

# Тектонски условия в района на Искрецките карстови извори

Западна Стара планина

*M. Паскалев<sup>1</sup>, A. Бендерев<sup>2</sup>, Ст. Шанов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Геологически институт, БАН, 1113 София

<sup>2</sup> Научноизследователски институт по полезни изкопаеми, 1505 София

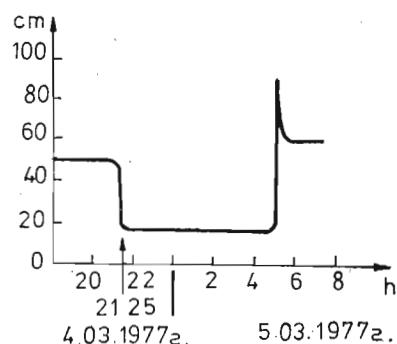
*M. Paskalev, A. Benderov, St. Shanov — Tectonic conditions of the region of the Iskretz Karst springs (West Stara-Planina).*

The investigations in the region of the Iskretz springs proceeded with the maximum using of the information from the geologic map, compilation, structural analysis, geophysical researches and hydrogeological indicator experiments, permitted to elucidate the probable way of movement of the springs of the underground waters, the type of this movement, the role as a water-leading structure of the Eždansko-Breze normal fault-strike-slip fault and conditions of waters barraging in the zone of Dushnishki and Chernovodski faults. The temporary stopping of the stream under strong seismic influence and the next its revive with the increased water flow give all precondition for to accept the presence of the spacious karst gaps, free of the water in the capacity of the Opletene Formation. As a result of the researching, on the one side, the mechanism of the springs function has been clear and, on the other side, the possibility about making the project of the rational using this springs has been given, with the minimum violation of the region ecology.

## Въведение

Искрецките извори с дебит, изменяещ се в широки граници — от 260 до 35 900 dm<sup>3</sup>/s (по данни от ХМС), са интересен хидрологички феномен в Западна Стара планина. Водите от тези извори са били и са обект на хидрологички изследвания, тъй като се използват за промишлени нужди в индустрията на гр. Своге. Влиянието на геоложката и тектонската обстановка при тези изследвания обикновено остава на по-заден план. Но това, че тези фактори не трябва да се пренебрегват, особено силно се прояви по време на две земетресения. При катастрофалното земетресение във Вранча (Румъния) на 4. III. 1977 г. дебитът на извора намалява от 5,5 на 0,5 m<sup>3</sup>/s (Петров, 1983) и седем и половина часа след това настъпва рязко увеличаване на водните количества до 18 m<sup>3</sup>/s (фиг. 1), съпроводено с интензивно замътняване на водата вследствие на размиване на наноси в карстовите ходове. За това време в масива са били задържани около 13 500 m<sup>3</sup> вода. Подобно явление е наблюдавано и при Свогенското земетресение на 9. III. 1980 г.

Като се предполага, че тектонският строеж на района има определено отношение към наблюдаваните ефекти, в настоящата работа се прави опит чрез използването на цялата



Фиг. 1. Изменение на водните стоежи (респ. дебита) на карстовия извор край с. Искрец, Софийско (по Петров, 1983)

Fig. 1. Modulate of water level (respectively capacity) of the karst spring near to village Iskretz (region of Sofia) (by Petrov, 1983)

налична геологичка, геофизична и хидрологичка информация, допълнена с многогодишни теренни изследвания на авторския колектив, да се изяснят тектонските условия в района на изворите и част от подхранващата ги с води територия. С това до голяма степен се изяснява механизъмът на функционирането на изворите, от една страна, а от друга, се дава една възможност за създаване в бъдеще на проект за най-рационалното използване на тези извори с минимално нарушаване на местната екосистема.

В табл. 1 е представено синтезирано описание на литостратиграфските единици, които участват в геологията строеж на изследвания район.

Таблица I

*Сравнителна таблица на отделените литостратиграфски единици*

Номенклатура	Възраст	Литологичка характеристика	Граници
Гложенска свита (Николов, Сапунов, 1970)	титон — бериас	сиви до тъмносиви варо- вици и мергели и глинисти варовици в горните части	горна: постепенна
Гинска свита (Николов, Сапунов, 1970)	калов — долн титон	сиви и сиво-зелени варови- ци	горна: постепенна
Яворецка свита (Николов, Сапунов, 1979)	калов — оксфорд	сиви варовици	горна: постепенна
Бовска свита (Сапунов, 1969)	бат	сиви глинисти и алеври- тови варовици и по-малкодискорданти мергели	долна: трансгресивна и дискордантия
Етрополска свита (Сапунов и др., 1967)	долен, среден байос	аргилити и алевролити със ви конкреции	горна: рязка, транс- сидеритови и фосфорито- гресивна
Озировска свита (Сапунов, и др., 1967)	синемур	варовици	долна: рязка, нормална
Костинска свита (Сапунов и др., 1967)	хетанж	пясъчници и конгломера-ти	горна: постепенна
Русиновделска свита (Тронков, 1968)	ладин — среден карн	белезникави до сиви до- ломити	долна: рязка и несъгласна
Милановска свита (Тронков, 1968)	ладин	тъмносиви доломити	горна: рязка, нормална
Бабинска свита (Тронков, 1968)	горен аниз	глинисти варовици	долна: рязка, нормална
Лакатнишка свита (Тронков, 1968)	аниз	дебелопластови, зърнести и белезникави варовици	горна: рязка, нормална
Оплетненска свита (Тронков, 1968)	долен, среден аниз	варовици	долна: постепенна
Свидолска свита (Чаталов, 1974)	долен триас	алевролити, пясъчници, по-малко варовици, доломити и аргилити	горна: постепенна с появя на чисти варовици
Петроханска теригенна група (Тронков, 1981)	долен триас	конгломерати, пясъчници, алевролити и аргилити	горна: постепенна
			долна: постепенна
			върху пъстра подложка

