претставени се со глини, суглини и многу ретко чакали. Материјалот од кој се создавани овие седименти потекнува од глинести и песочливи компоненти на палеогените седименти.

Стари речни тераси (t₃)

Најстарите холоценски наслаги се претставени со стари речни тераси. Овие тераси во најголем дел се ерозионо-акумулациони и лежат преку неогените седименти. Составени се главно од валутоци од андезити, поретко од кварц и гнајсеви. Дебелината им варира од 10 - 15 m.

Пролувијални наслаги (pr)

Пролувијалните наслаги се застапени во северозападните падини на планината Плачковица, како и северно и североисточно од с. Врсаково (Овче Поле). Изградени се од слабо обработени и необработени парчиња од прекамбриските, камбриските и палеозоиските карпи (на падините на Плачковица) и андезитски - терциерни карпи (Овче Поле), сврзани со суглини и супесоци. На места пролувијалните наслаги се дебели и до неколку десетина метри, што укажува на интензивно засипување на споменатите полиња.

Делувијални наслаги (d)

Овие седименти покриваат поголем простор во рамките на Овче Поле, особено таму каде што се развиени горноеоценските седименти. Во најголем дел тоа е распаднат растресит покривач кој е составен од палеогени седименти. Дебелината на овие седименти доста варира и изнесува од 5-10 m.

Повисоки речни тераси (t₂)

По долината на Крива Лаквица, а особено по долината на Брегалница на височина од 20 до 50 m од коритата на реките се забележуваат ерозионо - акумулациони тераси, составени скоро исклучиво од слабо сврзани чакали и песочници.

Пониски речни тераси (t₁)

Покрај речните токови се наоѓаат пониски речни тераси на височина од 5-10 метри од речното корито. Претставени се во најголем дел од глини, суглини, супесоци и чакали.

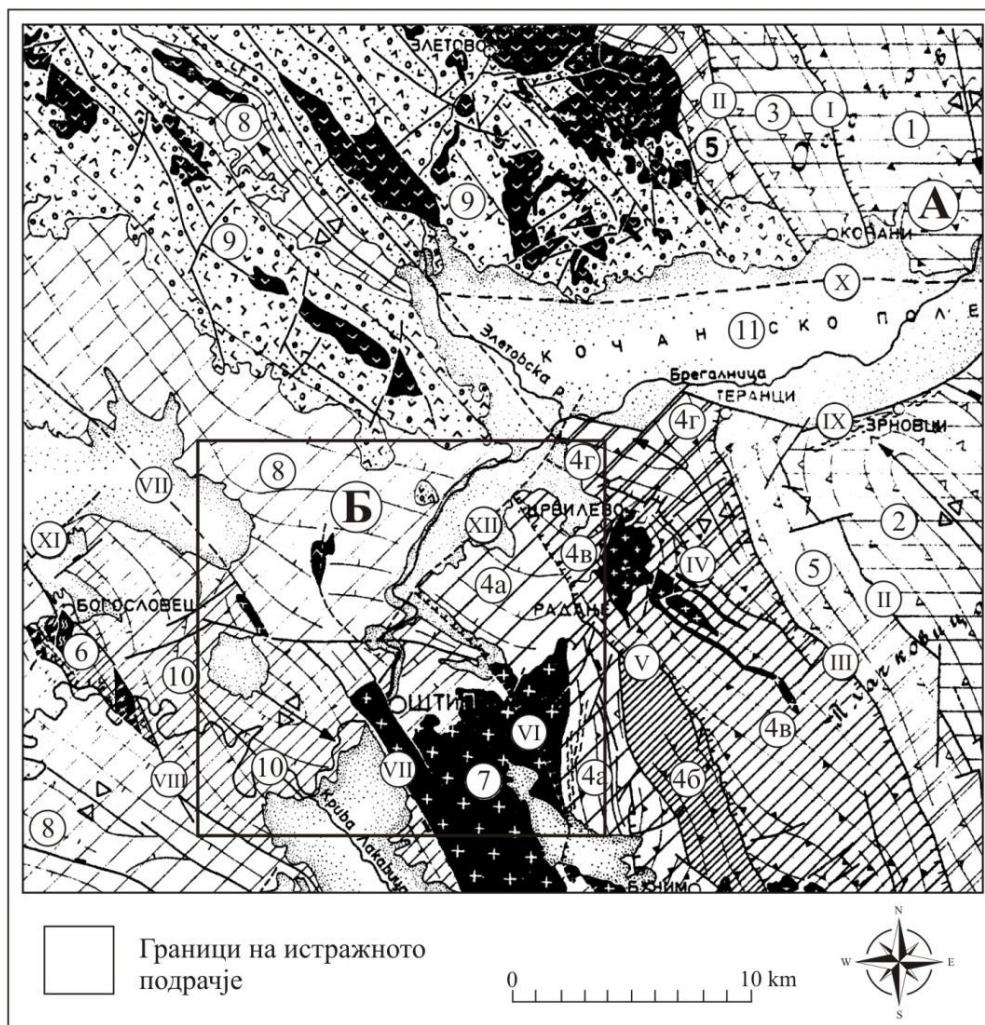
Алувијум (al)

Овие седименти се издвојуваат по долината на речните токови (Брегалница, Крива Лаковица), кои се претставени главно со чакали и песоци.

9.6. ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Во тектонски поглед пошироката околина на Штип влегува во склоп на две геотектонски единици: Српско - македонската маса и Вардарската зона.

Теренот што претставува предмет на истражување припаѓа во вардарската зона (сл. 2).



Слика. 2. Геотектонска карта на пошироката околина околу истражуваниот простор. А-Српско-Македонски масив: 1-Осоговска антиклинала; 2.- Зрновска антиклинала; 3- Кочанска моноклинала; I-Лушпа Пониква - Кочани.

Б-Вардарска зона: 4-Бучимски блок (4а,4б,4в,4г); 5-Радовишко-Теранско-Нивичански грабен; 6- Хорст Богословец; 7-Штипски блок; 8- Овчеполски блок; 9- Кратовско-Злетовски блок; 10.-Криволакавички грабен; II-Ратковичко-Плачковичка дислокација; III-Теранско-Радовишка лушпа; IV-Аргуличка лушпа; V-Раданска лушпа; VI-Мочарничка лушпа; VII-XII- Поважни раседи.

Figure 2. Geotectonic map of the wider area around the investigated area.

Граничната зона помеѓу Српско - македонската маса и Вардарската зона ја претставува доста маркантна руптура, која поминува низ Плачковица и се движи кон Кратовско - Злетовската област (структура II). Вдолж оваа руптура Српско - македонската маса лушпесто е навлечена преку Вардарската зона под агол од 40° - 70° со лушпење до неколку километри.

10. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКАТА ОКОЛИНА

Хидрогеолошката градба на пошироката околина на геотермалниот систем на бањата Кежовица е прикажана на хидрогеолошката карта во Прилог 3 во размер од 1:25.000 според податоците од Мирчовски и др. (2016).

Според структурниот тип на порозност што се јавува во карпите кои се присутни на овој терен можат да се издвојат:

- **збиен тип на водоносници**
- **пукнатински тип на водоносници и**
- **водонепропусни карпи**

10.1. ЗБИЕН ТИП НА ВОДОНОСНИЦИ

Збиениот тип на водоносници е формиран во карпите во кои е присутна интергрануларната порозност од квартерна старост претставени со: алувијални и делувијални седименти. Алувијалните седименти се развиени по реката Брегалница и Отиња, а се изградени од песокливо- чакалести наслаги кои се наталожени преку еоценските седименти и преку јурските гранити. Врз основа на податоците од бунарот Б – 1, нивната дебелина се движи до околу 4,5 m.

Делувијалните седименти се застапени на еден поголем простор околу ридот Мерите и на локалитетот Долни Бунар, југозападно од Бањата Кежовица. Овие седименти имаат хетероген состав кој потекнува од околните карпи. Во најголем дел тој е распаднат - растресит покривач составен од палеогени седименти. Дебелината на овие седименти доста варира и изнесува 5 – 10 m.

Според хидродинамичките карактеристики на нивото на подземната вода во рамките на збиениот тип на водоносници се застапени само водоносници со слободно ниво.

Хранењето на овие водоносници воглавно се врши од речните токови, а исто така и од атмосферските талози.

Според хидрогеолошката функција алувијалните седименти се издвоени како доброводопрпусни карпи, а делувијалните како средноводопрпусни.

10.2. ПУКНАТИНСКИ ТИП НА ВОДНОСНИЦИ

Пукнатинскиот тип на водоносници е формиран во јурските гранити кои на овој простор се претставени со адамелити и биотитски гранити, во кои има развиено пукнатински тип на порозност. Во површинските делови во овие карпи има развиено пукнатини со различни димензии и правци на протегање кои настанале како резултат на тектонските движења (сл. 3).



Слика.3. Тектонски испукани јурски адамелити и биотитски гранити во непосредна близина на изворот Л'џи.

Slika.3. Tectonic cracked jurassic adamelite and biotitic granites near to L'dzi source.

Исто така со длабинските дупчења кои се изведувани на локалитетот Кежовица и Л'џи во текот на 1975/76 од страна на Геолошки завод од Скопје година за зафаќање на термоминералните води од поголема длабочина е утврдено дека гранитите под влијание на тектонските движења се интензивно испукани до преку 450 m длабочина. Во подлабоките делови од 150 m пукнатините главно се исполнети со калцит, кој е исталожуван од топлите води.

Нивото на термоминералните води се движи на длабочина од 1,7 – 2,5 m, а температурата се движи од 52°C - 62°C.

Термоминералната вода на локалитетот Кежовица и Л'џи не е самоизливна, а бидејќи статичкото ниво во експлоатационите бунари се наоѓа над нивото на реката Брегалница, јасно е дека се работи за субартерска водоносна средина.

Овие карпи на одредени простори во плитките делови претставуваат слабоводопропустлива средина и немаат можности за акумулирање на поголеми количини на подземна вода. Тие спаѓаат во групата на слабо издашни терени, со извори чија издашност претежно е $Q < 1$ l/s.

На одредени делови на истражуваниот простор пукнатинските системи се јавуваат на површината на теренот, како што се гледа на сликата, 3 и тие служат за

инфилтрација на водите од атмосферските талози во подлабоките делови на овие средини. Со пукнатинскиот тип на водоносници е поврзано и појавувањето на субартеските термоминерални води на локалитетот Кежовица и Л'џи. Појавувањето на овие води е поврзано со длабоките раседни структури што се појавуваат на овој простор.

Според хидродинамичките карактеристики на нивото на водоносниците, во рамките на пукнатинските водоносници во поплитките делови се застапени водоносници со слободно ниво носители на ладни подземни води и субартески водоносници во кои се акумулирани термоминералните води како што е случајот на локалитетот Кежовица и Л'џи.

Хранењето на пукнатинските водоносници се врши во најголем дел од атмосферските талози, со инфилтрација преку тектонски испуканите гранитни карпи и преку раседните структури развиени на овој простор.

10.3. ВОДОНЕПРОПУСНИ КАРПИ (ПРЕТЕЖНО ВОДОНЕПРОПУСНИ КАРПИ)

Во групата на водонепропусни карпи односно претежно водонепропусни карпи се ставени палеогените квартерни флишни седименти. Овие седименти се развиени на еден поголем простор источно и западно од истражуваниот простор и имаат доста хетероген состав. Изградени се од песочници, лапорци, конгломерати, глинци и варовници.

10.4. ХИДРОГЕОЛОШКА РЕОНИЗАЦИЈА НА ТЕРЕНОТ

Разновидноста на геолошката градба на теренот како и тектонските односи влијаеле на формирањето на повеќе хидрогеолошки целини на поширокиот простор од истражуваниот локалитет. Формирањето на водоносници во одделни делови од теренот е во директна врска со специфичниот литолошки склоп и од меѓусебните односи на литолошките формации.

Врз основа на литолошкиот состав, староста, како и хидрогеолошките карактеристики на литолошките формации, во глобала на поширокиот простор од истражуваниот локалитет можат да се издвојат *еден регион на водопрпусни карпи и еден регион на водонепропусни карпи односно регион на претежно водонепропусни карпи.*

10.4.1. Регион со водопрпусни карпи

Во регионот на водопрпусни карпи се издвоени неврзани водопрпусни карпи и цврсти водопрпусни карпи.

Во неврзаните водопрпусни карпи спаѓаат квартерните и предквартерните неврзани кластични седиментни карпи кои се карактеризираат со меѓузрнеста порозност. Квартерните карпи се претставени со: алувијални и делувијални седименти.

Според хидродинамичките карактеристики, на нивото на водоносниците во рамките на овие карпи се формираат само водоносници со слободно ниво.

10.4.2. Регион на претежно водонепропусни и водонепропусни карпи

Во регионот на претежно водонепропусни карпи се сврстени цврстите јурски гранити во кои има развиено пукнатински тип на порозност, додека во водонепропусни карпи спаѓаат и палеогените флишни седиментни.

Овие карпи кои се карактеризираат со испуканост и водопрпусност само плитко под површината на теренот, а во длабочина каде испуканоста е отсутна или во многу мал обем, тие се водонепропусни. Во овој тип на карпи се формира пукнатински тип на водоносници во поплитките делови.

Карактеристично е што на локалитетот Кежовица и Л'ци во јурските биотитски гранити се застапени тектонски испукани зони, во кои се појавуваат и термоминерални субартески води.

10.5. ХИДРОГЕОЛОШКА ФУНКЦИЈА НА ЛИТОЛОШКИТЕ ЧЛЕНОВИ

Според хидрогеолошките функции, сите карпести маси можат да се поделат на: *хидрогеолошки колектори – резервоари и хидрогеолошки изолатори.*

Во склоп на теренот, во хидрогеолошките колектори спаѓаат суперкапиларни порозни карпести маси, што овозможуваат во нивните агрегатни пори да се акумулираат слободните подземни води.

Во зависност од просторната положба на колекторите, во склопот на теренот, формата и положбата на хидрогеолошките изолатори кон хидрогеолошките колектори, во самите колектори по хидрогеолошките функции на карпестите маси може да се издвојат две зони:

-зона со својство на хидрогеолошки спроводници; и

-зона со својство на хидрогеолошки колектори - резервоари.

Хидрогеолошки спроводници претставуваат оние делови од хидрогеолошкиот колектор низ кој подземните води само протекуваат или од него можат во потполност да се исцедат по природен пат, ако во тој дел од хидрогеолошкиот колектор не притекува ново количество на вода.

Хидрогеолошки резервоари претставуваат оние делови од хидрогеолошкиот колектор кои во себе содржат акумулирана подземна вода, која од нив не може по природен пат под дејство на гравитација да се исцеди туку останува на свое место и по престанокот на дотекот на вода.

Според просторната положба и другите услови во склопот на теренот, некои карпести маси во целина можат да бидат само хидрогеолошки спроводници.

10.5.1. Хидрогеолошки колектори

Во рамките на пошироката околина на истражуваниот простор во хидрогеолошки колектори - резервоари припаѓаат кварталните неврзани кластични седиментни карпи кои се карактеризираат со меѓузрнеста порозност. Овие карпи се претставени со: алувијални и делувијални седименти.

Исто така, во оваа група на одредени простори можат да се сметаат и горните делови плитко под површината на теренот и цврстите магматски карпи во кои има развиено пукнатински тип на порозност. Во длабочина каде испуканоста е отсутна или во многу мал обем, тие карпи се водонепропусни.

Според Кекиќ (1976), на локалитетот Кежовица и Л'ци, во групата на хидрогеолошки колектори - резервоари можат да бидат ставени и тектонски испуканите зони во јурските адамелити и биотитски гранити кои се јавуваат на површината на теренот, а во длабочина и поголема од 450 m. Со овие тектонски испукани зони е поврзано и појавувањето на термоминаралните субартески води на овој локалитет.

Како хидрогеолошки спроводници на овој простор може да се издвојат одредени делови од делувијалните седименти.

11. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВОДОНОСНИТЕ ЗОНИ

Хидрогеолошките карактеристики на водоносните зони се прикажани врз основа на податоците од литолошко – хидрогеолошките профили на експлоатационите бунари Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3.

Хидрогеолошките карактеристики на изворишната зона околу бунарите Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3, можат да се видат на хидрогеолошката карта на прилог 3, литолошко – хидрогеолошките профили прикажани на прилог 4/1, 4/2, 4/3 и 4/4 и на хидрогеолошкиот профил на теренот прикажан на прилог 5.

Според структурниот тип на порозност кој се јавува во карпите во водоносните зони се издвоени два типа на водоносници и тоа:

- **збиен тип на водоносници и**
- **пукнатински тип на водоносници**

Збиен тип на водоносници

Збиениот тип на водоносници е формиран во алувијалните седименти непосредно до реката Брегалница, претставени со крупнозрнест чакал и песок во кои е присутна интергрануларната порозност. Длабочината на овие седименти на овој простор со бунарот Б-1 е одредена на 4,5 m. Нивото на подземните води во овие водоносници се движи од 1,5 до 2 m. Тоа главно зависи од нивото на водата во реката Брегалница. Во овие водоносници се акумулирани студени подземни води.

Според издашноста на теренот, овие зони припаѓаат во групата на *мошне издашни терени* кои имаат издашност претежно преку 10 l/s и $K_f = > 10^{-2} \text{ cm/s}$.

Според хидродинамичките карактеристики на нивото на водоносниците, збиениот тип на водоносници припаѓа во групата на водоносници со слободно ниво.

Хранењето на овие водоносници главно се врши од водите на реката Брегалница, а во помал дел и од атмосферските талози.

Пукнатински тип на водоносници

Пукнатинскиот тип на водоносници во водоносните зони е формиран во јурските тектонски испукани адамелити и биотитски гранити кои имаат пукнатинска порозност. Испуканите гранити на овој простор со бунарите Б-2 и Б-3 се констатирани од површината на теренот па сè до длабочина од 101 m, додека во бунарот Б-1 тие се јавуваат на длабочина од 5,5 m, а во бунарот Ес-3 на длабочина

од 3 m. Во овој тип на водоносници се појавуваат и термоминералните води што се експлоатираат на овој простор.

Според хидродинамичките карактеристики, со досегашните истражувања на нивото во овие средини се констатирани само субартески водоносници.

Статичкото ниво на термоминералната вода во бунарот Б-1 е на длабочина од 1,7 m, во бунарот Б-2 на длабочина од 2,3 m, во бунарот Б-3 на длабочина од 2,5 m и во бунарот Ес-3 на длабочина од 2,3 m.

Хранењето на овие водоносници претежно се врши од атмосферските талози, со инфилтрација преку пукнатинските зони во гранитите и длабоките раседни структури што поминуваат на овој простор, како и од други водоносници што се наоѓаат на повисоко хипсометриско ниво, а што имаат контакт со пукнатинските системи и раседните структури.

11.1. ВИДОВИ НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ

Според хидродинамичките карактеристики, на нивото на подземните води во водоносниците што се присутни на овој терен се издвојуваат *водоносници со слободно ниво* и *водоносници под притисок, односно субартески водоносници*.

Водоносници со слободно ниво

Водоносниците со слободно ниво во кои имаме студени води се јавуваат во алувијалните седименти изградени од крупнозрнести чакали и песоци од површината на теренот, па до длабочина од 4,5 m.

Субартески водоносници

Субартескиот водоносник во кој се акумулирани геотермалните води се јавува во тектонски испуканите јурски адамелити и биотитски гранити. Неговата длабочина со истражно експлоатационите бунари е констатирана до 101 m. Субартеското ниво на термоминерална вода е констатирано од 1,7 – 2,5 m.