## Тектонска характеристика на района

Изследваната област обхваща възлов район от Западна Стара планина. Тук става съчленяване между Старопланинската структурна зона и Средногорието (Бончев, 1971) и се разкриват взаимоотношенията между структурните единици, изграждащи тези зони. Водосборът на Искрецките извори е главно в обхвата на Издрремец-Губешката синклинала. Тя се намира между две регионални структури — Берковския (от север) и Свогенския (от юг) антиклиниорий. Последният е навлечен към север върху южното бедро на Издрремецката синклинала (Бончев, 1910).

### Автохтонни структури

Издрремец-Губешка синклинала. Наименувана е така при геоложкото картиране от 1983 г. с ръководител В. Ангелов. Тази структура е установена от Бончев (1910), който я означава като „Видличка дислокация (синклинала в различни състояния) или Брезовец-Издремец-Видличка покривка плоча-надхълъзнатина“. Тази синклинала разделя двете регионални структури — Берковския и Свогенския антиклиниорий. От друга страна, проявеното по-късно преобръщане и навличане към север на северното бедро на Свогенския антиклиниорий е довело до преработване и почти пълно заличаване на южното ѝ бедро и покриването му с алохтонни маси. Разломната тектоника е проявена с различна интензивност в отделните участъци на синклиналата. По тази причина някои автори отделят части от нея като самостоятелни структури: Яворецка синклинала (Бончев, 1910), Издрремецка синклинала (Белмустаков, 1951). В действителност се касае за отделни фрагменти (гънки) на голяма синклинална структура.

В проучената площ (фиг. 2) се разкриват триаски и юрски седименти, които представляват част от северното нагънато бедро на синклиналата. Северно от с. Брезе то е прорязано от няколко субекваториално ориентирани разломи. Проведените проучвания установиха, че по тези места минава и меридионално ориентирианият Ежданско-Брезенски отсед. Южното бедро на Издрремец-Губешката синклинала е покрито от навлочните структури, изграждащи Свогенския алохтон.

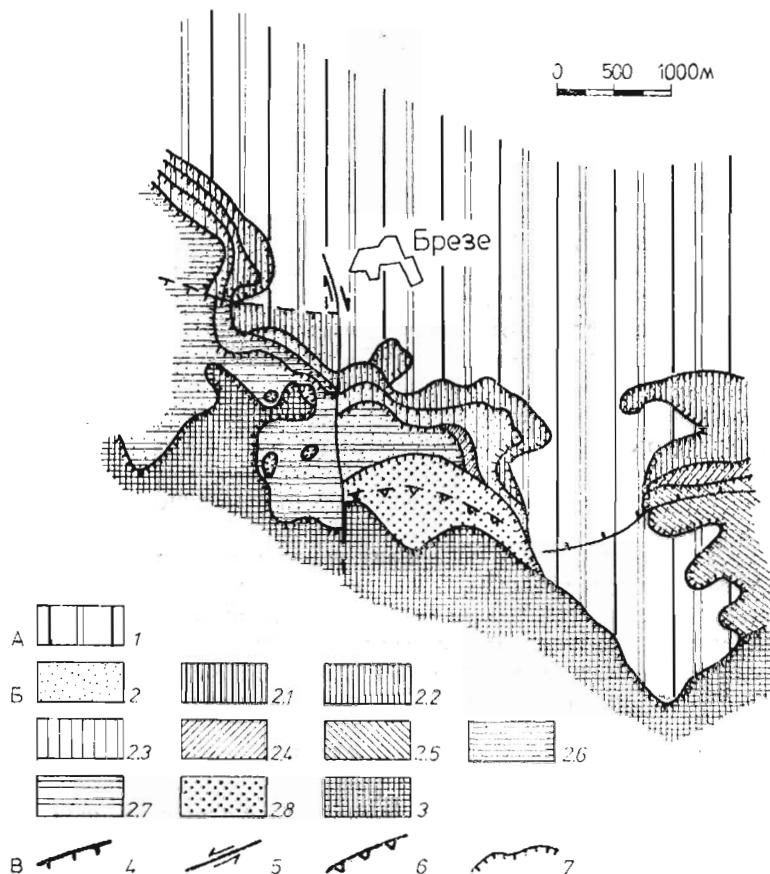
### Алохтонни структури

Основна алохтонна структура е Свогенският алохтон. В структурния му обем се включва австрийският по възраст, но преработен вероятно през илирската фаза Свогенски антиклиниорий. Свогенският алохтон е изграден от два регионални навлака — Брезенски и Искрецки. Предмет на настоящата работа е главно Брезенският навлак, тъй като той при покрива триаските и юрските седименти от автохтона, в които пък се намират структурите, служещи като проводници на водния отток.