11.2. УСЛОВИ ЗА ФОРМИРАЊЕ НА ВОДОНОСНИЦИ

Геолошко и литолошко-тектонските услови присутни на истражуваниот терен овозможуваат формирање на збиен тип на водоносници и пукнатински тип на водоносници.

Врз основа на структурниот тип на порозност кој се јавува во карпестите средини се створени услови за формирање на збиен тип на водоносници во растреситите квартерни алувијални седименти и пукнатински тип на водоносници во интензивно тектонски испуканите јурски гранити. Врз основа на литолошкиот склоп на теренот каде се јавуваат колекторски и изолаторски средини, според хидродинамичките услови на нивото на подземните води во водоносниците се создадени услови за формирање на водоносници со слободно ниво и водоносници со субартески притисоци.

Водоносникот на геотермалниот систем на бањата Кежовица кој е предмет на истражување во овој магистерски труд припаѓа на субартескиот тип на водоносници.

11.3. СУБАРТЕСКИ И АРТЕСКИ ПРИТИСОЦИ И НИВОА НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ

На формирањето на притисокот на подземните води во рамките на артеските и субартеските водоносници имаат влијание низа на фактори како што се:

- *хидростатичките притисоци;*
- *геостатичкото оптоварување на карпестите маси од кровината кои притискаат на водоносната средина;*
- *геодинамички фактори;*
- *промената на порозноста на карпестите маси како резултат на образување на нови минерали;*
- *присуство на гасови и сл.*

Притисоците од хидростатичко потекло се јавуваат во водоносни средини во кои процесот на збивање на карпите е завршен, а порозниот простор низ кој циркулираат артеските води достигнал релативна постојаност и не се менува.

Влијанието на геостатичкото оптоварување на масата која се наоѓа во кровината на водоносната средина се огледа во втиснувањето на водата од силно збиените седименти во водоносните карпи, односно во карпите кои се помалку подложни на збивање. Под влијание на геостатичките притисоци најмногу се собираат глините, додека степенот на збиеност на песоците и чакалите е значително помал. Дополнителните количини на вода, која се ослободува од водонепропустливите или релативно водонепропустливата кровина, предизвикуваат зголемување на притисокот, односно формирање на области на хранење и притисок за сметка на геостатичките притисоци.

Притисоците од геодинамичко потекло настануваат првенствено од сеизмички активните области, за сметка на притисоците во слоевите под влијание на тектонските сили.

Во геотермалниот систем на бањата Кежовица со досегашните истражувања се констатирани само субартески притисоци. Нивото на подземната термоминерална вода во водоносникот со истражно–експлоатационите бунари е констатирано на длабочина од 1,7 m до 2,5 m.

На истражуваниот терен како фактори што имаат влијание на субартеските притисоци можат да бидат: хидростатичките притисоци и геостатичкото оптоварување на карпестите маси од кровината што притискаат на водоносната средина.

11.4. ДИМЕНЗИИ, ГРАНИЦИ И ПОЛОЖБА НА ВОДОНОСНИТЕ СРЕДИНИ

Проучувањето на димензиите, границите и положбата на водоносните средини е условено од обемот и врстите на хидрогеолошките истражувања, а исто така и од приликите и условите на истражуваниот терен.

Како природни фактори што делуваат при формирањето на водоносните средини се: геолошката градба на теренот, нејзините морфолошки особини, климатските услови, хидрогеолошките карактеристики и хранењето на водоносните средини.

Според досегашните истражувања, на локалитетот Кежовица се утврдени две водоносни средини. Едната средина е во алувијалните седименти - се јавува од површината на теренот па до длабочина од 4,5 m и е носител на студени

подземни води; и втората водоносна средина, која се јавува во тектонски испуканите гранити и во раседните структури. Водоносната средина во испуканите биотитски гранити кај бањата Кежовица се јавува под алувијалните седименти и под слојот од глина после 5,5 m во длабочина и е носител на термоминералните води.

На локалитетот Л'џи со бунарите е констатирана само една водоносна средина, која се јавува во интензивно испуканите гранити, почнувајќи од површината на теренот, па во длабочина до 101 m.

Со истражувањата што се направени 1975/1976 год. (А. Кекиќ), кај бањата Кежовица со изработката на еден истражен бунар со длабина од 500 метри е констатирано дека испуканите биотитски гранити се јавуваат на длабочина поголема од 450 m.

Латералната граница на водоносната средина од алувијалните седименти е поврзана со површината на алувијалните седименти, кои се јавуваат на истражниот простор. Латералната граница на водоносната средина во која имаме појава на термоминерални води е тешко одредлива, бидејќи имаме мал број на истражни дупчења, а постојните се лоцирани на мал површински истражен простор. Сепак, претпоставуваме дека латералната граница на водоносната средина во испуканите биотитски гранити е поврзана со просторната застапеност на овие гранити на локалитетот Мерите, кој се наоѓа на десната страна од Брегалница, низводно од истражуваниот простор.

12. ЕКСПЛОАТАЦИОНИ БУНАРИ

Во рамките на геотермалниот систем на бањата Кежовица постојат четири бунари од кои може да се врши експлоатација на термоминералната вода, кои се означени како Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3. Сите четири бунари се изработени од Геолошки завод од Љубљана, Ес-3 во 1953, Б-1, Б-2 и Б-3 во 1976/77 година.

Локацијата на експлоатационите бунари со нивните координати е прикажана на топографска карта во мерка од 1:2.000 на Прилог 1.

Бунарите Б-1 и Ес-3 се наоѓаат во непосредна близина на бањата Кежовица и од нив термоминералната вода се користи за потребите на бањата и за физикалната терапија. Другите два бунари означени како Б-2 и Б-3 се наоѓаат на локалитетот Л'џи кај Ново Село во близина на реката Брегалница. Термоминералната вода од овие два бунари моментално не се користи. На овој локалитет во близина на бунарот Б-2 се наоѓа извор со термоминерална вода која се користи од локалното население на Ново Село.

Бунарите Б-1 и Ес-3 се наоѓаат многу блиску еден до друг на растојание само од 4 m, а од бунарите Б-2 и Б-3 се оддалечени околу 300 m, додека бунарите Б-2 и Б-3 еден од друг се оддалечени околу 30-тина метри.

Дупчењето на бунарите е изведено со дупчалка Ј – 600.

Литолошко- идрогеолошките профили на експлоатационите бунари, како и нивните технички карактеристики се прикажани во прилог 4/1, 4/2, 4/3 и 4/4.

Бунарот Б-1 е изведен со длабочина од 30,7 m, Б-2 од 101,1 m, Б-3 од 44 m, и Ес-3 од 22,5 m.

По изработката на бунарите е направено нивно тестирање, при што е добиен поединечен експлоатационен капацитет за секој бунар кој изнесувал: Б-1 - 1,3 l/s,

Б-2 – 11,5 l/s, Б-3 - 6,5 l/s и Ес-3 – 2,7 l/s и вкупен експлоатационен капацитет од 22 l/s.

Статичкото ниво во бунарите било: во Б-1 – 1,7 m, во Б-2 - 2,3 m, во Б-3 – 2,5 m, и во S-3 – 2,3 m. Измерената температура на термоминералната вода се движела од 53°C до 62°C.

Од литолошко-хидрогеолошките профили може да се види дека субартескиот водоносник со термоминерална води се јавува во јурските тектонски испукани биотитски гранити, кои се јавуваат на површината на теренот, па се до издупчената длабочина од 101 m.

12.1. ТЕСТИРАЊЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИОНИТЕ БУНАРИ

Тестирањето на експлоатационите бунари Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3 кои се прикажани на сликите (4,5,6 и 7) е изведено со фирмата АКВА-ИНГ од Штип. Тоа е извршено со три тестирања за секој бунар посебно, во времетраење на секој тест поединечно од 24 часа, или вкупно за трите тестови за време од 72 часа. Тестирањето е работено за три капацитети, при што се добиени три динамички нивоа на снижување (S). Тестирањето е работено со центрифугална пумпа тип Ловара цо 500/30 (LOWARA CO 500/30) со капацитет од 15 l/s. При тестирањето во бунарите беше спуштена цевка со дијаметар од 63 mm до длабочина од 7,5 m, со што беше лимитирано динамичкото ниво во бунарите.



Слика 4. Експлоатационен бунар Б-1 на локалитетот Кежовица
Figure 4. Exploitation well B-1 site Kežovica.



Слика.5. Експлоатационен бунар Ес-3 на локалитетот Кежовица.
Figure 4. Exploitation well S-3 site Kežovica.



Сл.6. Експлоатационен бунар Б-2 на локалитетот Л'џи.
Figure 4. Exploitation well Б-2 site L'dji



Слика.7. Експлоатационен бунар Б-3 на локалитетот Л'џи.
Figure 4. Exploitation well Б-3 site L'dji

Времето на тестирање на бунарите е прикажано во табелите 3 -16:

Табела 3. Време на тестирање на бунар Б-1

Table 3. Time of pump testing of well Б-1

	Започнато		Завршено	
	час	датум	час	датум
I - ниво	8:00	28.10.2015 год.	8:00	29.10.2015 год.
II – ниво	8:00	29.10.2015 год.	8:00	30.10.2015 год.
III - ниво	8:00	30.10.2015 год.	8:00	31.10.2015 год.

Табела 4. Повраток на ниво во бунар Б-1

Table 4. Recovery Level in well B-1

Започнато		Завршено	
час	Датум	час	датум
8:00	31.10.2015 год.	24:00	31.10.2015 год.

Табела 5. Време на тестирање на бунар Б-2

Table 5. Time of pump testing of well Б-2

	Започнато		Завршено	
	час	датум	час	датум
I - ниво	8:00	16.10.2015 год.	8:00	17.10.2015 год.
II – ниво	8:00	17.10.2015 год.	8:00	18.10.2015 год.
III - ниво	8:00	18.10.2015 год.	8:00	19.10.2015 год.

Табела 6. Време на повраток на ниво во бунар Б-2

Table 6. Recovery Level in well Б-2

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	19.10.2015 год.	19:00	19.10.2015 год.

Табела 7. Време на тестирање на бунар Б-3

Table 7. Time of pump testing of well Б-3

	Започнато		Завршено	
	час	датум	час	датум
I - ниво	8:00	12.10.2015 год.	8:00	13.10.2015 год.
II – ниво	8:00	13.10.2015 год.	8:00	14.10.2015 год.
III - ниво	8:00	14.10.2015 год.	8:00	15.10.2015 год.

Табела 8. Време на повраток на ниво во бунар Б-3

Table 8. Recovery Level in well Б-3

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	15.10.2015 год.	20:00	15.10.2015 год.

Табела 9. Време на тестирање на бунар Ес-3

Table 9. Time of pump testing of well S-3

	Започнато		Завршено	
	час	датум	час	датум
I - ниво	8:00	01.11..2015 год.	8:00	02.11.2015 год.
II – ниво	8:00	02.11.2015 год.	8:00	03.11..2015 год.
III - ниво	8:00	03.11.2015 год.	8:00	04.11.2015 год.

Табела 10. Време на повраток на ниво во бунар S-3

Table10. Recovery Level in well S-3

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	04.11.2015 год.	21:00	04.11.2015 год.

Табела 11. Време на истовремено тестирање на бунар Б-1 и S-3

Table 11. Time of simultaneously pump testing of well Б-1 and S-3

	Започнато		Завршено	
	час	датум	час	датум
I - ниво	8:0	05.11.2015 год.	8:00	06.11.2015 год.

Табела 12. Време на повраток на ниво во бунар Б-1 при истовремено тестирање на бунарите Б-1 и С-3

Table 12. Time of recovery level in well B-1 of simultaneously pump testing of well B-1 and S-3

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	06.11.2015 год.	02:00	07.11.2015 год.

Табела 13. Време на повраток на ниво во бунар Ес-3 при истовремено тестирање на бунарите Б-1 и Ес-3

Table 13. Time of recovery level in well S-3 of simultaneously pump testing of well B-1 and S-3

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	06.11.2015 год.	22:30	06.11.2015 год.

Табела 14. Време на истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3

Table 14. Time of simultaneously pump testing of well B-2 and B-3

	Започнато		Завршено	
	час	датум	час	датум
I - ниво	8:00	07.11.2015 год.	8:00	08.11.2015 год.

Табела 15. Време на повраток на ниво во бунар Б-2 при истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3

Table 15. Time of recovery level in well B-2 of simultaneously pump testing of well B-2 and B-3

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	08.11.2015 год.	16:30	08.11.2015 год.

Табела 16. Време на повраток на ниво во бунар Б-3 при истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3

Table 15. Time of recovery level in well B-3 of simultaneously pump testing of well B-2 and B-3

Започнато		Завршено	
час	датум	час	датум
8:00	08.11.2015 год.	17:00	08.11.2015 год.

Податоците од тестирањето за бунарите се прикажани во табелите 17– 24.

Табела 17. Податоци од тестирање за бунар Б-1.

Table 17. Data from pump testing of well B-1.

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
1,7	Q ₁ =0,8	4,95	S ₁ =3,25	24	0,246
	Q ₂ = 1	5,9	S ₂ =4,20	24	0,238
	Q ₃ =1,25	7,1	S ₃ =5,40	24	0,231

Табела 18. Податоци од тестирање за бунар Ес-3

Table 18. Data from pump testing of well S-3.

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
2,30	Q ₁ =1	3,60	S ₁ =1,30	24	0,769
	Q ₂ = 2	5,20	S ₂ =2,90	24	0,689
	Q ₃ =2,8	6,90	S ₃ =4,60	24	0,608

Табела 19. Податоци од тестирање за бунар Б-2.

Table 19. Data from pump testing of well B-2.

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
2,20	Q ₁ =3	3,00	S ₁ =0,80	24	3,75
	Q ₂ =6	3,85	S ₂ =1,65	24	3,63
	Q ₃ =9	4,80	S ₃ =2,60	24	3,46

Табела 20. Податоци од тестирање за бунар Б-3.

Table 20. Data from pump testing of well B-3

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
2,50	Q ₁ =2,5	3,80	S ₁ =1,30	24	1,923
	Q ₂ = 4	4,70	S ₂ =2,20	24	1,8181
	Q ₃ = 6,5	7,00	S ₃ =4,50	24	1,444

Табела 21. Податоци за истовремено тестирање на бунар Б-1 и Ес-3.

Table 21. Data for simultaneous testing of well B-1 and S-3

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
1,7	1,3	7,30	5,6	24	0,232

Табела 22. Податоци од тестирање за бунар Ес-3.

Table 22. Data from pump testing of well S-3

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
2,30	3	7,10	4,8	24	0,625

Табела 23. Податоци за истовремено тестирање на бунар Б-2 и Б-3.

Table 23. Data for simultaneous testing of well B-2 and B-3

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
2,20	6,5	4,1	1,9	24	3,42

Табела 24. Податоци од тестирање за бунар Б-3.

Table 24. Data from pump testing of well B-3

НПВ статичко	Издашност Q (l/s)	НПВ Динамичко (m)	Снижување S (m)	Време T (h)	q (l/s/m)
2,50	6,2	6,05	3,55	24	1,746

Исто така беше извршено и истовремено тестирање на бунарите Б-1 и Ес-3 и на бунарите Б-2 и Б-3.

При тестирањето на бунарот Б-1 беше мерено нивото на водата во бунарот Ес-3 што се наоѓа на растојание од 4 m. Во бунарот Ес-3 беше измерено вкупно опаѓање на нивото за 52 cm. При тестирањето на бунарот Ес-3 нивото во бунарот Б-1 беше опаднато за 1,35 m. Ова покажува дека постои радиус на влијание помеѓу овие два бунари.

При тестирањето на бунарот Б-2 кој се наоѓа на растојание од 30 m од Б-3 беше набљудувано и опаѓањето на нивото во бунарот Б-3, при што беше забележано опаѓање на нивото во Б-3 од 49 cm. При тестирањето на бунарот Б-3 исто така беше набљудувано опаѓањето на нивото во бунарот Б-2 и при тоа беше констатирано опаѓање на нивото во бунарот Б-2 од 45 cm. Врз основа на овие податоци може да се заклучи дека постои радиус на влијание помеѓу бунарите Б-2 и Б-3.

Дека постои радиус на влијание помеѓу експлоатационите бунари исто така е видливо и од пресметаните радиуси на влијание во однос на растојанието на бунарите.

За бунарот Б-1 радиусот на влијание е $R=68$ m, за Ес-3, $R=49$ m, за Б-2, $R=62$ m и за Б-3, $R=155$ m. Со оглед на пресметаните радиуси, јасно е дека постои радиус на влијание помеѓу Б-1 и Ес-3 и помеѓу Б-2 и Б-3.

Растојанието помеѓу Б-1 и Ес-3 во однос на бунарите Б-2 и Б-3 изнесува повеќе од 300 m, што укажува дека помеѓу овие бунари нема радиус на влијание.

Врз основа на добиените податоци од тестирањето за сите експлоатациони бунари се конструирани дијаграми $Q = f(S)$ на кои може да се види функционалната зависност на издашноста од снижувањето и дијаграми $q=f(S)$ на кои е прикажана функционалната зависност на специфичната издашност од снижувањето. Дијаграмите се прикажани на прилог - 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 6/5, 6/7 и 6/8. За сите бунари се конструирани и хидрограми на црпењето на кои е прикажана функционалната зависност на издашноста и снижувањето од времето $Q = f(t)$ и $S = f(t)$ прилог – 7/1, 7/2, 7/3 и 7/4. По завршувањето на тестирањето беше мерен и повратокот на нивото во бунарите и од добиените податоци се конструирани дијаграми $S = f(t)$ прикажани на прилог 8/1, 8/2, 8/3 и 8/4.

Статичкото ниво на подземната вода е мерено од устата на бунарите.

Бидејќи типот на пумпата и спуштената цевка во бунарите од 7,5 m го лимитираше динамичкото ниво во бунарите и не овозможуваше да се изврши тестирање со поголеми капацитети и спуштање на динамичкото ниво подлабоко, оптималниот, максималниот и експлоатациониот капацитет на бунарите се одредени графоаналитички од дијаграмите $Q = f(S)$.

Во текот на тестирањето на бунарите со сите три капацитети е мерена и температурата на водата, при што за секој бунар е измерена следната температура:

Дупнатини	Б-1	Б-2	Б-3	Ес-3
Температура °C.	58°C	52°C	61°C	62°C

Со зголемувањето на капацитетот на бунарите не е забележано зголемување на температурата на водата, односно температурата на водата беше констатна во целиот процес на тестирањето.

12.2. ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН КАПАЦИТЕТ НА БУНАРИ

Врз основа на изведеното тестирање на бунарите, како и на база на изведената графоаналитичка анализа на резултатите од црпењето, одредена е експлоатационата, максималната и оптималната издашност на бунарите користејќи ги дијаграмите $Q=f(S)$, на кои е прикажана функционалната зависност на издашноста на бунарите од снижувањето, прилог 6/1, 6/3, 6/5 и 6/7.

Како што е претходно споменато, за одредувањето на Q_{max} , Q_{opt} и Q_{exp} , користена е графоаналитичката метода, на основа на функционалната зависност помеѓу издашноста на бунарите и снижувањето на нивото на подземната вода. Врз основа на искусствени податоци е добиено дека експлоатационото снижување во бунарите не треба да биде поголемо од 1/3 од дебелината на водоносниот колектор (H), а максималното снижување (S) во бунарите не треба биде поголемо од 2/3 од дебелината на водоносниот колектор. Оптималниот капацитет на бунарите е пресметан со образецот $Q_{opt} = Q_{max} \times \alpha$ (каде α е коефициент кој изнесува 0,7), а додека оптималното снижување S_{opt} е одредено графоаналитички од дијаграмите $Q = f(S)$ со нанесување на оптималниот капацитет Q_{opt} .