Брезенски навлак (фиг. 2, 2). При геоложкото картиране от 1983 г. с ръководител В. Ангелов в областта е описан един голям навлак — Брезенски, в тялото на който се отделят няколко навлачни пластини (дигитации), които са устанавени и от други автори. Челната линия на Брезенския навлак има сложна конфигурация. Навлачната равнина в по-голямата си част е субхоризонтална, като само в челото на навлака е по-стръмно наклонена към юг, т. е. това е северновергентна структура. В изграждането на навлака участват мезозойски (триаски и юрски) седименти.

Чепъренската навлачна единица (пластина) (Пиронков, 1971) суперпозиционно се намира най-ниско спрямо останалите дигитации от Брезенския навлак (фиг. 2, 1). Навлачната равнина е субхоризонтална до наклонена ( $20-25^\circ$ ) към юг-юго-запад. Шушекската навлачна единица (Пиронков, 1971) се разполага върху автохтона и Чепъренската пластина (фиг. 2, 2.2). Навлачната равнина е субхоризонтална или затъва с малък (до  $10-15^\circ$ ) наклон на юг. В челната част на навличането се

установяват нарушения с характер на вътрешноформационни надхлъзвания или възсъдания. Каишовската навлачна единица (Пиронков, 1971) лежи върху Шушекската, а се припокрива от Церовската и Издремецката пластина (фиг. 2, 2.3). В члената ѝ част изграждащите я седименти са интензивно тектонски преработени, а навлачната ѝ равнина е субхоризонтална или леко наклонена на юг. От Церовската



Фиг. 2. Строеж на Свогенския алохтон в района на с. Брезе (по материали на геоложкото картиране от 1983 г. с ръководител В. Ангелов, с изменения и допълнения от авторите): А. I — автохтон; Б. — алохтон: 2 — Брезенски навлак — от 2.1 до 2.8 навлачни пластини (1 — Чепърненска, 2 — Шушекска, 3 — Каишовска, 4 — Церовска, 5 — Бовска, 6 — Искърска, 7 — Издремецка, 8 — Цървенянска); 3 — Искрецки навлак; В. — разломни структури: 4 — разед; 5 — отсед; 6 — възсед; 7 — фронт на навлачна равнина

Fig. 2. Structure of the Svoge allochthon around the area of village Breze (by materials of geological mapping since 1983 with leader V. Angelov with modifications and corrections of the authors): A. I — Autochthon; B. — Allochthon: 2 — Breze nappe — 2.1—2.8 nappe units (1 — Tcheparnenska, 2 — Shushekska, 3 — Kaishovska, 4 — Tzerovska, 5 — Bovska, 6 — Iskarska, 7 — Izdremetzka, 8 — Tzarvenjianska); 3 — Iskretz nappe; B. — Faults: 4 — normal fault; 5 — strike-slip fault; 6 — upthrust fault; 7 — front of the nappe plane

навлачна единица (Тронков, 1974) само малка част попада в проучваната област (фиг. 2, 2.4). Тя е северновергентна с леко наклонена на юг навлачна равнина. Лежи върху Шушекската, а се припокрива от Бовската дигитация. В близост до повърхността навлачната равнина на последната е стръмна (до 40—45°) и има характер на северновергентен възсед (Калайджиеv, 1977), но в дълбочина наклонът ѝ по-

степенно намалява (фиг. 2, 2.5). Искърската навлачна единица (Калайджев, 1978) (фиг. 2, 2.6) има ограничено развитие в областта. Тя също е северновергентна, като навлачната ѝ повърхност затъва на юг с наклон до 30—35°. Брезенско-Ежданският отсед ограничава от изток тази навлачна единица. Издреъмеката навлачна единица (Калайджев, 1977) (фиг. 2, 2.7) е северновергентна и е със субхоризонтална навлачна равнина. По Брезенско-Ежданския отсед тялото на дигитацията е разкъсано и разместено с 400—500 м. Цървянската навлачна единица (фиг. 2, 2.8) (Пиронков, 1971) (фиг. 2, 2.8) по тектонска суперпозиция заема най-високо ниво в Брезенския регионален навлак, като от юг се покрива от Искрецкия.

**Искрецки навлак.** Това е най-значителната алохтонна структура в областта на Искрецките извори. Описана е от Нейелфег (1931) като Искрецката дислокация. В проучената площ се разкрива само най-северната ѝ част (фиг. 2, 3). Навлакът е северновергентен, лежи върху Брезенския навлак и върху седиментите на алохтона. Това определя и неговата по-млада възраст по отношение на Брезенския навлак. Почти по цялото си протежение навлачната равнина е субхоризонтална или с малък (до 20°) наклон на затъване на юг. Тялото на Искрецкия навлак в областта е изградено от скалите на Грохотенската задруга (ордовик — Спасов, 1960). При движението си към север пред челото му са образувани приразломни гънки и разломи от типа на Душнишкия разлом.