Во табелата 25 се дадени препораките за експлоатационите капацитети на бунарите преку вредностите на: Q_{exp} , Q_{opt} , Q_{max} , S_{exp} , S_{opt} , и S_{max} за бунарите Б-1, Б-2, Б-3 и С-3.

Табела 25. Капацитет на експлоатационите бунари.

Table 25. Capacity of exploitation wells

	Б-1	Б-2	Б-3	С-3
Q_{exp} (l/s)	1,7	12,5	8,9	3,3
Q_{opt} (l/s)	1,99	9,6	6,8	2,9
Q_{max} (l/s)	2,85	13,8	9,8	4,15
S_{exp} (m)	8	33	13,6	6,56
S_{opt} (m)	9,6	3,52	5	4,92
S_{max} (m)	16	66	27,3	13,1

Вкупниот експлоатационен капацитет (Q_{exp}) за сите четири бунари изнесува: $Q_{вкуп} = Б-1 \ 1,7 + Б-2 \ 12,5 + Б-3 \ 8,9 + С-3 \ 3,3 = 26,4 \text{ l/s}$.

13. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ХИДРОГЕОЛОШКИТЕ ПАРАМЕТРИ

Врз основа на добиените резултати од тестирањето на бунарите, извршена е пресметка на основните хидрогеолошки параметри на водоносната средина на геотермалниот систем на бањата Кежовица.

Параметрите што ги дефинираат филтрационите карактеристики на геолошката средина се пресметани за услови на стационарно струење во рамки на водоносник со ниво под притисок, без директно влијание на површински води.

Коефициент на филтрација - k

Коефициентот на филтрација за бунарите е пресметан по формулата на Dірі за случај на бунар што дренира водоносник со ниво на подземна вода под притисок.

$$k = 0.366 \frac{Q}{mS} \cdot \log \frac{R}{r} \quad [m/s]$$

коефициент на филтрација k [m/s]
издашност Q_{exp} ³ (m³/s)
снижување S m,
полупречник на бунарите $r =$ (m)
дебелина на водоносниот слој m (m)
радиус на влијание R (m)

Коефициентот на филтрација е пресметуван за експлоатациониот капацитет на бунарите.

Бунар Б-1

Коефициент на филтрација (К)

коефициент на филтрација K [m/s]
издашност..... $Q_{exp} = 1,7 \times 10^{-3}$ (m³/s)
снижување $S_{exp} = 8$ m,
полупречник на бунарите (усвоено)..... $r = 0.1$ (m)
дебелина на водоносниот слој $m = 24,2$ (m)
радиус на влијание $R = 30$ (m) (усвоено по податоци на истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3 и појавен радиус на влијание
 $K = 7,96 \times 10^{-6}$ m/s = 0,688 m/den.

Коефициент на водопроводност T (m²/s)

Коефициентот на водопроводноста (трансмисивност) е одреден по следната формула:

$$T = K \times m \quad [m^2/s]$$

Коефициент на водопроводност T [m²/s]
Коефициент на филтрација $K = 7,96 \times 10^{-6}$ [m/s]
Дебелина на водоносен слој $m = 24,2$ [m]

$$T = 0,000193 \text{ m}^2/\text{s} = 1,93 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T = 16,67 \text{ m}^2/\text{ден.}$$

Радиус на влијание

Радиусот на депресија односно радиусот на влијание на бунарите е одредуван за пресметаниот оптимален капацитет Q_{exp} , и за S_{exp} . Пресметувањето на радиусот на влијанието е направено според формулата на Зихард:

$$R = 3000 \times S \times \sqrt{K} \quad [m]$$

Каде е:

S - влијание при црпењето ($S_{exp} = 8$ m)

K – коефициент на филтрација $K = 7,96 \times 10^{-6}$ m/s.

$$R = 68 \text{ m}$$

Бунар – Ес-3

Коефициент на филтрација (К)

коефициент на филтрација K [m/s]
издашност..... $Q_{exp} = 3,3 \times 10^{-3}$ (m³/s)
снижување $S_{exp} = 6,56$ m,
полупречник на бунарите (усвоено)..... $r = 0.049$ (m)
дебелина на водоносниот слој $m = 19,7$ (m)
радиус на влијание $R = 30$ (m) (усвоено по податоци на истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3 и појавен радиус на влијание

$$K = 2,60 \times 10^{-5} \text{ m/s} = 2,25 \text{ m/den.}$$

Коефициент на водопродност Т (m²/s)

Коефициентот на водопродноста (трансмисибилност) е одреден по следната формула:

$$T = K \times m \quad [m^2/s]$$

Коефициент на водопродност Т [m²/s]

Коефициент на филтрација К = 2,60 × 10⁻⁵ [m/s]

Дебелина на водоносен слој m = 19,7 [m]

$$T = 0,00044325 \text{ m}^2/s = 4,43 \times 10^{-4} \text{ m}^2/s$$

$$T = 38,29 \text{ m}^2/\text{ден.}$$

Радиус на влијание

Радиусот на депресија односно радиусот на влијание на бунарите е одредуван за пресметаниот оптимален капацитет Q_{exp}, и за S_{exp}. Пресметувањето на радиусот на влијанието е направено според формулата на Зихард:

$$R = 3000 \times S \times \sqrt{K} \quad [m]$$

Каде е:

S - влијание при црпењето (S_{exp} = 6,56 m)

K – коефициент на филтрација K = 2,60 × 10⁻⁵ m/s.

$$R = 49 \text{ m}$$

Бунар Б-2

Коефициент на филтрација (K)

коефициент на филтрација K [m/s]

издашност..... Q_{exp} = 12,5 × 10⁻³ (m³/s)

снижување S_{exp} = 33 m,

полупречник на бунарите (усвоено)..... r = 0.05 (m)

дебелина на водоносниот слој m = 98,8 (m)

радиус на влијание R = 30 (m) (усвоено по податоци на истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3 и појавен радиус на влијание

$$K = 3,9 \times 10^{-7} \text{ m/s} = 0,034 \text{ m/den.}$$

Коефициент на водопродност Т (m²/s)

Коефициентот на водопродноста (трансмисибилност) е одреден по следната формула:

$$T = K \times m \quad [m^2/s]$$

Коефициент на водопродност Т [m²/s]

Коефициент на филтрација К = 3,9 × 10⁻⁷ [m/s]

Дебелина на водоносен слој m = 98,8 [m]

$$T = 0,0000385 \text{ m}^2/s = 3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2/s$$

$$T = 3,3 \text{ m}^2/\text{ден.}$$

Радиус на влијание

Радиусот на депресија односно радиусот на влијание на бунарите е одредуван за пресметаниот оптимален капацитет Q_{exp} , и за S_{exp} . Пресметувањето на радиусот на влијанието е направено според формулата на Зихард:

$$R = 3000 \times S \times \sqrt{K} \quad [m]$$

Каде е:

S - влијание при црпењето ($S_{exp} = 33$ m)

K – коефициент на филтрација $K = 3,9 \times 10^{-7}$ m/s.

$$R = 62 \text{ m}$$

Бунар Б-3

Коефициент на филтрација (K)

коефициент на филтрација K [m/s]

издашност..... $Q_{exp} = 8,9 \times 10^{-3}$ (m³/s)

снижување $S_{exp} = 13,6$ m,

полупречник на бунарите (усвоено)..... $r = 0.1$ (m)

дебелина на водоносниот слој $m = 41$ (m)

радиус на влијание $R = 30$ (m) (усвоено по податоци на истовремено тестирање на бунарите Б-2 и Б-3 и појавен радиус на влијание

$$K = 1,45 \times 10^{-5} \text{ m/s} = 1,25 \text{ m/den.}$$

Коефициент на водопроводност T (m²/s)

Коефициентот на водопроводноста (трансмисибилност) е одреден по следната формула:

$$T = K \times m \quad [m^2/s]$$

Коефициент на водопроводност T [m²/s]

Коефициент на филтрација $K = 1,45 \times 10^{-5}$ [m/s]

Дебелина на водоносен слој $m = 41$ [m]

$$T = 0,00059 \text{ m}^2/\text{s} = 5,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T = 51,36 \text{ m}^2/\text{ден.}$$

Радиус на влијание

Радиусот на депресија односно радиусот на влијание на бунарите е одредуван за пресметаниот оптимален капацитет Q_{exp} , и за S_{exp} . Пресметувањето на радиусот на влијанието е направено според формулата на Зихард:

$$R = 3000 \times S \times \sqrt{K} \quad [m]$$

Каде е:

S - снижување при црпењето ($S_{exp} = 13,6$ m)

K – коефициент на филтрација $K = 1,45 \times 10^{-5}$ m/s.

$$R = 155 \text{ m}$$

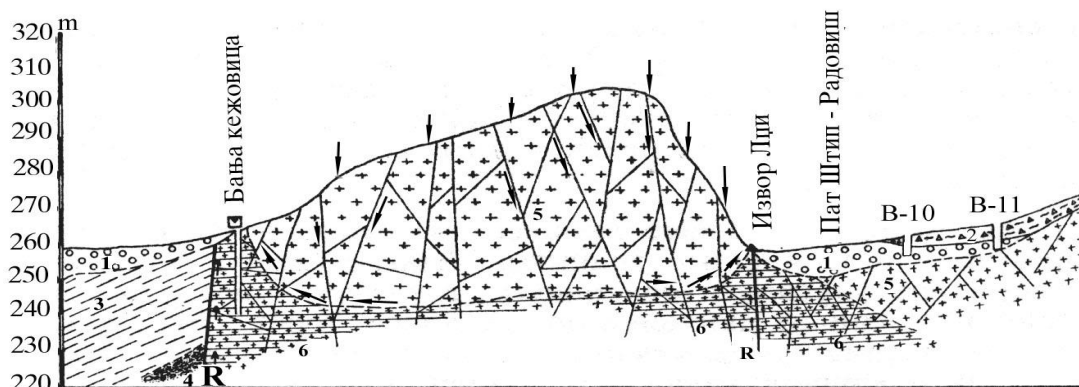
14. ПОТЕКЛО НА ВОДАТА

Податоци за потеклото на термоминералната вода од бањата Кежовица се дадени од Кекиќ и Мирчовски (2001-2002) и Мирчовски и Димов (2016). Според овие автори, термоминералните води од геотермалниот систем на бањата Кежовица во основа имаат тектонско потекло. Нивното појавување најверојатно е поврзано со пресекот на Штипскиот расед кој оди по долината на реката Брегалница од Крупиште, преку Караорман, Чардаклија, Штип и Софилари со протегање североисток-југозапад и Лакавичкиот расед кој се протега во правец северозапад-југоисток и се наоѓа помеѓу гранитите и еоценските седименти.

Термоминералната вода од бањата Кежовица, како што се гледа од прикажаниот хидрогеолошки профил (сл. 8), се јавува на раседна зона која оди на самиот контакт помеѓу гранитите и горноеоценските седименти, а во изворот Л'џи на раседна зона која се наоѓа во самите гранити. Најверојатно во длабочина овие раседни зони се наоѓаат во врска, на што укажува сродноста на хемискиот состав на водите од двата локалитета.

За тектонското потекло на термоминералните води во Кежовица и Л'џи укажуваат и високата температура на водата што се движи од 27°C до 62°C, како и високата вкупна минерализација на водата која во Кежовица е 1.450 mg/l, додека во изворот Л'џи варира во опсегот 1.310-1.507.9 mg/l.

Според податоците од С. Михаелиќ (1953), радиоактивноста на водата од бањата Кежовица изнесува 42.82 махови единици, а од изворот Л'џи 11.57 маха. Според овие податоци, водата од геотермалниот систем на бањата Кежовица спаѓа во најрадиоактивните бањи во Македонија, а исто така и во редот на порадитоактивните бањи и во Европа.



- 1- Q- Алувијални речни седименти (добро издашни $Q = 1-10$ л/с)
- 2- Qd - Делувијални падински седименти (слабо издашни $Q = 0.1-1$ л/с)
- 3- E3- Глинци прослоени со песочници (безводни $J\bar{b} = <0,1$ л/с)
- 4- E3 - Конгломерати песочници и глинци
- 5 - J3 - Гранити во надизданска зона
- 6 - J3 - Гранити во изданска зона

Слика. 8. Хидрогеолошки профил на геотермалниот систем на Бањата Кежовица. Кекиќ и Митев, (1973 - 1978).

Figure. 8. Hydrogeological profile of the geothermal system Kežovica spa. Kekik and Mitev (1973-1978).

Зголемената радиоактивност на водата како и литолошката средина во која се наоѓа самата вода укажуваат дека најверојатно загревањето на термоминералните води се врши како резултат на температурата што се ослободува со радиоактивното распаѓање. Ова размислување треба да послужи како идеја за понатамошни испитувања.

15. ХИДРОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Хидрохемиските карактеристики на термоминералната вода од геотермалниот систем на бањата Кежовица во изминатиот период се испитувани од поголем број на истражувачи - Милоевиќ (1953), Михолиќ (1953), Баиќ (1955), Нетков (1968), Настиќ (1968), Ѓузелковски и Страчков (1973), Котевски (1974), Кекиќ и Митев (1973-1978), Мирчовски и др. (2001, 2002, 2016).

Хидрохемиските карактеристики на термоминералната вода се прикажани според последните испитувања на Мирчовски и др. (2016). Од овие истражувачи се изработени четири комплетни физичко-хемиски анализи во хемиската лабораторија при Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип. Анализите се работени на проби земени од бунарите Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3. Со анализата се одредувани примарните компоненти на хемискиот состав катјони и анјони, како и одреден број на хемиски елементи што спаѓаат во групата на микрокомпоненти, а се значајни за квалитетот на водата.

Во катјонскиот состав преовладуваат катјоните на Na со концентрација која се движи од 493,671- 503,662 mg/l. Кај анјоните преовладуваат Cl⁻ со содржина која се движи во рамките од 567,258 – 596,4971 mg/l. HCO₃⁻ = 755,8,mg/l потоа следуваат сулфатите SO₄²⁻ со содржина која се движи од 162,938 – 148,965 mg/l.

Содржината на минерализацијата се движи во границите од 1537 - 1585 mg/l што покажува дека водата спаѓа во групата на води со зголемена минерализација.

Според содржината на pH = 8,2 водата спаѓа во групата на слабо базични подземни води.

Водата според хемискиот состав е натриско хлоридна, односно според класификацијата на Алекин (1936), водата спаѓа во *хлоридната класа, натриска група, прв тип на води*.

Содржината на анализираниите хемиски макро и микрокомпоненти во геотермалната вода е споредена со максимално дозволените вредности (МДК) дадени според Правилникот за безбедност на водата (Сл. Весник на Р.М бр. 46/08 година). Споредбата е направена за МДК вредности кои се однесуваат за изворска и пакувана вода за пиење.

Од добиените резултати може да се види дека содржината на Na, As, B, Cl⁻ NO₃⁻ и NO₂⁻ е поголема од МДК, што укажува дека водата не е погодна за пиење.

Бидејќи водата од сите три бунарипокажува многу сличен хемиски состав сметаме дека водата потекнува од ист примарен извор.

Исто така е извршено и анализа на радиоактивните елементи Rb, Cs, U и Th. Од анализите се гледа дека најголеми концентрации од радиоактивните елементи покажува Rb со содржини кои се движат од 149 – 160 µg/l, потоа следува Cs со содржини од 23,9 – 27 µg/l, а со помала содржина е U со содржина која се движи од

1,1 – 1,9 µg/l и со најмала содржина е Th кој е застапен со содржина помала од 1 µg/l .

Квалитетот на термоминералната вода од локалитетот Кежовица и Л'ци е анализиран од истражувачите и во претходниот период. Според податоците од С. Михолиќ (1953) радиоактивноста на водата од бањата Кежовица изнесува 42,82 махови единици а од изворот Л'ци 11,57 маха. Според овие податоци водата од оваа бања спаѓа во најрадиоактивните води во Македонија, а исто така и во редот на порадиоактивните бањски води и во Европа.

16. РЕЗЕРВИ НА ВОДА

Врз основа на добиените податоци со хидрогеолошките истражувања се пресметани: статичките, експлоатационите и динамичките резерви на термоминералната вода во геотермалниот систем на бањата Кежовица.

16.1. СТАТИЧКИ РЕЗЕРВИ

Статичките резерви (природни) се пресметувани за површина од 1 km² во гранитите во околината на експлоатационите дупнатини.

Овие резерви се пресметувани според формулата на Н. А. Плотников:

$$Q_{sta} = \mu \cdot V$$

Q_{sta} - Статички резерви

μ - Специфична издашност (0,00005-0.01) Доменико и Шварц (1990 година)

V - Волумен на водоносникот

$$V = A \times m$$

A - површина на водоносникот

m - дебелина на водоносната зона

$$A = 1\,000\,000 \text{ m}^2$$

$$m = 101 \text{ m}$$

$$V = 1\,000\,000 \cdot 101 = 101\,000\,000 \text{ m}^3$$

$$V = 101 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$\mu = 0.01$ (усвоено по Доменико и Шварц 1990 година).

$$Q_{sta} = 0,01 \cdot 101\,000\,000 = 10\,100\,000 \text{ m}^3$$

$$Q_{sta} = 10\,100\,000 \text{ m}^3$$

$$Q_{sta} = 10,1 \times 10^6 \text{ m}^3$$

16.2. ДИНАМИЧКИ РЕЗЕРВИ

Во услови кога нема доволно податоци за хранењето на водоносниците како во овој случај, динамичките резерви се пресметуваат преку експлоатационата издашност на бунарите, која изнесува:

$$Q_{exp \text{ B-1}} = 1,7 \text{ l/s.}$$

$$Q_{\text{exp}} \text{ Б-2} = 12,5 \text{ l/s.}$$

$$Q_{\text{exp}} \text{ Б-3} = 8,9 \text{ l/s.}$$

$$Q_{\text{exp}} \text{ S-3} = 3,3 \text{ l/s.}$$

$$Q_{\text{вкупно}} = 26,4 \text{ l/s.}$$

$$Q_{\text{din}} = 832\,550\,400 \text{ l/год.} = 832\,550 \text{ m}^3/\text{год.}$$

$$Q_{\text{din.}} = 832,550 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{год}$$

16.3. ЕКСПЛОАТАЦИОНИ РЕЗЕРВИ

Експлоатационите резерви преставуваат сума од динамичките и делот од статичките резерви што можат да се користат со одреден степен на искористеност ($\mu = 0.2 - 0,6$ (20-60%)) за одреден период на експлоатација (5, 10, 25 години). Тие се пресметуваат според следната формула:

$$Q_{\text{exp}} = Q_{\text{din}} + \frac{Q_{\text{sta}}}{T} \times \mu \quad [\text{m}^3 / \text{s}]$$

Q_{exp} – експлоатациони резерви

Q_{din} – динамички резерви

T - време на експлоатација (усвоено 10 години)

μ - коефициент на искористување на статичките резерви (земено $\mu = 0,4$);

$$Q_{\text{din}} = 832\,550 \text{ m}^3/\text{год} \text{ m}^3/\text{год};$$

$$Q_{\text{sta}} = 10\,100\,000 \text{ m}^3;$$

$$T = 10 \text{ год.};$$

$$\mu = 0,4;$$

$$Q_{\text{exp}} = 1\,236\,550 \text{ m}^3/\text{год.} \quad \text{Односно } Q_{\text{exp}} = 1,236 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{год}$$

Со анализа на статичките, динамичките и експлоатационите резерви, како и според степенот на истраженост на теренот и степенот на познавање на квалитетот на геотермалната вода, резервите од геотермалниот систем на бањата Кежовица се ставени како резерви од Б категорија, според Правилникот за класификација и категоризација на резерви на подземни води и водење на евиденција за нив (Сл. весник на СФРЈ бр.34/76 год).