### *Разломни структури*

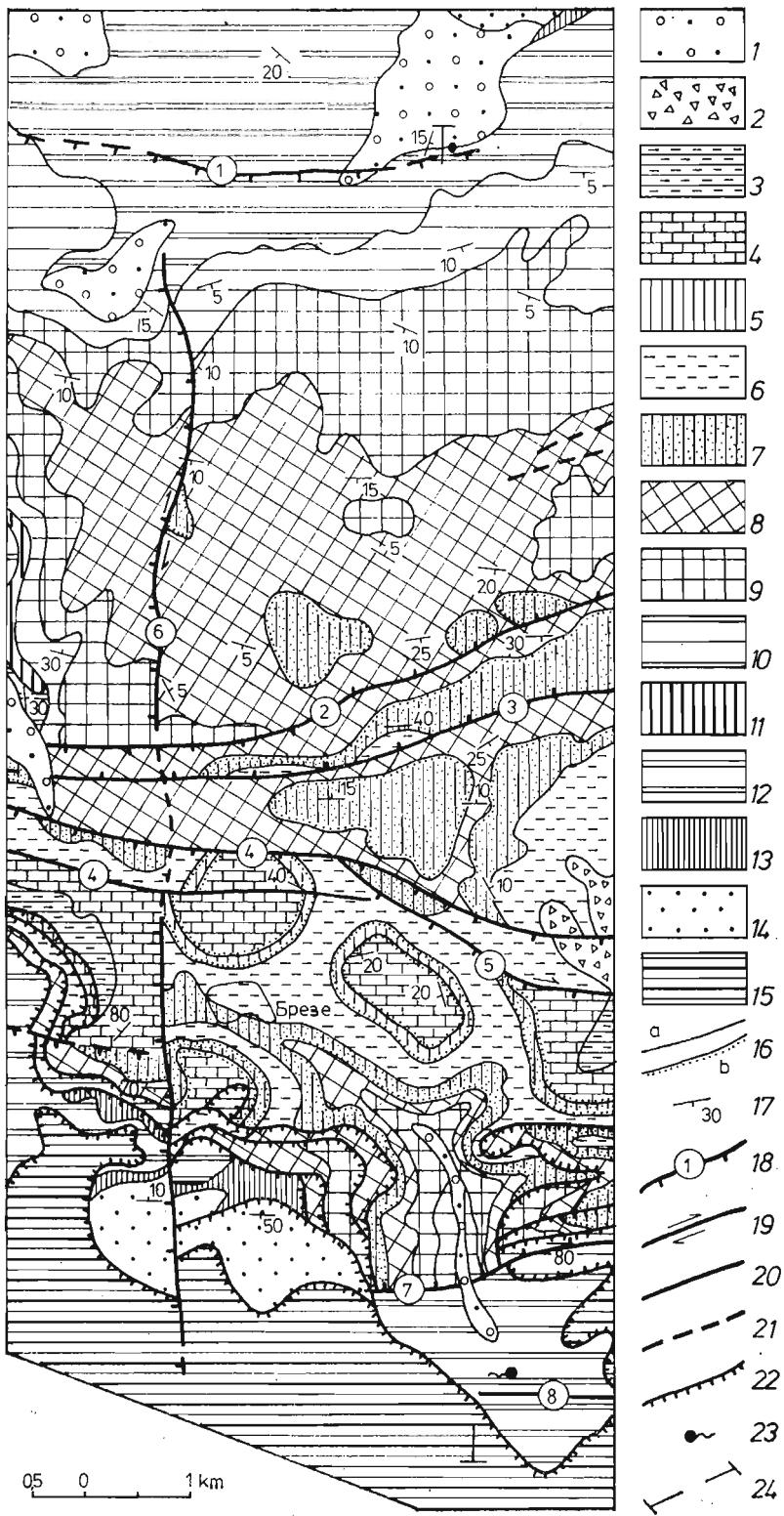
Разломите се обединяват в две главни системи: Балканидната и Меридионалната. Към Балканидната се отнасят:

**Равнобучински разсед** (фиг. 3, 1). Установен е при геоложкото картиране през 1983 г. с ръководител В. Ангелов. Той е със субекваториална ориентировка, а дължината му е около 4 km. Разломната повърхност е вертикална. Пропаднал е южният борд, като движенията се установяват по харниши. Проявен е в седиментите, изграждащи Оплетененската свита (аниз). Проследява се в северната част на областта. Младата, кватернерна изява на този разлом се определя от факта, че той пресича и кватернерни чакъли и пясъци. Торловишките разсед (фиг. 3, 2). За първи път е отбелаян при геоложкото картиране на Попов и др. от 1959 г. Наименуван е от Калайджев (1982). Разседът е със субекваториална ориентировка. Дължината му в изследваната област е 4 km, но към изток продължава и извън нея. Структурата е проявена като шарнирен разсед. В западната му част е пропаднал южният блок (до 200 m), а в източната северният (с 30—40 m). Движенията и амплитудата се установяват приблизително по общата геологичка обстановка. Този разсед размества седиментите на Милановската (ладин), Русиновделската (ладин—карн), Костинската (хетанж) и Озировската (синемур) свита. Разкрива се северно от с. Брезе.

**Драгоданишки разсед** (фиг. 3, 3). Установен е от Пиронков (1971). Разположен е южно от Торловишкия разсед и има неговата ориентировка. Преминава през цялата проучена площ. Разломът се проследява по общата геологичка обстановка и по конфигурацията на геологичните тела. Проявява се главно в Милановската свита (ладин), но размества и Озировската (синемур), Костинската (хетанж) и Етрополската (байос) свита.

**Топилски разломи** (фиг. 3, 4). Установени са от Калайджев (1982). Намират се непосредствено северно от село Брезе. Те са с посока 100—110°. По северния от тях има установени разседни движения с пропадане на южния блок. Южният разлом има много добра морфологична изява и се установява по разместването на литостратиграфските единици. Поради това, че северният разсед размества кватернерните блокажи (в източната част), може да се предполага тяхната кватернерна и даже съвременна активност.