17. БИЛАНС НА РЕЗЕРВИ

Билансот на резервите на термоминералната вода на истражуваниот простор е одредуван според равенката за водниот биланс по В. Јевѓевиќ (1956). По овој автор, под општ биланс на водите се подразбираат истражувањата со кои за одреден временски период се одредува кои водни маси влегуваат, излегуваат или се задржуваат во некое подрачје.

Во таа смисла тој ја дава следната равенка:

$$\pm \Delta W = U - I$$

или

$$\pm \Delta W = A + K + Д1 + Д2 + Д3 + Р - И - Т1 - Т2 - Т3$$

$\pm \Delta W$ – разликата на водните маси на почетокот и при крајот на пресметковниот период, односно во текот на времето t .

U - Приходниот дел од билансот на подземните води во природни услови на прихранувањето го сочинуваат следните составни компоненти

- A - инфилтрацијата на атмосферските талози
- K - кондензацијата на водените пареи
- $Д$ - подземниот доток, кој се состои од бочниот доток ($Д1$), инфилтрацијата на површинските води (реки, езера) ($Д2$) и дотечувањето од пониските водоносници ($Д3$).
- $Р$ – вештачко доведување на вода

I - Расходниот дел од билансот се состои од:

- $И$ - испарувањето, кое во себе го вклучува испарувањето од површината на водоносникот и транспирацијата на водата од страна на растенијата,
- $Т$ - подземниот ток, кој се состои од бочно истекување ($Т1$), истекување во понизок водоносник. ($Т2$) и површинско истекување.

При вештачкото празнење или прихранување во билансот треба да се опфатат и овие промени.

Во зависност од хидрогеолошката состојба на односната делница, некои компоненти од билансот можат да бидат изоставени. Така, на пример, при длабок ток на подземните води, од билансната равенка се исклучува испарувањето ($И$), а при отсуство на течење на водата низ хидроизолатор, се исклучуваат членовите ($Т2$) и ($Д3$).

Од хидрогеолошки аспект, пошироката околина на геотермалниот систем на бањата Кежовица се состои од две хидрогеолошки целини. Првата целина е претставена со терен изграден од квартерни неврзани кластични седиментни карпи (алувијални и делувијални седименти) кои се карактеризираат со меѓузрнеста порозност и во кои се формира збиен тип на водоносници со слободно ниво. Втората хидрогеолошка целина е претставена со регион што е изграден од претежно водонепропусни карпи (гранити) од јурска старост во кои има развиено пукнатински тип на порозност и овие карпи се носители на субартеските термоминерални води.

Со билансот ќе бидат опфатени само термоминералните води што се јавуваат во испуканите јурски гранити, односно субартеските типови на водоносници што се предмет на истражување, додека подземните води акумулирани во водоносниците со слободно ниво нема да бидат анализирани.

Како зона на хранење, односно сливна површина на геотермалниот систем на бањата Кежовица, сметаме дека претставува дел од просторот на штипскиот гранитен масив кој се наоѓа од неговата северозападна и југоисточна и источна страна, како и раседните структури кои се присутни на овој терен, а кои можат да се видат од хидрогеолошката карта прилог 3 и геолошката карта прилог 2.

Во најголем дел водоносникот со термоминерална вода се храни со инфилтрација од атмосферските врнежи. Исто така, не е исклучена можноста овој

водоносник да има прихранување и од водите на реката Брегалница, но тоа досега не е потврдено и нема да биде опфатено со пресметката.

Во пресметката на билансот, како простор за хранење со вода на водоносникот е земен еден поголем простор од штипските гранити со површина од 50 km².

Влезни параметри според кои е пресметан билансот се инфилтрацијата на водата од атмосферските талози (А) и евапотранспирацијата (И). Другите параметри се изземени од пресметката, бидејќи немаат влијание на субартескиот водоносник. Во ваков случај равенката го добива обликот:

$$\pm \Delta W = A - И$$

Билансирањето е вршено за период од една година.

Како влезни податоци се земени инфилтрацијата на атмосферските талози (А) што го дава приходниот дел и евапотранспирацијата (И) која го дава расходниот дел.

Од табелата–3 може да се види дека сумата на средните годишни врнежи за периодот 1961–1990 за околината на истражуваниот простор изнесуваат 515,3 mm.

Проценката на просечната евапотранспирација (Е) е пресметана според методата на Турк, при што релевантни детерминантни фактори се врнежите и воздушната температура на подрачјето. Евапотраспирацијата според оваа метода се пресметува според следната формула:

$$E = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Е – годишна евапотранспирација

Р – годишни врнежи (mm)

L – 300 + 25 t + 0.05 t³

t – средна годишна температура во воздухот

Од табелата 2 може да се види дека средногодишната температура на воздухот за околината на истражуваниот простор за периодот 1661–1990 година изнесува 12,6 °C.

$$P_{\text{средно}} = 515,3 \text{ mm.}$$

$$t = 12,6 \text{ °C}$$

Со пресметката се добива дека средната годишна евапотранспирација на третираното сливно подрачје изнесува E=351 mm/год. Кога од средногодишните врнежи, кои изнесуваат 515,3 mm, се одземе средногодишната евапотранспирација (E = 351 mm/год) се добива дека на третираната сливна површина годишно паѓаат 164,3 mm атмосферски врнежи.

За едногодишен период на гранитниот масив од 50 km² паѓаат 25.765.000 m³ атмосферски талози. Ако од нив ја одбиеме евапотранспирацијата, која годишно изнесува 351 mm, односно 17.550.000 m³, добиваме дека годишно на гранитниот масив паѓаат 8.215.000 m³ вода во вид на атмосферски талози.

Ако знаеме дека експлоатационата издашност на бунарите изнесува 26,4 l/s, добиваме дека нивната годишна издашност ќе изнесува 832.550 m³.

Параметрите по кои е вршено билансирањето на водите и добиените податоци се прикажани во табелата 26.

Табела 26. Параметри за билансирање на водите

Table 26. Parameters for balancing water

Површина на хранење на гранитниот масив F	Количина на вода падната на гранитниот масив за 1 година	Експлоатациона издашност на бунарите за 1 год	Инфилтрација на атмосферски талози за обновување на динамичките резерви за 1 година
50 km ²	8 215 000 m ³	832 550 m ³ .	10 %
Статички резерви	Динамички резерви	Експлоатациони резерви	Обновливи резерви
10,1x 10 ⁶ m ³	832,550x 10 ³ m ³ /год	1,236x10 ⁶ m ³ /год	832 550 m ³ /год

Од вкупната количина на врнежи 8.215.000 m³ кои паѓаат на гранитниот масив, за обновување на количината на вода што би се црпела со експлоатационите бунари треба да се инфилтрираат 10%. Останатата количина на вода падната на гранитниот масив, врши обновување на резервите во водоносниците со слободно ниво, дел истекува површински во околните водотеци.

18. ЗАКЛУЧОК

Како заклучок од извршените истражувања на термоминералната вода од геотермалниот систем на бањата Кежовица може да се каже следното:

- Експлоатационите бунари Б-1, Б-2, Б-3 и Ес-3 во рамките на системот се лоцирани во колекторска средина од јурски тектонски испукани гранити, со субартески притисок со пукнатинска порозност.
- Статичкото ниво на подземната вода мерено од устата на бунарите се движи од 1,7 – 2,5 m.
- Тестирањето на експлоатационите бунари е вршено со три капацитети на секој бунар посебно, при што се добиени три хидродинамички нивоа со три снижувања. Исто така е вршено и истовремено тестирање на дупнатините Б-1 и Ес-3 и Б-2 и Б-3.
- Хидрогеолошките параметри на водоносната средина се одредувани за услови на стационарен режим на филтрација во услови на водоносници под притисок.
- Коефициентот на филтрација е одредуван за секој бунар посебно за експлоатациониот капацитет на бунарите и тој се движи во границите од $K = 1,45 \times 10^{-5} - 3,9 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.
- Коефициентот на трансмисивност (водопроводност) се движи во границите од $T = 1,93 \times 10^{-4} - 3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.
- Поединечниот експлоатационен капацитет на црпење на бунарите изнесува $Q_{\text{ехр}} \text{ Б-1} = 1,7 \text{ l/s}$, $Q_{\text{ехр}} \text{ Б-2} = 12,5 \text{ l/s}$, $Q_{\text{ехр}} \text{ Б-3} = 8,9 \text{ l/s}$, $Q_{\text{ехр}} \text{ С-3} = 3,3 \text{ l/s}$
- Вкупниот експлоатационен капацитет на сите експлоатациони бунари изнесува $Q_{\text{вкуп}} = 1,7 + 12,5 + 8,9 + 3,3 = 26,4 \text{ l/s}$.
- Радиусот на влијание се движи во рамките од 49 – 155 m.
- Статичките резерви изнесуваат $Q_{\text{ст}} = 10,1 \times 10^6 \text{ m}^3$;
- Динамички резерви се $Q_{\text{дин}} = 832,550 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{год}$.
- Експлоатациони резерви се $Q_{\text{ехр}} = 1,236 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{год}$.
- Температурата на водата се движи во границите 52°C - 62°C.
- Според степенот на истраженост на теренот и степенот на познавање на квалитетот на термоминералната вода, пресметаните резерви се класифицирани и категоризирани во билансни резерви во Б категорија.

19. ЛИТЕРАТУРА

Арсовски, М. (1997). Тектоника на Македонија. Рударско–геолошки факултет, Штип.

Bozovic, M., Verbovsek R., Drobne F., Nosan A. (1977). Izvestaj o hidrogeoloskim istrazno – kaptaznim radovima za termomineralnu vodu na podrucju banje Kezovice – Stip. Geoloski zavod Ljubljana.

Баиќ, Ј. и др. (1955). Извештај. Стручна архива на бања Кежовица Штип.

Ѓорѓиева., М. (1995). Геотермални ресурси во вардарската зона и српско македонската маса на територијата на Македонија. Докторска дисертација. Универзитет „Св. Кирил и Методија“, Скопје. Рударско-геолошки факултет, Штип.

Ѓузелковски, Д. и др. (1973). Кратак преглед термоминералних и минералних вода у СР Македонији у вези тектонског склопа. Техника бр. 7, Београд.

Котевски, Г. (1974). Годишен извештај за регионалните хидрогеолошки истражувања изведени во територијата на СР Македонија. св.1, Стручен фонд на геолошкиот завод на СРМ, Скопје.

Котевски, Ѓ. (1987). Хидрогеологија на минералните, термалните и термоминералните води на територијата на Р. Македонија. Самоуправна практика - Скопје.

Кекиќ, А., Митев, Ж., (1973-1978). Термоминерални води во Кежовица и Л'џи кај Штип. Трудови на Геолошкиот завод на Социјалистичка Република Македонија. Св. 16. Скопје.

Kekic, A., Mircovski, V. (2001-2002). Investigation carried out on the intake of the thermomineral water of the Kezovica spa near the town of Stip. *Geologica Macedonica*, vol. 15-16.

Мирчовски, В., Стефанова, В. (2016). Елаборат од извршени детални геолошки истражувања за состојбата со резервите на минерална суровина термоминерална вода на локалитетот Кежовица и Л'џи, општина Штип. Универзитет „Гоце Делчев“, Штип. Факултет за природни и технички науки.

Mircovski V., Petrov G., Delipetrov T., (2001). Hydrogeological characteristics and new data on the chemical composition of thermal mineral water from spa Kezovič and L'dzi near the town Stip. First Counselling for geothermal energy in the Republic of Macedonia. *Proceedings of papers, Bansko-Strumica..*

Mircovski V., Gicevski B., Dimov G. (2016). Hydrochemical characteristics of the thermomineral water from the spa Kežovica – Štip, Republic of Macedonia. *Geologica Macedonica*, 30 (1). pp. 79-87. ISSN 0352 -1206

Mircovski V., Dimov G., (2016). Hydrogeological features and assessment of temperature in primary collector of the thermomineral water from the hydrogeothermal system of the spa Kežovica and L'dži – Štip. *Geologica Macedonica*, 30 (2). pp. 173-182. ISSN 0352 -1206.

Милоевиќ, Н. (1953). Извештај о прегледу терена у околини Штипа. Стручна архива на бања Кежовица. Штип.

Михолиќ, С. (1953). Претходан извештај о испитувању термалне воде Штипске бање и Богословске киселе воде. Стручна архива на бања Кежовица. Штип.

Михолиќ, С. (1953). Извештај о испитувању термалне воде Штипске бање (праоница Л'џи). Стручна архива на бања Кежовица. Штип.

Настик, В. (1968). Геотермичка истраживања у СР Македонији 1967 године. Стручен фонд на Геолошкиот завод на СРМ. Скопје.

Ракичевиќ, Т., Думурџанов, Н., Петковски, П. (1969). Толкувач за основната геолошка карта на Република Македонија 1:100.000 лист Штип. Скопје.

Ракичевиќ, Т., Думурџанов, Н., Петковски, П. (1969). Толкувач за основната геолошка карта на Р. М. 1:100.000 на листот Штип, Геолошки завод - Скопје.

Ракичевиќ, Т., Думурџанов, Н., Петковски, П. (1968). Основна геолошка карта на Р. Македонија 1:100.000 лист Штип, Геолошки завод – Скопје.

Шоптрајанова, Г. (1967). Петролошки и геохронолошки карактеристики на некои гранитоиди во Македонија. Београд - Цирих (Докторска дисертација).

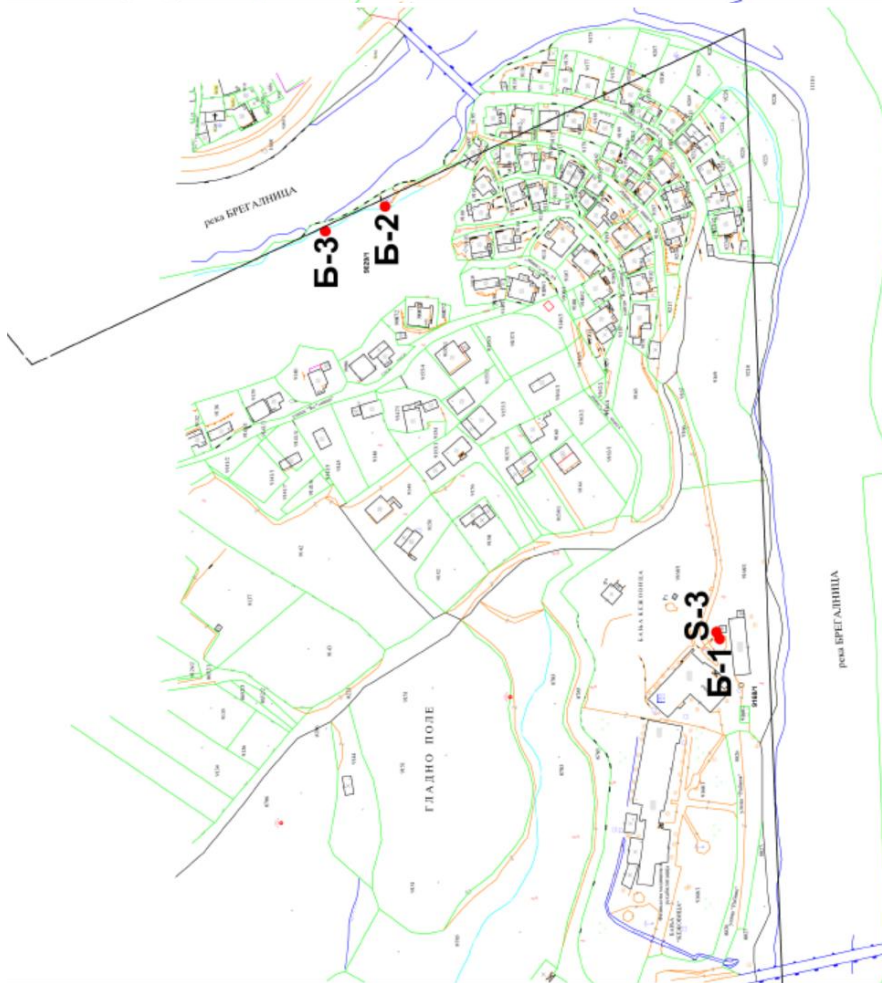
Правилник о класификацији и категоризацији резерви подземних вода и вођењу евиденције о њима. (Службен лист на СФРЈ бр. 34/76).

ЛОКАЦИЈА НА ЕКСПЛОАТАЦИОНИ БУНАРИ
 Б-1, Б-2, Б-3, S-3 ВО ГЕОТЕРМАЛНИОТ СИСТЕМ
 НА БАЊАТА КЕЖОВИЦА=ШТИП

Размер 1: 2000

ЛЕГЕНДА

- бетонски ѕид со железна ограда
- граница на катастарска парцела
- нова состојба
- потворен бетонски ѕид
- жичана оградена бег паралел
- падни линии
- стопански објект
- стамбен објект
- помошен објект
- покрена тераса
- објект во изградба
- дисграбди
- трафостаница
- отворена тераса
- новозграден стопански објект
- новозграден стамбен објект
- поништен објект
- воден тек
- шахти
- електричен столб
- телефонски столб
- градина
- поаје
- пасиште
- шума
- светлосен столб
- знак за припадност
- помпа за вода
- абсолютна надморска височина
- број на катастарска парцела
- столбови од ППТ мрежа

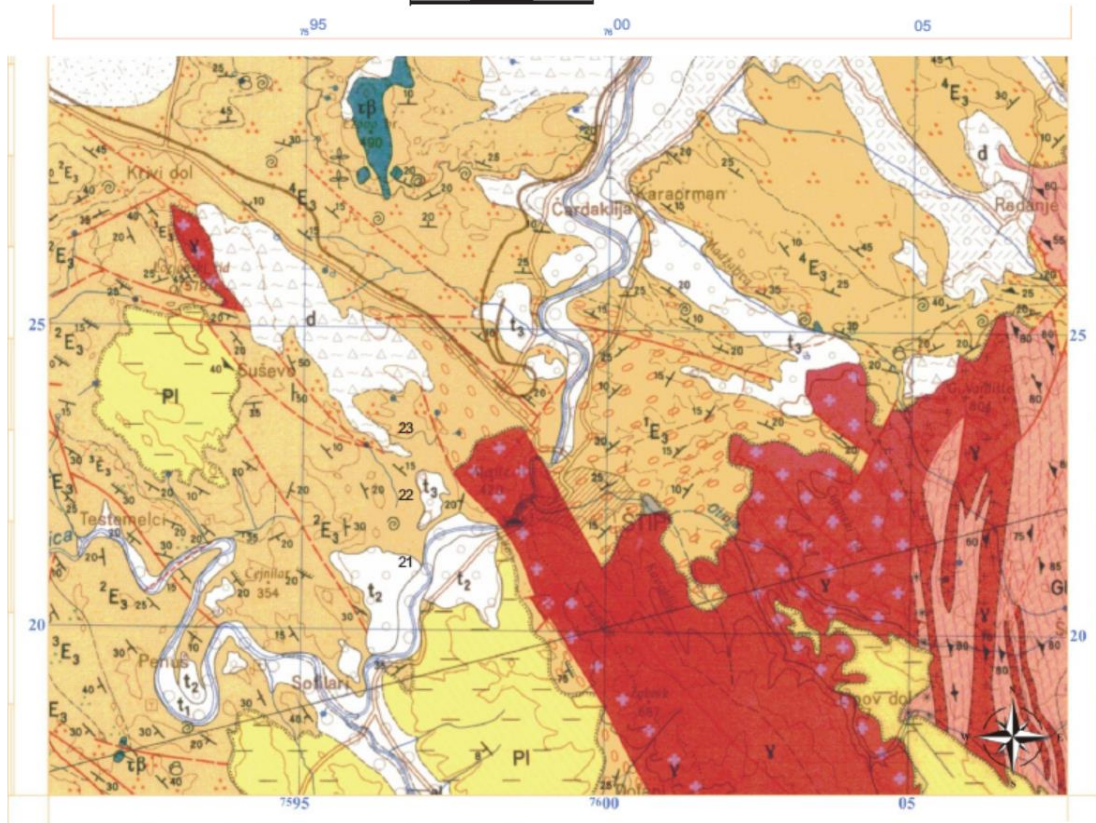


Координати на бунари

Бр. на точки	Y	X	Z
Б-1	7598361.00	4621672.65	261.589
Б-2	7598580.13	4621841.73	263.123
Б-3	7598567.60	4621871.76	262.061
S-3	7598364.11	4621673.41	261.404

Геолошка карта на пошироката околина на геотермалниот систем на бањата Кежовица
(извадок од ОГК на РМ лист Штип)
1:100000

0 1 2 3км



ЛЕГЕНДА НА КАРТИРАНИ ЕДИНИЦИ

al	Алувиум	E ₃ ¹	Горна зона на флишот: глини и песочници; лапорци, варовници и глинци (а)
t ₁	Пониска речна тераса	E ₃ ²	Долна зона на флишот: сиви песочници и виолетови глинци (а) конгломерати, песочници и глинци (б)
t ₂	Повисока речна тераса	E ₃ ³	Базална серија: песочници, лапорци и конгломерати
d	Делувиум	γ	Аплитондни гранити
pr	Пролувијум	β	Бiotитски гранити
t ₃	Стара речна тераса	α	Адамелити
супесок, суглина и чакал (Квартер вооншто)		Г	Окцесто-амигдалондни гнајсеви
кб	Кајанити и базалти		
PI, Q	Бигорливи варовници		
ω	Андезитски бречи	Gsi	Сидиманитско-кордијеритски гнајсеви
α	Андезитски туф	Gb	Биотитски ситнозрнести гнајсеви
PI	Песочи, суглини и чакали		

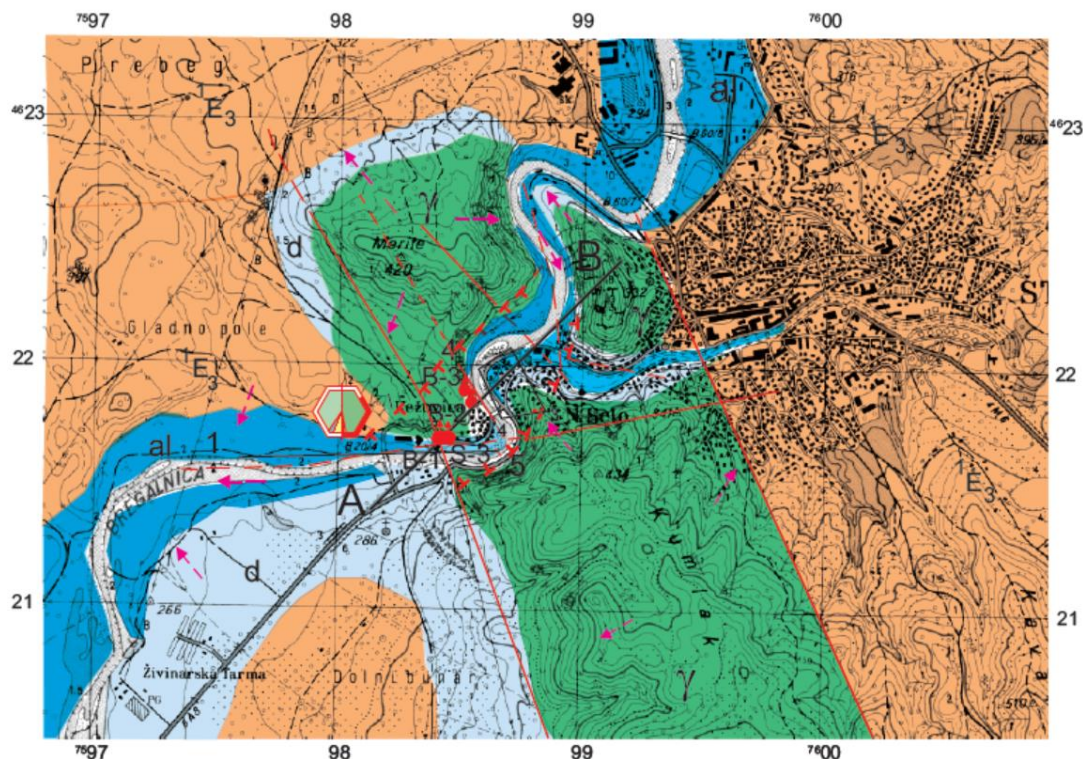
ЛЕГЕНДА НА СТАНДАРДНИТЕ ЗНАКОВИ

	Нормална граница: утврдена и покрена
	Постепен преод: утврдена и покрена
	Ерозиона граница: утврдена, покрена
	Пробив на магматско тело: утврдена и покрена
	Граница на изливен вулканит утврдена и покрена
	Елементи на падот на фолацијата вертикална фолација
	Елементи на падот на слојот; хоризонтален слој
	Градациона слојевитост
	Елементи на падот на стратификацијата во вулканитите
	Фотогеолошки осмотриени траси: за површина од среден пад и од блат пад
	Расед: утврдена, покрена, претпоставена
	Милоен
	Чело на лушпа: утврдено и покрено
	Маринска макрофауна
	Микрофауна
	Микрофауна
	Термоминерална бања

ПРИЛОГ-2

Хидрогеолошка карта на геотермалниот систем
на бањата Кежовица-Штип
1: 25000

0 250 500 750 1000m




ЛЕГЕНДА


ЗБИЕН ТИП НА ВОДОНОСНИЦИ
Добро водопропусни

 *a1* Алувиум


Средно водопропусни

 *d* Делувиум

ПУКНАТИНСКИ ТИП НА ВОДОНОСНИЦИ


 γ Адамелити и биотитски гранити

ВОДОНЕПРОПУСНИ КАРПИ


 1E_3 Базална серија: песочници, лапорци и конгломерати

 Хидрогеолошка граница

 Експлоатационен субартечки бунар

 Претпоставен правец на движење на подземните води

 Профилска линија

 Претпоставена граница на субартечка вода

 Хемиски состав на водата

 Утврден расед

 Претпоставен расед

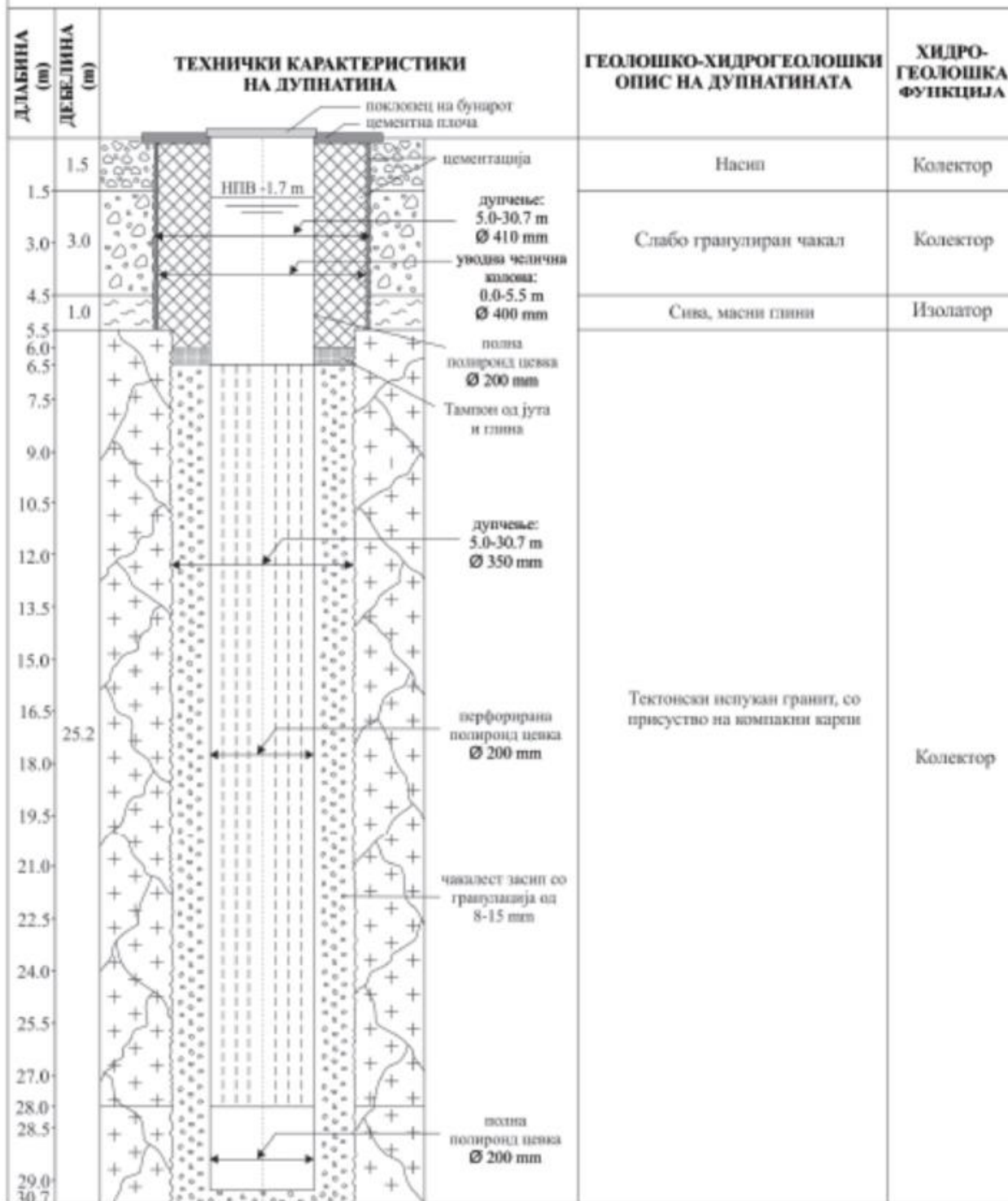
ЛИТОЛОШКО - ХИДРОГЕОЛОШКИ ПРОФИЛ И ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН БУНАР Б-1

Размер 1:10/150

Изработено: Геолошки завод Лубљана

Изработено: 1977 година

Гарантура: 1-600



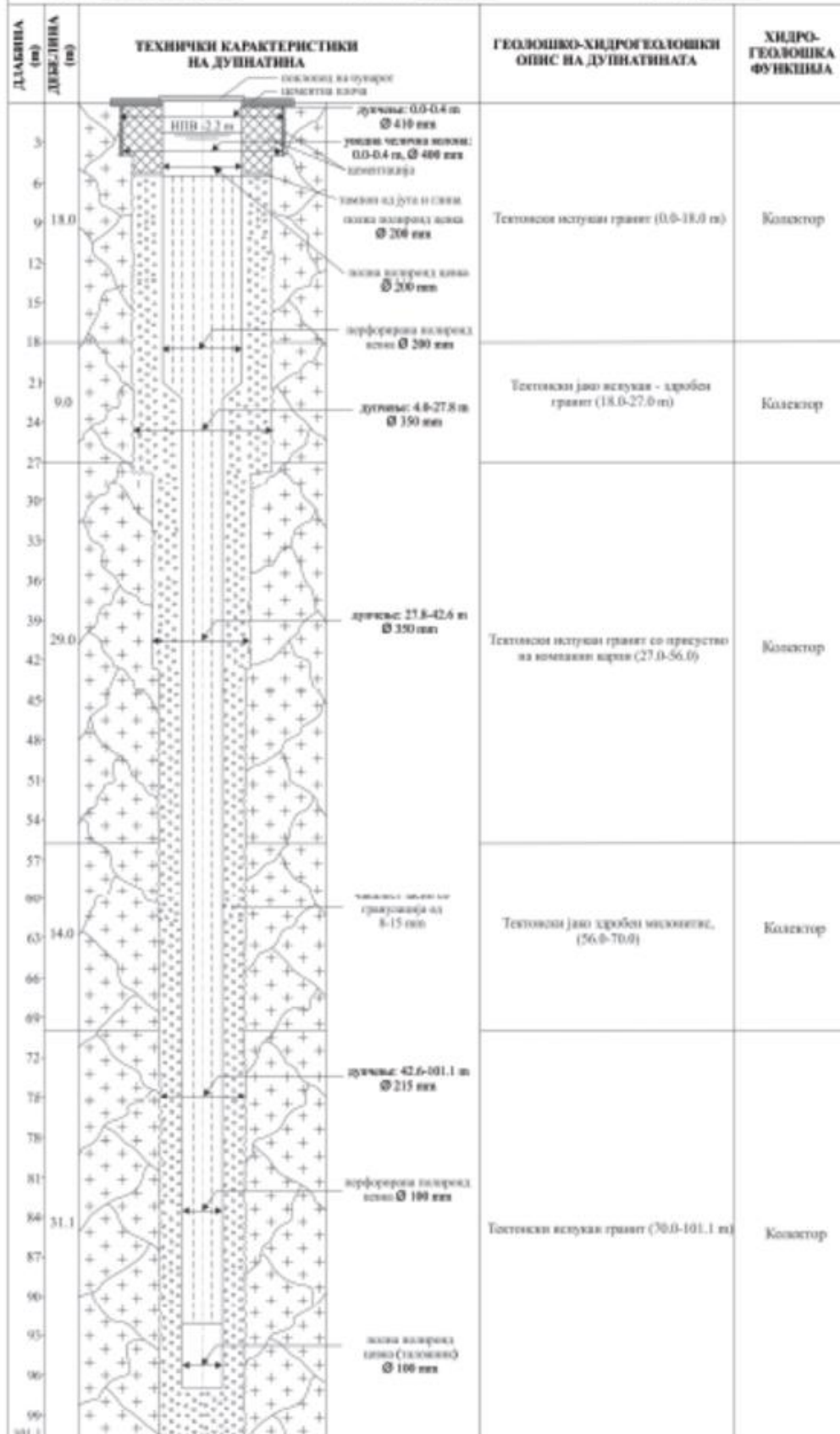
**ЛИТОЛОГИЧКО - ХИДРОГЕОЛОГИЧКИ ПРОФИЛ И ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ
НА ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН БУНАР Б-2**

Размер 1:10000

Изработено: Големоземски завод, Дубница

Изработено: 1977 година

Графикон: J-600



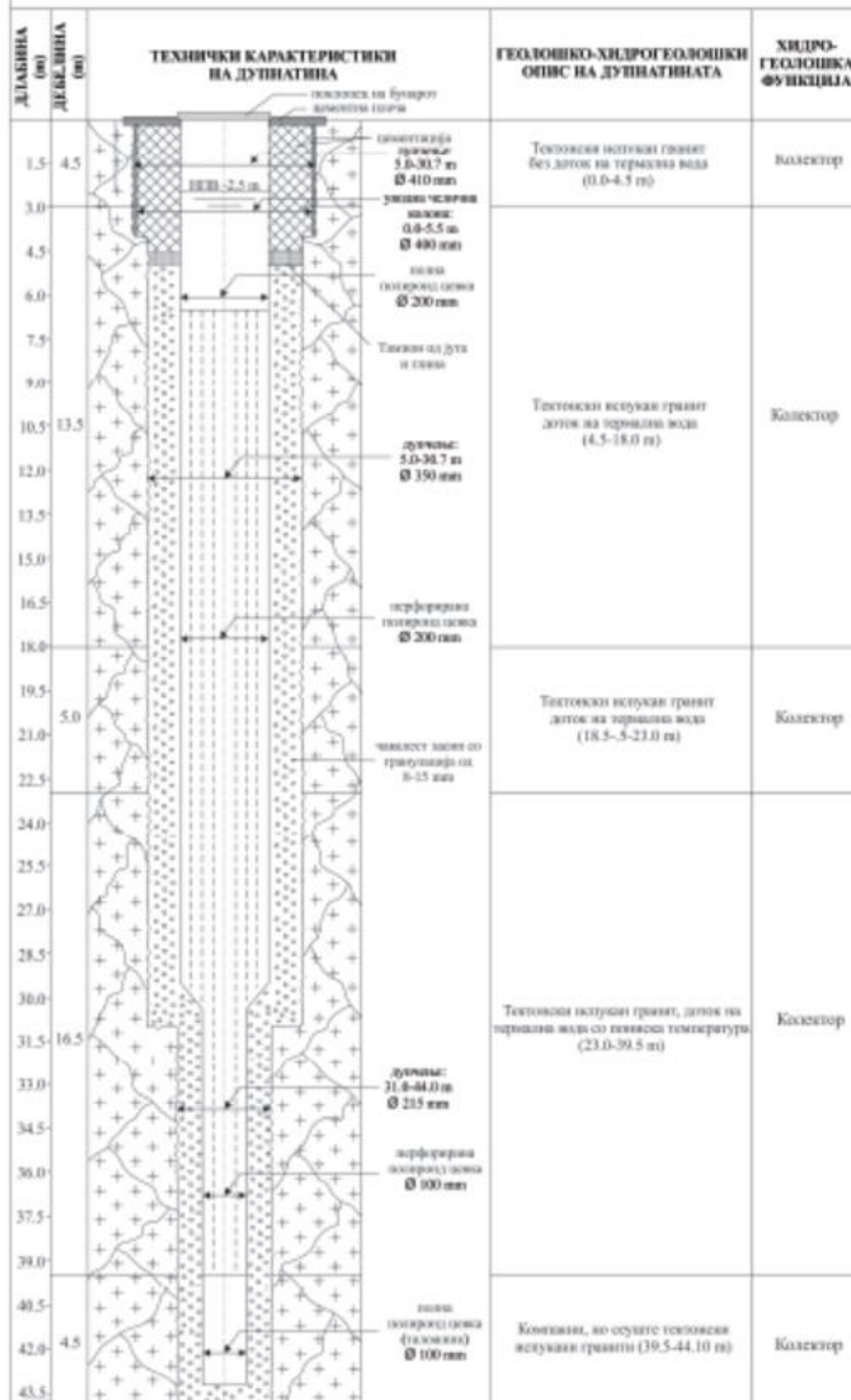
**ЛИТОЛОГИКО - ХИДРОГЕОЛОГИСКИ ПРОФИЛ И ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ
НА ЕКСПЛУАТАЦИОНЕН БУНАР Б-3**