**Сульовски разсед** (фиг. 3, 5). Установен е от Вегег (1937). В най-западната си част разседът е с посока 130—140°, като към изток (извън проучената площ)



има субекваториална ориентировка. Дължината му е 2,5 km в проучвания участък, но той продължава на изток извън областта. С харниши и бразди на триене се установява, че е пропаднал южният блок. По Сульовски разлом освен разседна се установява и десноотседна компонента на движение.

Черноводски разлом (фиг. 3, 7). Това е важен разлом в близост до Искрецките извори и неговото съществуване е изразено в литостратиграфските единици от двете му страни — от север са Бабинската (горен аниз), Милановската (ладин) и Русиновделската (ладин—среден карн) свита, а южният блок е изграден от седиментите на Оплетенската свита (долен, среден аниз). Допълнително потвърждение за него се получи след реинтерпретацията на резултатите от вертикалното електрическо сондиране (ВЕС), извършено по речната тераса по профил, пресичащ разлома. Полученият схематичен разрез (фиг. 4, a) показва, че е пропаднал северният блок или има възсядане на южния блок при натиск от юг върху северния. По-подробно съображенията по този въпрос ще бъдат изложени по-долу.

Душнишки разлом (фиг. 3, 8). Северното и южното крило на този разлом са изградени изцяло от седиментните на Оплетенската свита (долен, среден аниз), но докато в северния блок пластовете са субхоризонтални, то в южния те са силно дислоциирани. На фиг. 4, б, е показан идеен разрез по руслото на реката в участъка на Искрецките извори. Може да се предположи възсядане на южния блок над северния в резултат на придвижването на Искрецкия навлак, т. е. разломът е суб- до постсинхронен на навличането.

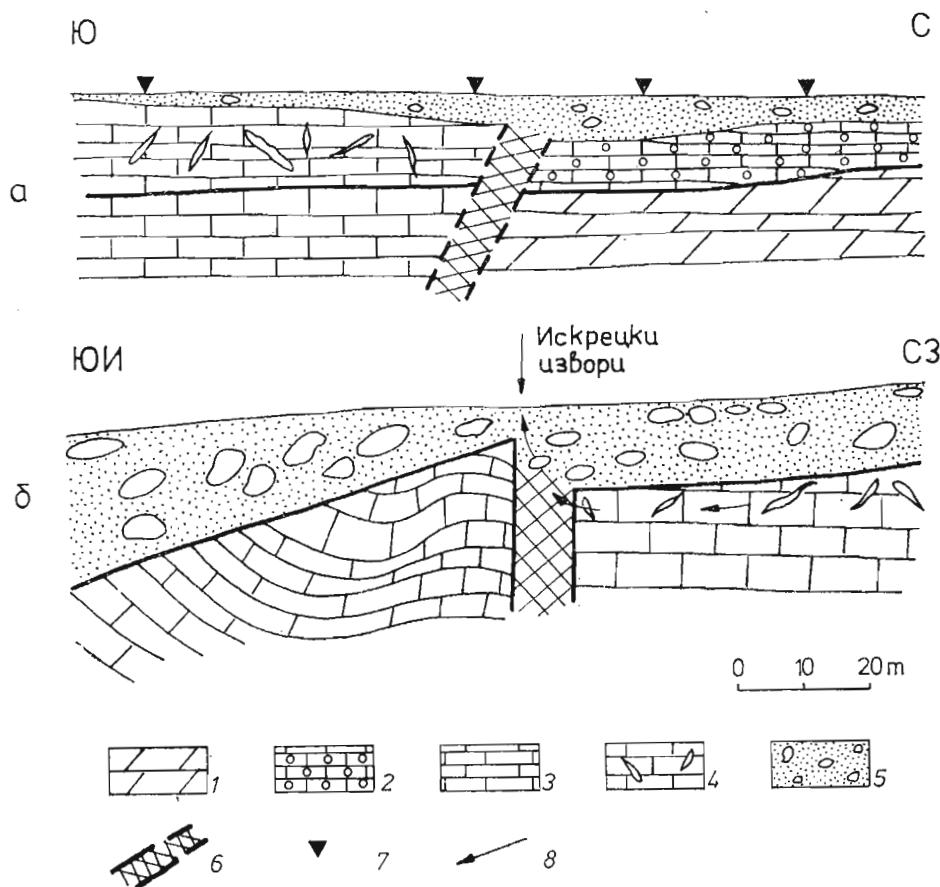
Към Меридионалната система се отнасят:

Ежданско-Брезенски отсед (фиг. 3, 6). Това е структура, която е изградена от Брезенския от юг (Пиронков, 1971) и Ежданския от север разлом. Или тези два разлома представляват една обща структура със сложно развитие през различните епохи. Разломът има характер на десен отсед-разсед. Посоката му е север—юг, а амплитудата на хоризонталното отместване е около 250 m. Амплитудата на вертикалната денивелация е малка — 40—55 m, като е пропаднал западният блок. Дължината на структурата в автохтона на север от с. Брезе е 6 km. Проведените изследвания показваха, че този разлом се следи на значително разстояние към север и завършва непосредствено южно от Равнобучински разсед (фиг. 3). Той е проявен в материите на почти всички от присъстващите в района литостратиграфски разновидности. Първоначално

← Фиг. 3. Геологичка карта в областта на Искрецките извори (по материали от геоложкото картиране от 1983 г. с ръководител В. Ангелов, с изменения и допълнения от авторите): 1 — кватернер—алувий (чакъли и пясъци); 2 — кватернер—колувиий (блокажи); 3 — добра креда (Салашка свита); 4 — титон—бериас (Гложенска свита), калов—долен титон (Гинска свита) и калов—оксфорд (Яворецка свита); 5 — бат (Бовска свита); 6 — долен—среден байос (Етрополска свита); 7 — синемур (Озиоровска свита), хетанж (Костишка свита); 8 — ладин—среден карн (Русиновделска свита); 9 — ладин (Милановска свита); 10 — горен аниз (Бабинска свита); 11 — аниз (Лакатнишка свита); 12 — среден аниз (Оплетенска свита); 13 — долен триас (Свидолска свита); 14 — долен триас (Петроханска теригенна група); 15 — ордовик (Грохотенска задруга); 16 — геологичка граница: а) нормална, б) трансгресивна; 17 — слоестост; 18 — разсед (1 — Равнобучински, 2 — Торловишви, 3 — Драгоданишки, 4 — Топилски, 5 — Сульовски, 7 — Черноводски); 19 — отсед (6 — Брезенско-Еждански); 20 — разлом с неустановено движение на блоковете (8 — Душнишки); 21 — предполагаем разлом; 22 — навлак; 23 — Искрецки извори; 24 — профилна линия

Fig. 3. Geological map of the area of Iskretz springs (by materials of Geological mapping since 1983 with modifications and corrections of the authors): 1 — Quaternary—alluvium (gravels and sands); 2 — Quaternary—colluvium (rubble); 3 — Low Cretaceous (Salash Formation); 4 — Tithonian—Berriasic (Gložene Formation), Callovian—Low Tithonian (Ginska Formation), Callovian—Oxfordian (Javoreyz Formation); 5 — Bathonian (Bov Formation); 6 — Low—Middle Bajocian (Etropole Formation); 7 — Sinemurian (Ozirovo Formation), Hettangian (Kostinska Formation); 8 — Ladinian—Middle Carnian (Rusinovdel Formation); 9 — Ladinian (Milanovo Formation); 10 — Upper Anisian (Babinska Formation); 11 — Anisian (Lakatnik Formation); 12 — Middle Anisian (Opletenska Formation); 13 — Low Triassic (Svidol Formation); 14 — Low Triassic (Petrochan terrigenous group); 15 — Ordovician (Grohoten formation); 16 — Geological boundary: a) normal, b) transgressive; 17 — bedding; 18 — normal fault (1 — Ravnobutchino, 2 — Torlovishki, 3 — Dragodanitza, 4 — Topilski, 5 — Suliovski, 7 — Chernovodski); 19 — strike-slip fault (6 — Breze-Eždanski); 20 — fault with unknown movements of the blocks (8 — Dushniski); 21 — assumed fault; 22 — nappe; 23 — Iskretz sources; 24 — cross-section line

по разлома са се проявили отседните движения, а след това, значително по-късно и вероятно в края на илирската фаза, и разседните. За това доказват са две: 1) вертикалните харниши със стръмно затъващи към запад бразди на триене; 2) разположените северно от с. Брезе и перпендикулярно на отсед-разсед Торловишки, Драго-



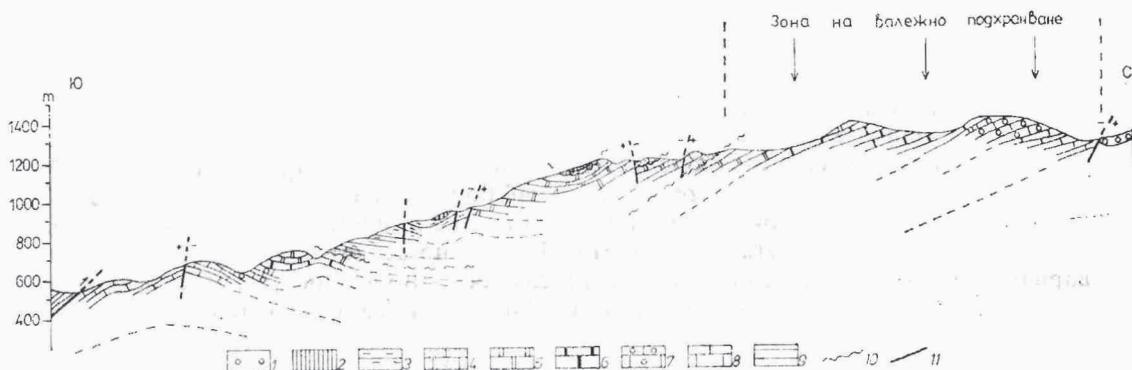
Фиг. 4. Схематични геоложки профили през Черноводския (а) и Душнишки (б) разлом в района на Искрецките извори: 1 — массивни доломити (Лакатнишка свита); 2 — тънкопластови ядчести варовици (Бабинска свита); 3 — варовици (Оплетненска свита); 4 — окарстени варовици (Оплетненска свита); 5 — алувиални отложения; 6 — разлом; 7 — точка на вертикално електрическо сондиране (ВЕС); 8 — посока на подземния воден поток към изворите

Fig. 4. Schematic geological cross-sections through Chernovodski (a) and Dushnishi (b) faults of the area of Iskretz springs: 1 — massive dolomites (Lakatnik Formation); 2 — thinly-bedded limestones (Babinska Formation); 3 — limestones (Opletneńska Formation); 4 — limestones with karst (Opletneńska Formation); 5 — alluvium deposits; 6 — fault; 7 — point of the vertical electricity drilling; 8 — direction of the underground water stream to the sources