Рисунг 1:10/150

Изработка: Геолошки завод Дубоки

Изработено: 1977 година

Гарантура: 1:400



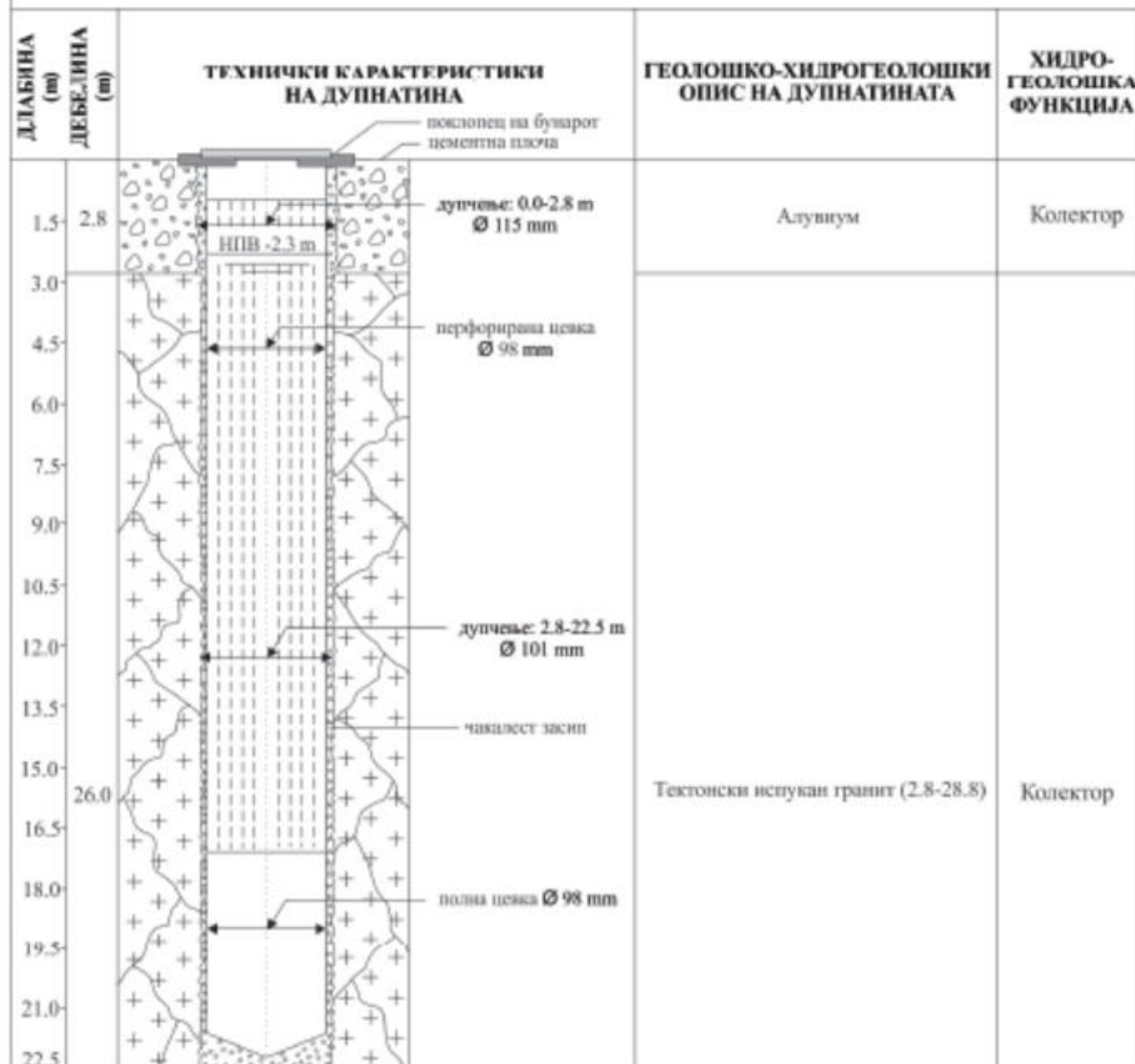
**ЛИТОЛОШКО - ХИДРОГЕОЛОШКИ ПРОФИЛ И ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ
НА ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН БУНАР S-1**

Размер 1:5/150

Изведувач: Геолошки завод Љубљана

Изработено: 1953 година

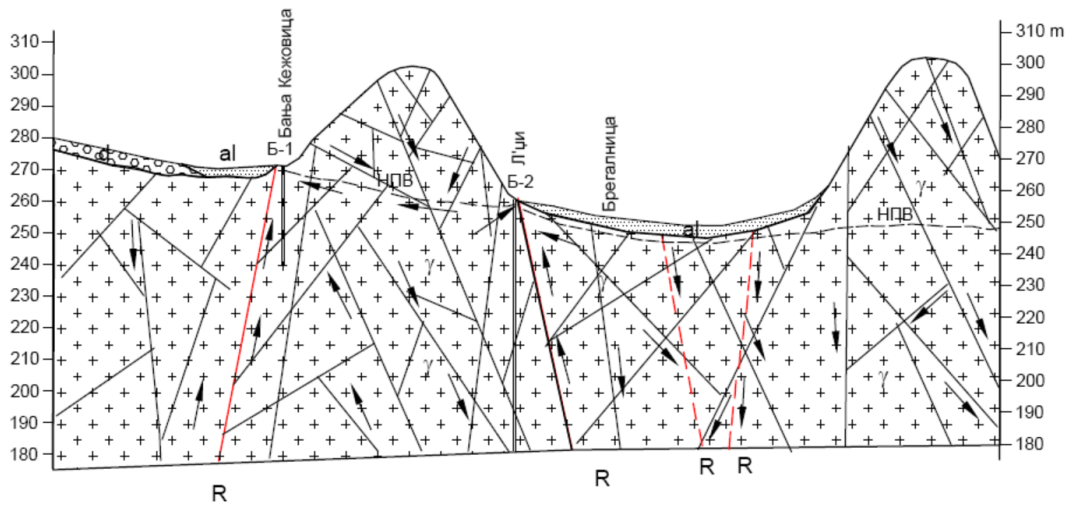
Гарантура: J-600









ГИДРОГЕОЛОШКИ ПРОФИЛ А-Б

М 10000/2000

45° →

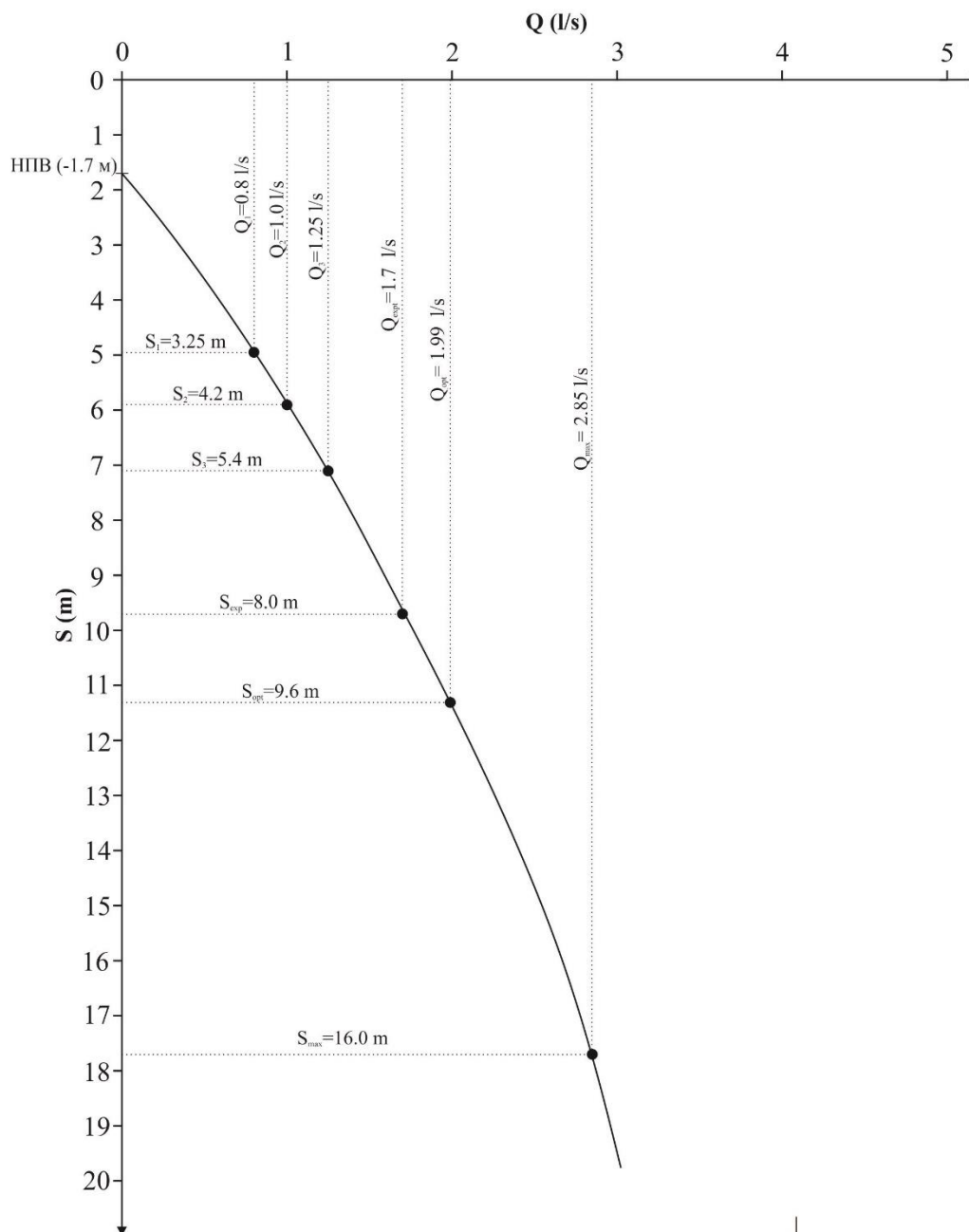


ЛЕГЕНДА

- Б-1 Експлоатациона дупнатина
-  Утврден расед
-  Претпоставен расед
- НПВ Претпоставено ниво на подземни води
-  Претпоставен правец на движење на подземните води
-  Алувиум
-  Делувиум
-  Адамели и биотитски гранити

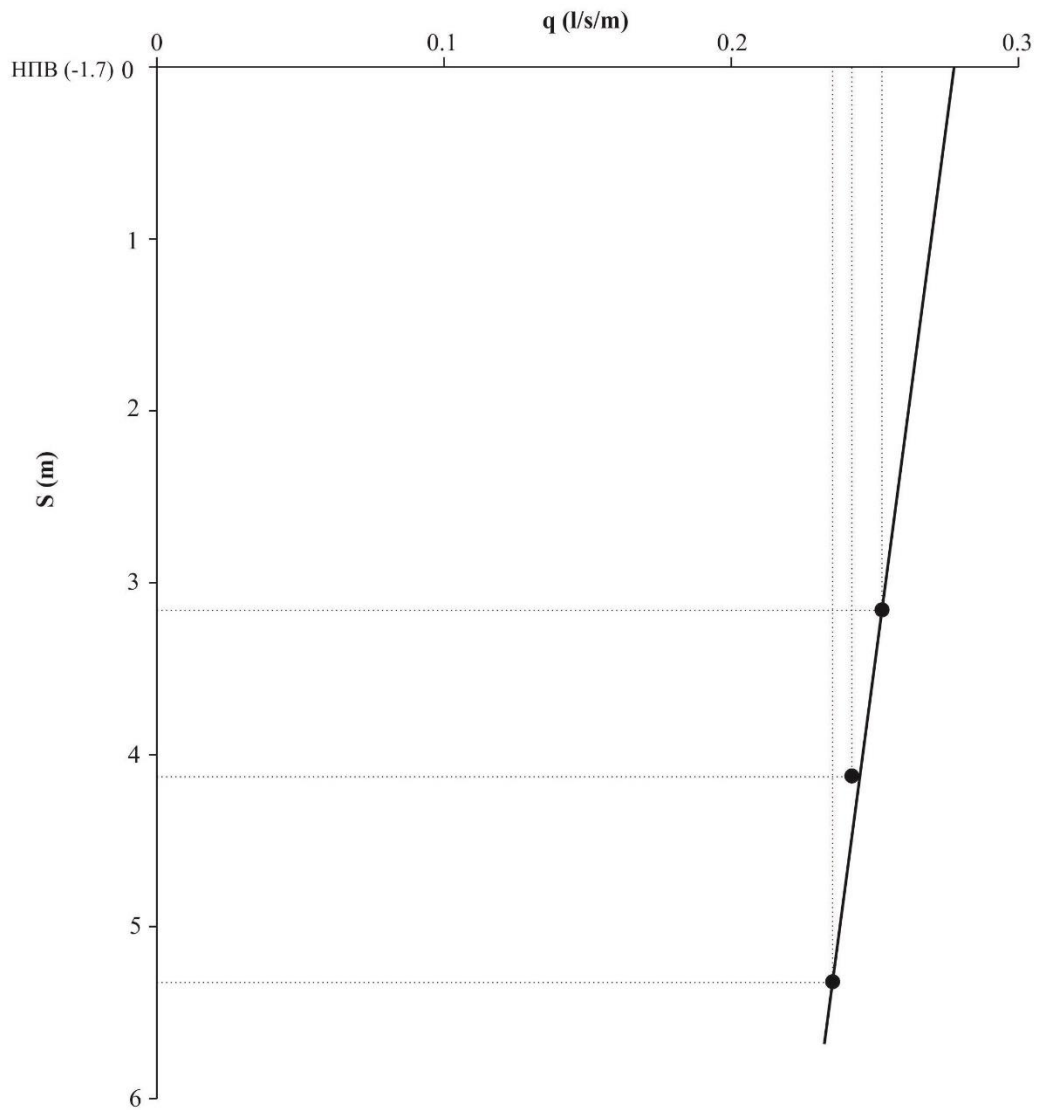
ПРИЛОГ - 5

**Дијаграм на зависноста на издашноста од снижувањето
на бунар Б-1 на локалитетот Бања Кежовица - Штип**



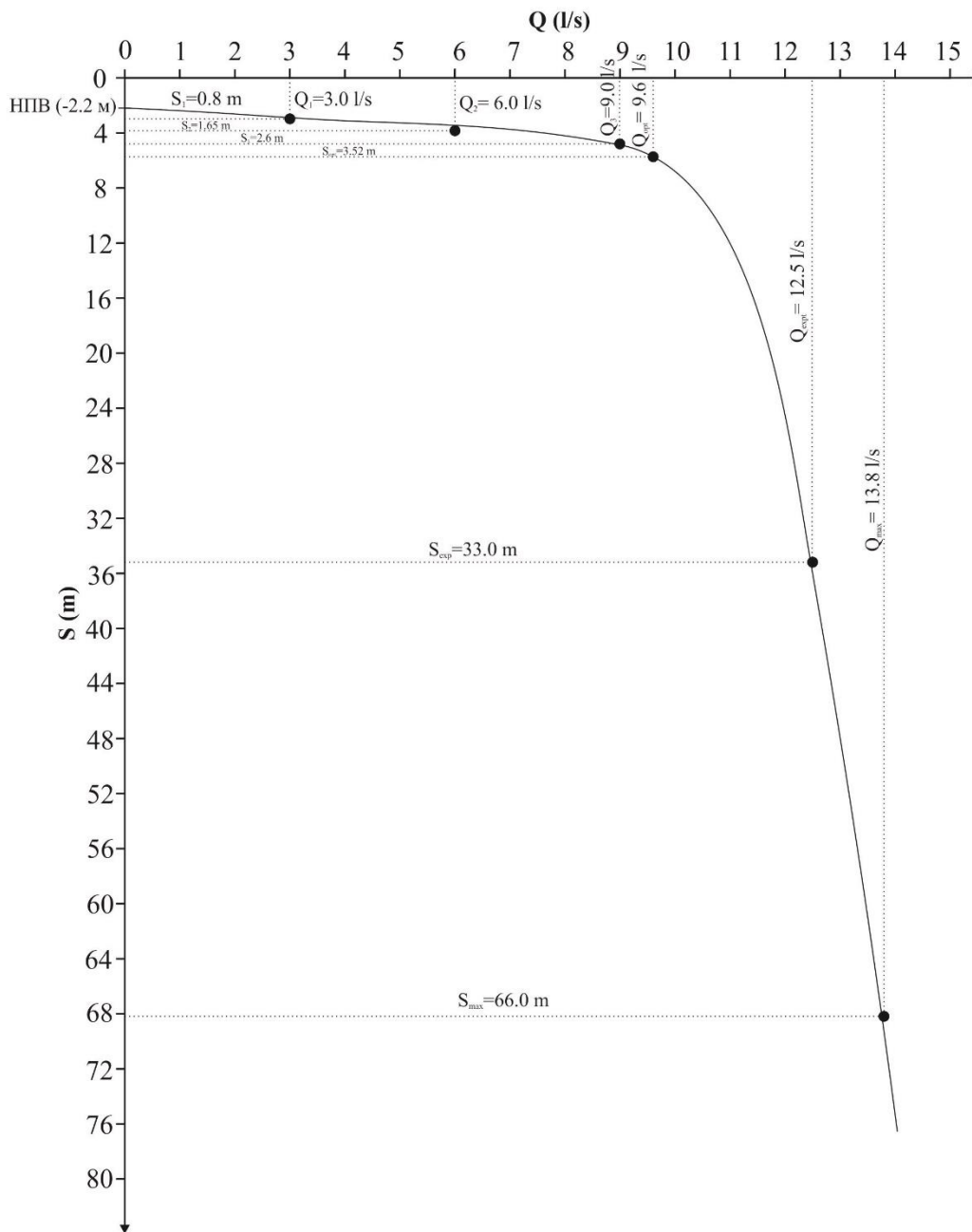
ПРИЛОГ -6/1

Дијаграм на зависноста на специфичната издашност (q) од снижувањето (S) на дупнатина Б-1 на локалитетот Кежовица и Лци



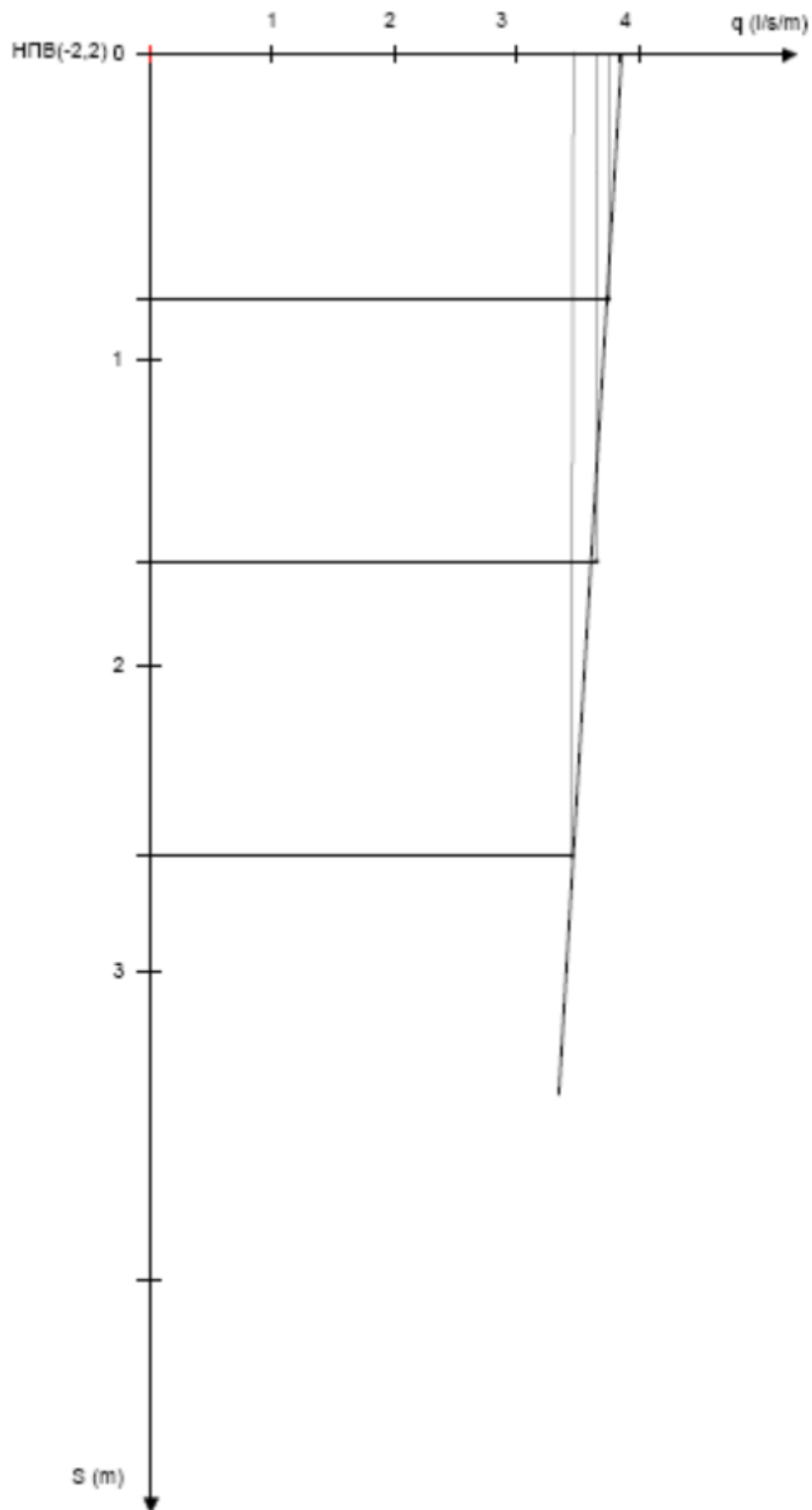
ПРИЛОГ-6/2

**Дијаграм на зависноста на издашноста од снижувањето
на бунар Б-2 на локалитетот Бања Кежовица - Штип**

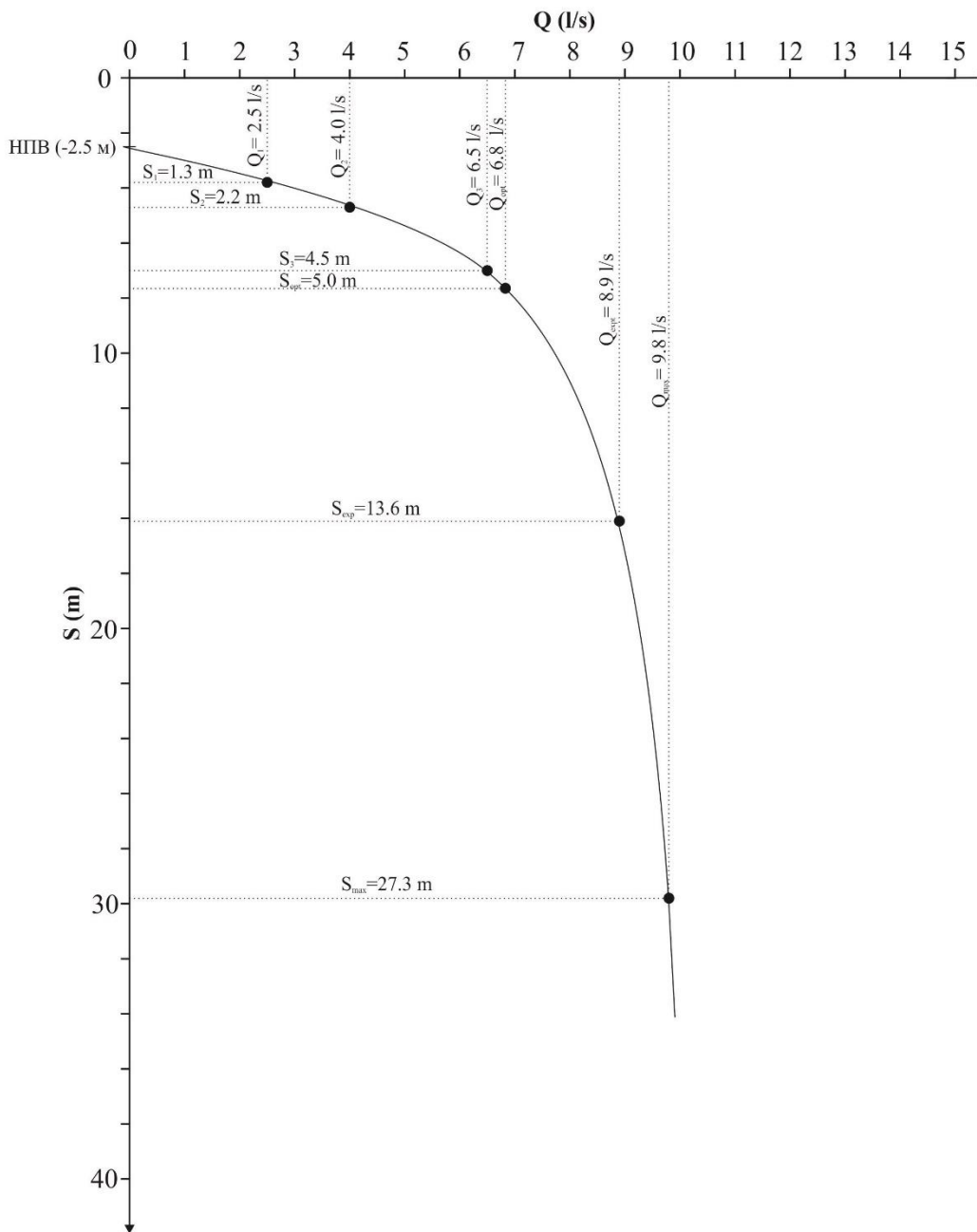


ПРИЛОГ - 6/3

Дијаграм на зависност на специфичната издашност (q) од снижувањето (S) во дупнатината Б-2 на локалитетот Кежовица и Л'џи

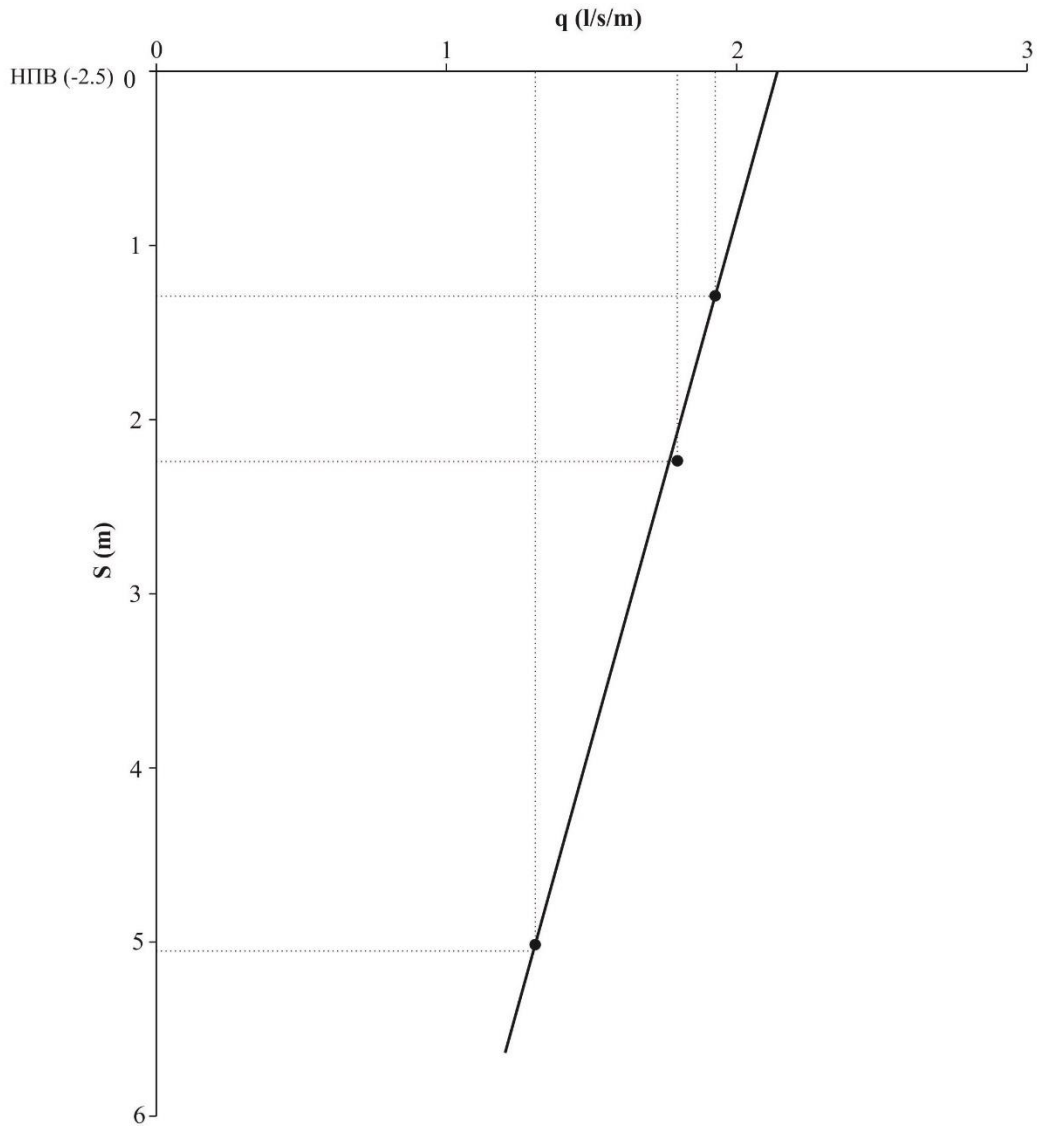


**Дијаграм на зависноста на издашноста од снижувањето
на бунар Б-3 на локалитетот Бања Кежовица - Штип**



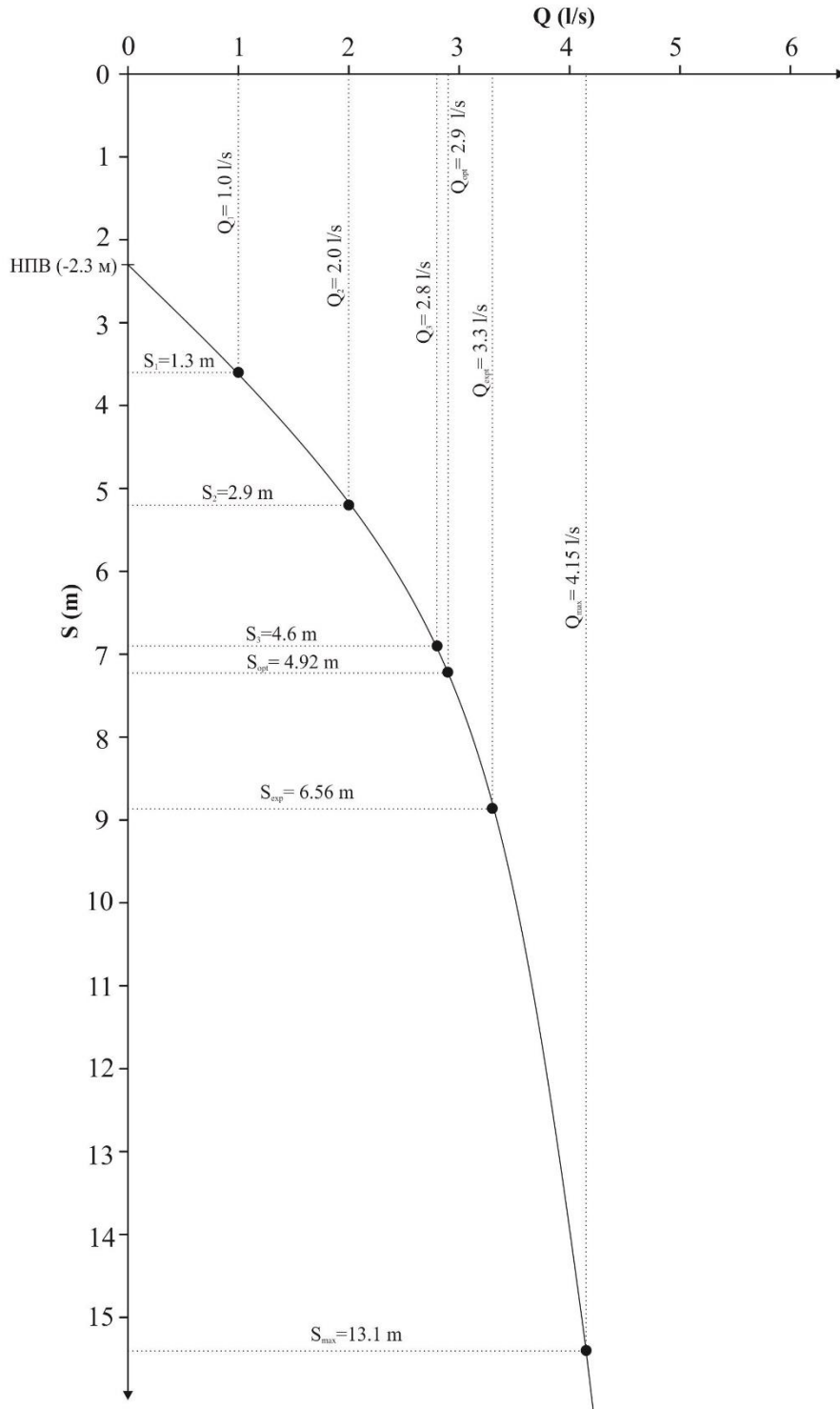
ПРИЛОГ-6/5

Дијаграм на зависноста на специфичната издашност (q) од снижувањето (S) на дупнатица Б-3 на локалитетот Кежовица и Лци



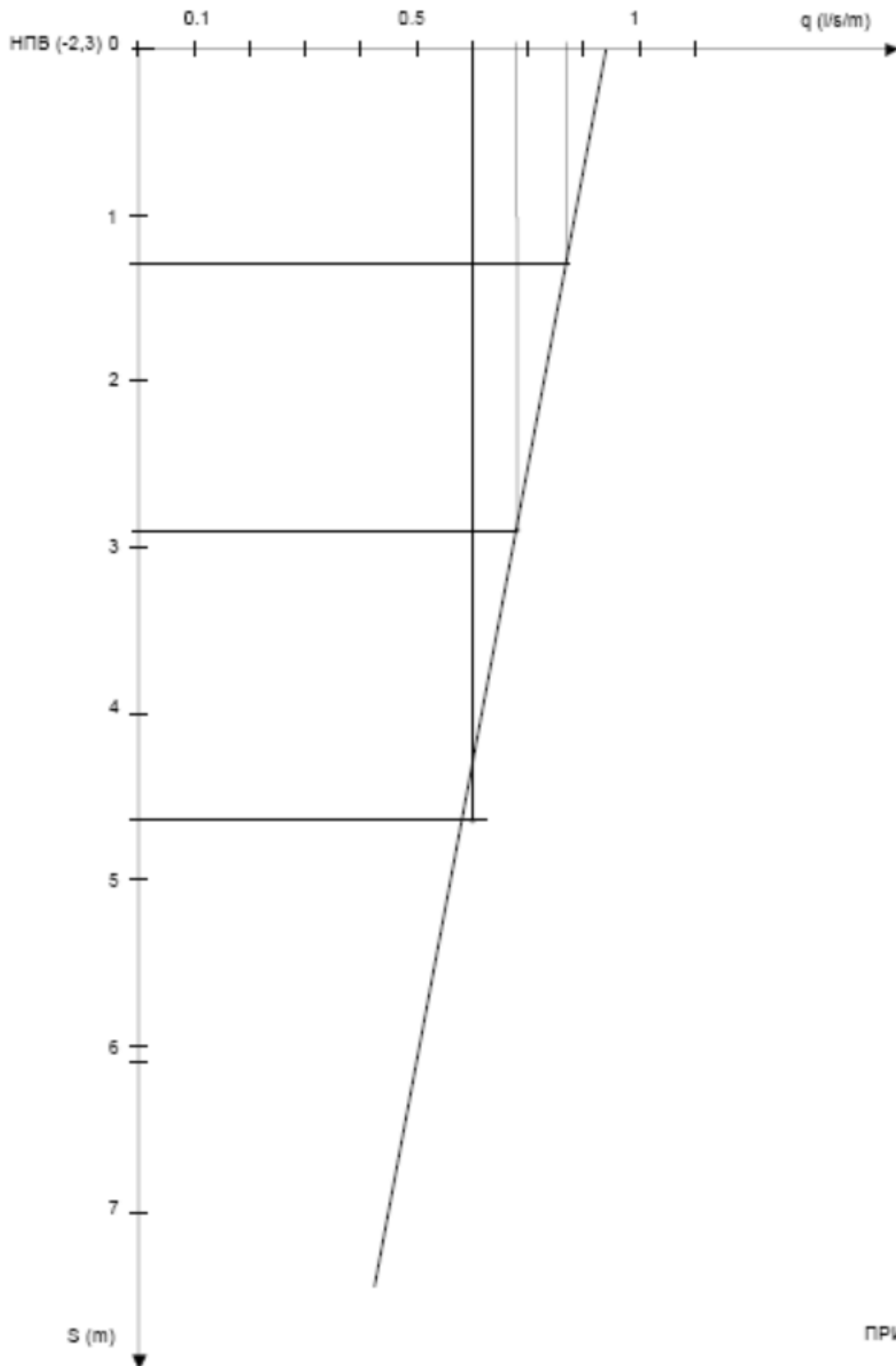
ПРИЛОГ-6/6

Дијаграм на зависноста на издашноста од снижувањето на бунар S-3 на локалитетот Бања Кежовица - Штип

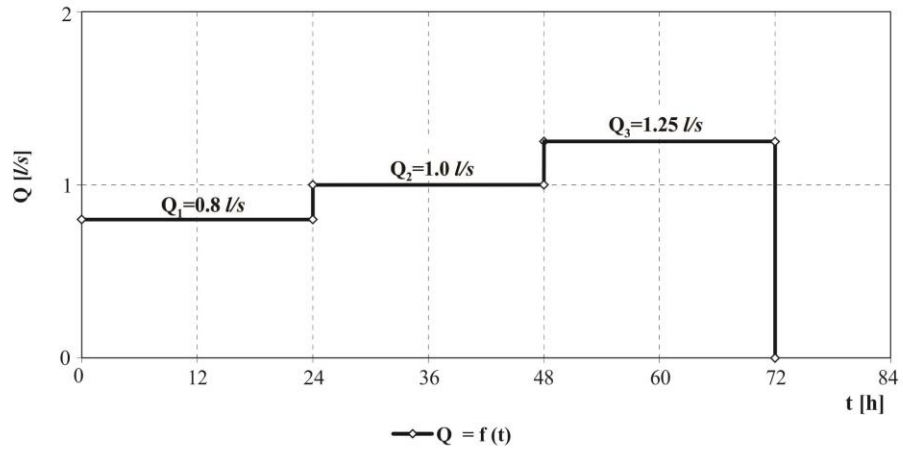


ПРИЛОГ-6/7

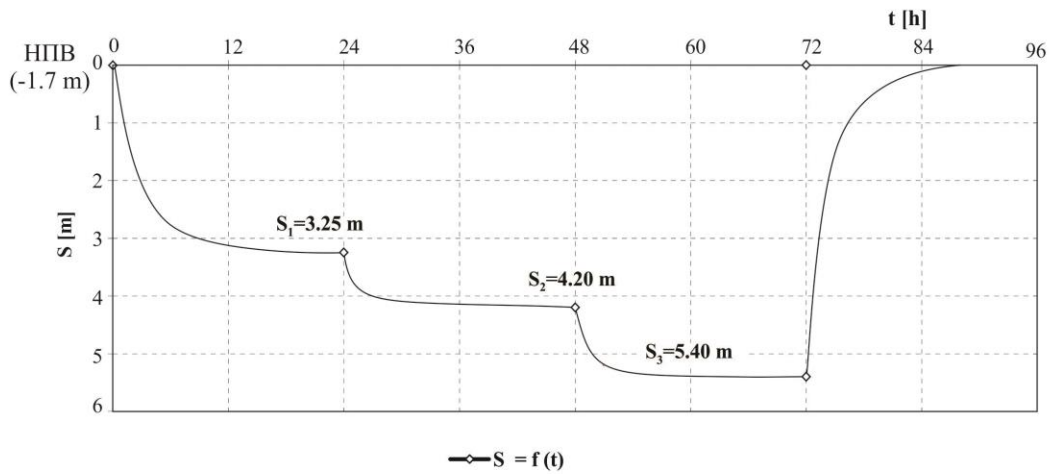
Дијаграм на зависност на специфичната издашност (q) од снижувањето (S) во дупнатината S-3 на локалитетот Кежовица и Л'ци



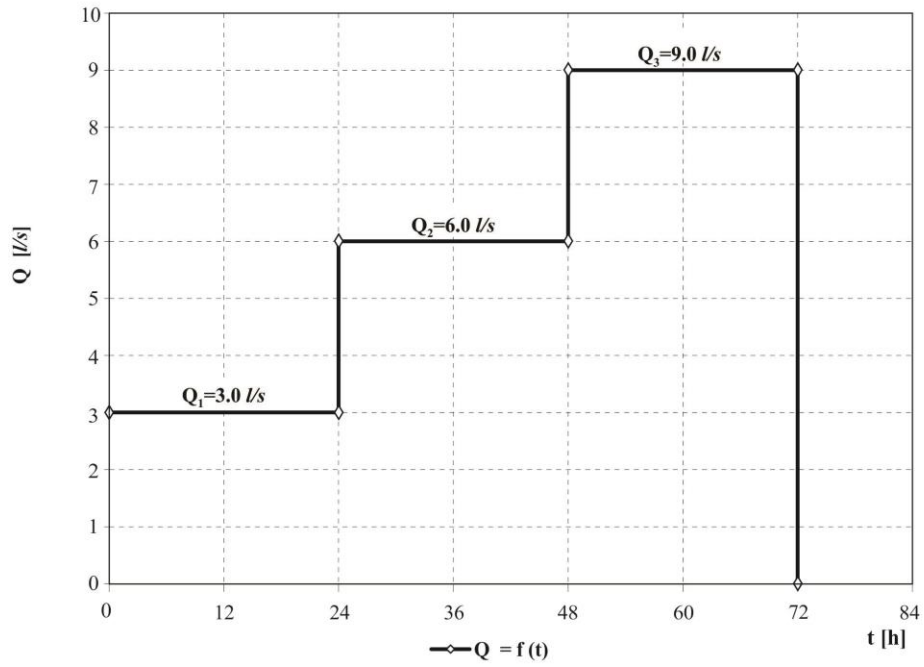
Дијаграм на зависност на издашноста од времето $Q=f(t)$ за дупнатината Б-1



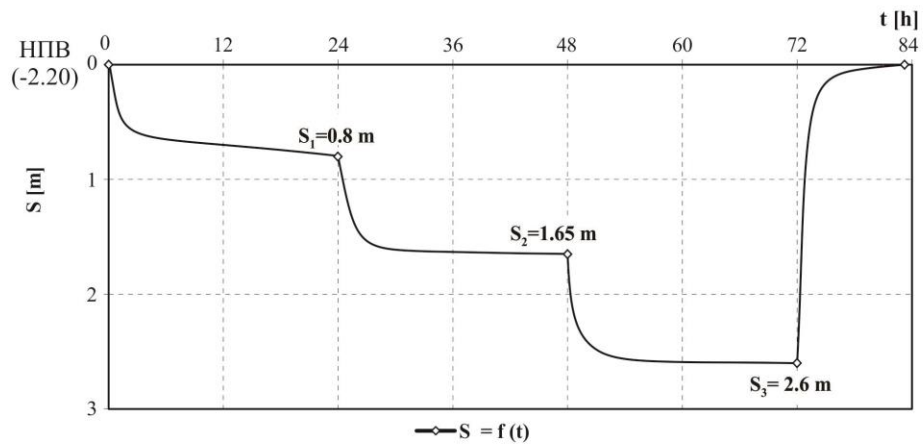
Дијаграм на зависност на снижувањето од времето $S=f(t)$ за дупнатината Б-1



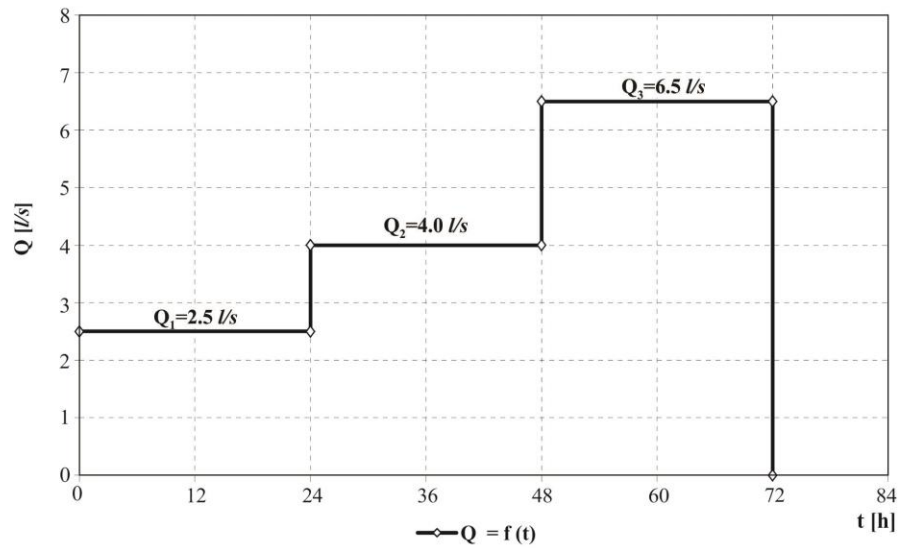
Дијаграм на зависност на издашноста од времето $Q=f(t)$ за дупнатината Б-2



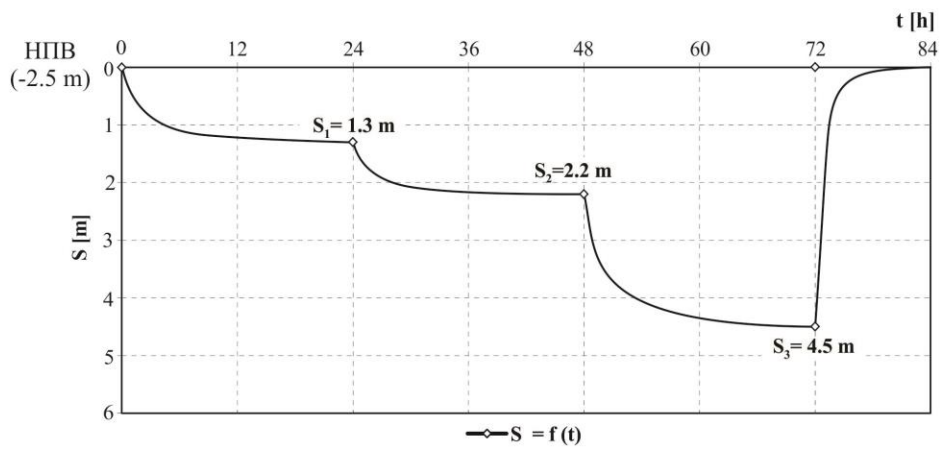
Дијаграм на зависност на снижувањето од времето $S=f(t)$ за дупнатината Б-2



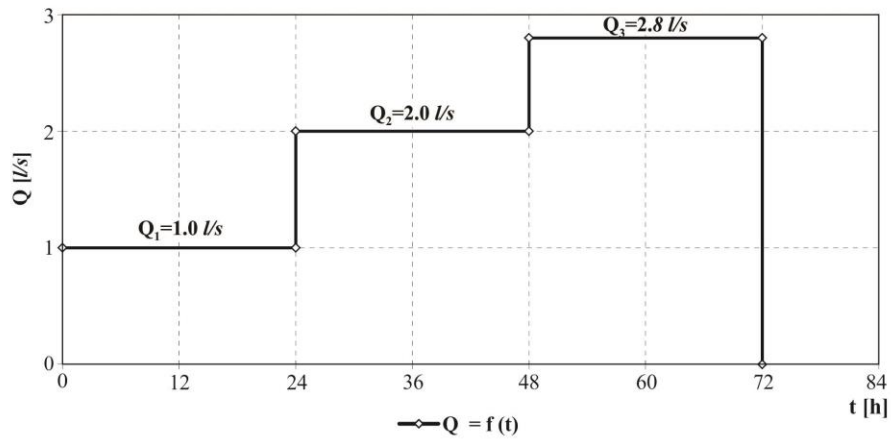
Дијаграм на зависност на издашноста од времето $Q=f(t)$ за дупнатината Б-3



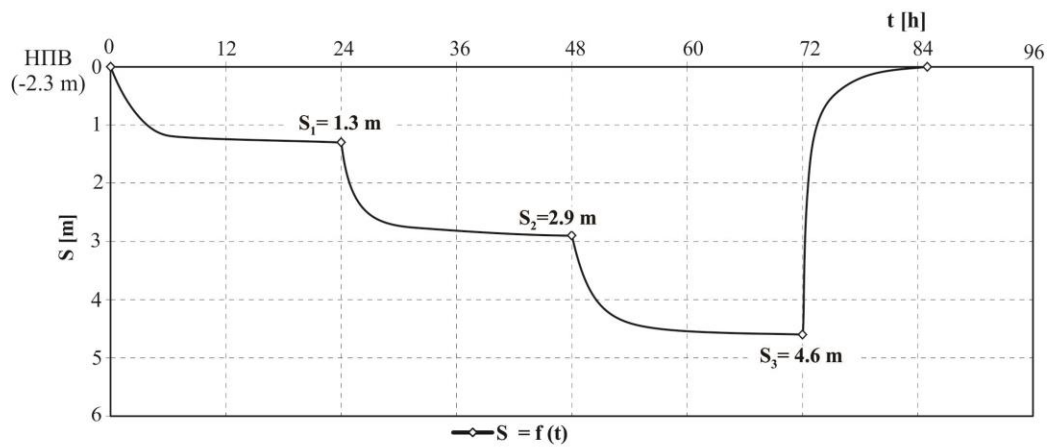
Дијаграм на зависност на снижувањето од времето $S=f(t)$ за дупнатината Б-3



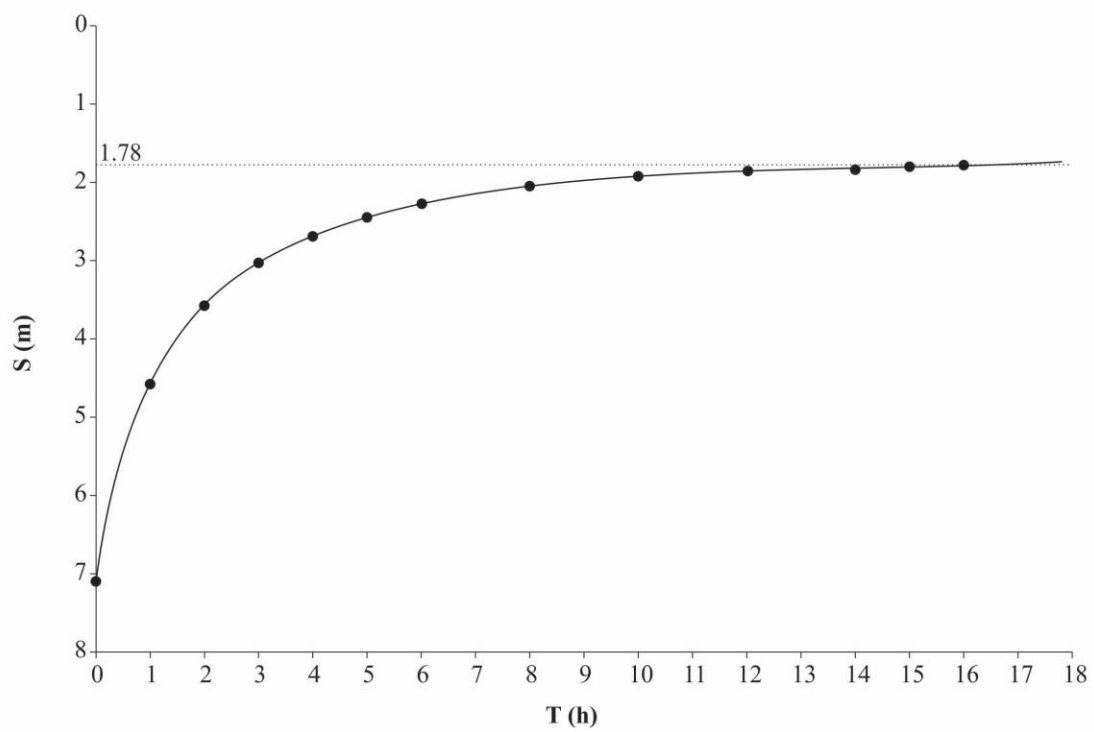
Дијаграм на зависност на издашноста од времето $Q=f(t)$ за дупнатината S-3



Дијаграм на зависност на снижувањето од времето $S=f(t)$ за дупнатината S-3

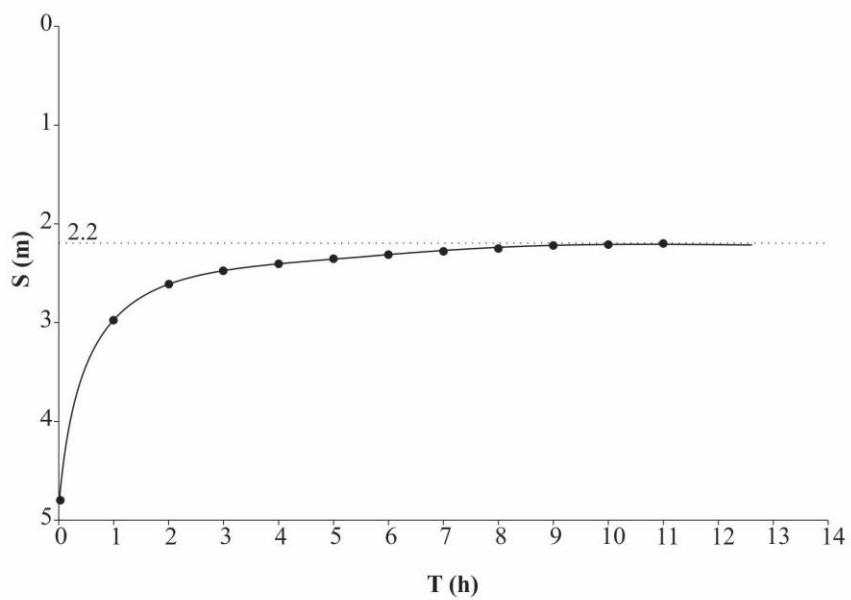


Дијаграм на повраток на ниво на вода
во дупнатина Б-1 на локалитетот Кежовица и Лџи



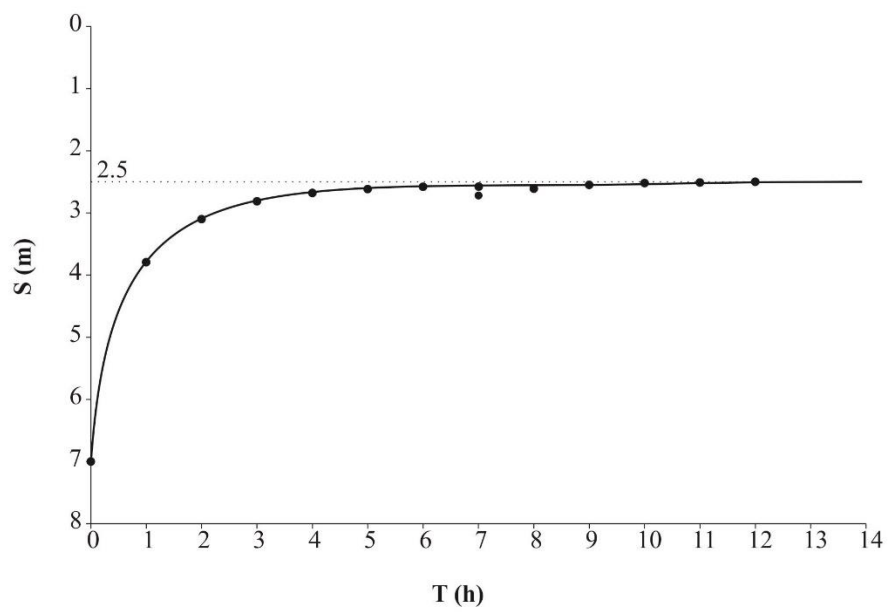
ПРИЛОГ - 8/1

**Дијаграм на повраток на ниво на вода
во дупнатица Б-2 на локалитетот Кежовица и Лци**

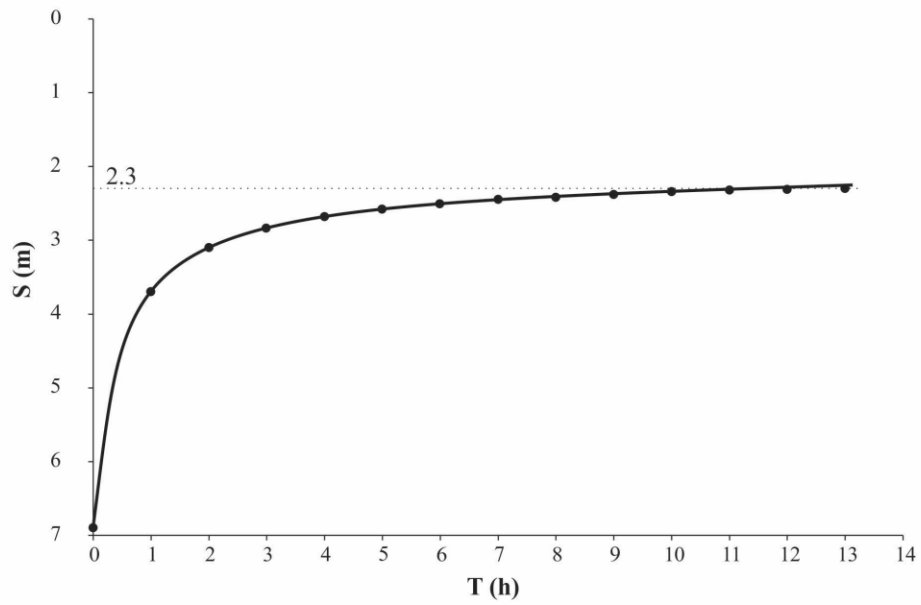


ПРИЛОГ 8/2

Дијаграм на повраток на ниво на вода
во дупнатина Б-3 на локалитетот Кежовица и Лци



Дијаграм на повраток на ниво на вода
во дупнатина S-3 на локалитетот Кежовица и Лџи



ПРИЛОЖ 8/4