данишки и Топилски разлом не са отмествени. Като се вземе под внимание фактът, че първите два разседа се проявяват в края на илирската фаза (по материалите от геоложкото картиране от 1983 г. с ръководител В. А н г е л о в), но вероятно след нея, а Топилският — след отлагането на кватернерните чакъли, то отседните движения в северната част на Брезенско-Ежданския разлом се фиксират в интервала от време след отлагането на юрските седименти и преди появата на напреженията, довели до образуването на отбелязаните три разседа. В южната си част, южно от с. Брезе, отседните движения по структурата са след навличането, тъй като по разлома става разместяване на навлажните повърхности. Амплитудата на отсядане в алохтона е до 500 м.

## Хидрogeоложки особености

Искрецките карстови извори представляват комплекс от отделни изходища (Антонов, 1983), разположени на двата бряга на речното корито на р. Брезенска, като постоянните изходища са на най-ниски коти, главно на десния бряг. Те гарантират минималния дебит на изворите. Временните изходища са разположени на по-високи коти в речната тераса. След силни валежи в комплекса на изворите се включва и един от входовете на пещерата Душника, като оттам е излизала вода до около  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Фиг. 5. Геологически профил в областта на Искрецките извори и зоната на валежното им подхранване: 1 — квагтернер—алувий (чакъли и пясъци); 2 — бат (Бозска свита); 3 — долен—среден байос (Етрополска свита); 4 — синемур (Озировска свита), хетанж (Костинска свита); 5 — ладин—среден карн (Русиновделска свита); 6 — ладин (Милановска свита); 7 — горен аниз (Бабинска свита); 8 — среден аниз (Оплетненска свита); 9 — ордовик (Грохотенска задруга); 10 — геологичка граница—трансгресивна; 11 — тектонско нарушение

Fig. 5. Geological cross-section of the area of Iskretz springs and zone of its precipitation supply: 1 — Quaternary—alluvium (gravels and sands); 2 — Bathonian (Bov Formation); 3 — Low-Middle Bajocian (Etropole Formation); 4 — Sinemurian (Ozirovo Formation), Hettangian (Kostinska Formation); 5 — Ladinian—Middle Carnian (Rusinovdel Formation); 6 — Ladinian (Milanovo Formation); 7 — Upper Anisian (Babinska Formation); 8 — Middle Anisian (Oplettnenska Formation); 9 — Ordovician (Grohoten Formation); 10 — geological boundary-transgressive; 11 — tectonic rupture

Местоположението на извора е определено от геолого-тектонски и геоморфологични фактори — това е най-ниската част на разкритията на карбонатните скали на Оплетненската свита в зоната на Душнишкия разлом (фиг. 4, б). Пластовете на юг от разлома са с преобладаващ наклон на север, обратен на посоката на движението на подземните води. При тази структурна постановка изворите са типично приливни.

Водосборната площ на изворите е около  $140 \text{ km}^2$  (Динев, 1959). На тази площ се разкриват скали с различна възраст, но изворите дrenират само варовиците и доломитите от триаските карбонатни свити. Варовиците от Гложенската, Гинската и Яворецката свита, разположени най-високо в геология разрез, изграждат отделни карстови масиви от по-нисък порядък, изолирани от основния колектор в района.

При среден дебит на изворите  $2520 \text{ dm}^3/\text{s}$  (изведен за 15-годишен период на наблюдение) около 62,4% от него се дължат на валежи, паднали върху разкритията на триаските карбонатни скали, а 22% от водите се формират от речното подхранване на реките Понор, Крива, Студена, Воденична Бежанлийска и Перачка бара, които изпълняват (понират) във варовиците на Оплетненската свита. С индикаторни методи (Динев, 1959; Бендерев, 1989) е доказана връзката между тези реки и Искрецките извори. Останалите 15,6% от водите се дължат на кондензационни процеси и преминаване на води от съседни райони или от водни басейни в горноюрските варовици.

Скоростта  $V$  (m/h) на движението на индикатора от губилищата до изворите зависи от моментните условия на подхранване и за Искрецките извори е изведена емпирично в зависимост от дебита  $Q$  ( $m^3/s$ ) (Бендерев, 1989):

$$(1) \quad V = 71.Q^{0.82}.$$

Получена е емпирична зависимост и за времето  $t$  (в часове h) за преминаване на водата:

$$(2) \quad t = 0,133.Q^{-0.82}.$$

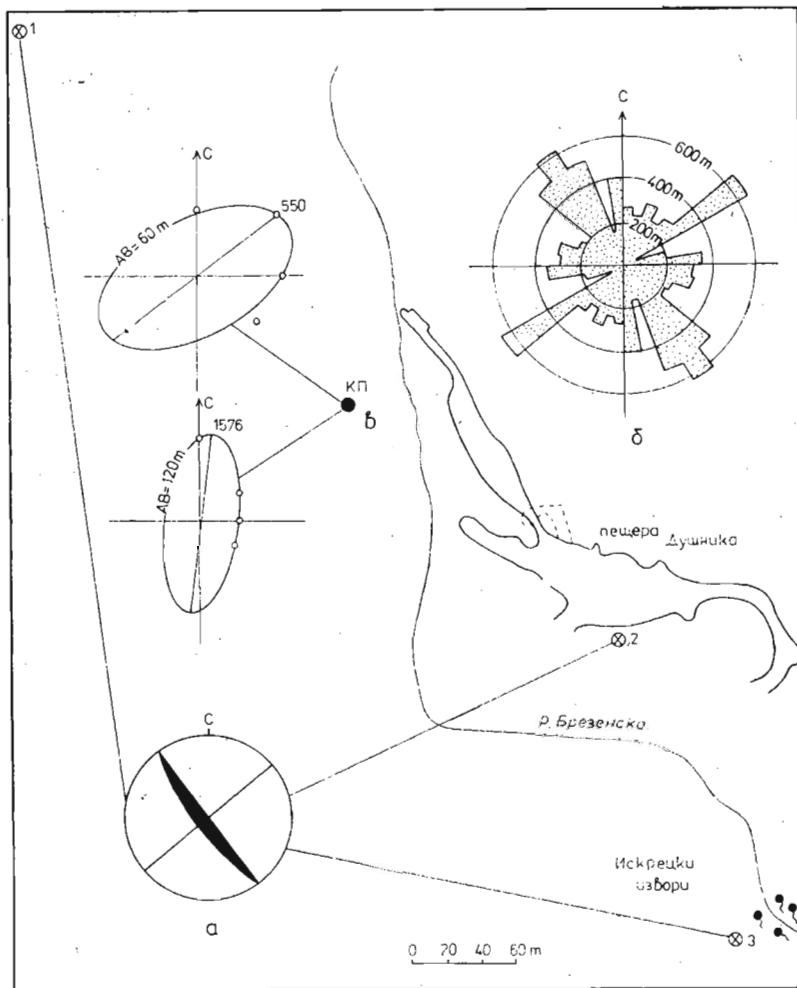
Тези зависимости са валидни само за трите най-източни губилища разположени приблизително на еднакво разстояние от изворите. Степенният показател във формула (2) е една комплексна характеристика за типа на подземната канадна мрежа на водосборния басейн. Направена е оценка по методиката на Smar (1981). Геолого-тектонските условия в челото на Искрецкия навлак определят присъствието на водонаситена зона със запълнени карстови канали. От стойността на степенния показател, в случая —0,82, може да се предположи, че площното разпространение на тази зона е относително малко в сравнение с водосборната площ на изворите и основно влияние оказват движещи се по отворени канали подземни реки в зоната на аерация. Този извод се потвърждава и от режимните наблюдения на дебита на изворите (Бендерев, 1989). Според показателите на Гигинейшили (1979) при коефициент на вариация на дебита на изворите 143 и отношението му към коефициента на вариация на дебита на еталонна река (в случая — Воденична река) с некарстово подхранване — 2,2, режимът на изворите се определя като неустойчив със свободен подземен отток.

## Дискусия

Представената информация недвусмислено показва, че съществуването на Искрецките извори е предопределенено до голяма степен от сложната тектонска картина в района. Местоположението на водосборната площ на изворите в северното бедро на Берковския антиклиниорий е определящо за наклоненото положение на водоупора на юг, за голямата амплитуда между областите на подхранване и дрениране (700—800 m), както и за генералното движение на подземните води на юг. Водният поток е изцяло съсредоточен във варовиците на Оплетненската свита, оформящи Издримец-Губешката синклинала (фиг. 5). Разломните нарушения от Балканидната система са разположени перпендикулярно на генералната посока на движение на подземните води. Вследствие на издигане на южните блокове на Драгоданишкия, Черноводския и Душнишкия разлом се създават условия за локален подпор северно от тях на водите. В същото време трябва да се подчертая важната роля на Ежданско-Брезенския разлом като най-вероятен колектор и проводник на карстовите води към юг. Това, че движението на водите от зоните на подхранване, разположени на север и североизток от изворите, до самите извори става сравнително бързо, говори за канална циркулация. Във всеки случай това е силно окарстена зона в Оплетненската свита, състояща се от развита система от карстови канали с оперяваща ориентировка спрямо основните разломни структури в района. Самото наличие на преливника на изворите — пещерата Душника с нейните големи размери, е едно потвърждение на това.

Анализът на тектонските полета на напреженията, извършен по методиката на Николаев (1977), при която се прави специална статистическа обработка на голям брой пукнатини на срязване, показва интересни резултати, които тук ще се коментират в крайния си вид. В района на изворите първоначално бяха направени измервания в три точки. На фиг. 6 a, е дадена структурна диаграма на най-вероятното пространствено положение на пукнатините на скъсване, които са перпендикуляри на осите на минималните напрежения от двете реконструирани полета на тектонските напрежения, въздействуващи върху варовиците от Оплетненската свита. Ясно се вижда, че едната от системите е с направление СЗ—ЮИ и тя е тази, която фактически контролира на-

правлението на развитие на основната галерия на пещерата Душника. Другата система е с направление СИ—ЮЗ и тя е по посока на подхранващия район на СИ от изворите. И двете направления са определящи за най-интензивното развитие на карстовия процес, което личи на диаграмата на азимуталното разпределение по обща дължина на всички известни карстови галерии в района (фиг. 6, б).



Фиг. 6. Диаграми на: а) пространствено положение на пукнатините на скъсване (горна полусфера); б) азимутално разпределение по обща дължина на всички известни карстови галерии в района; в) елипси на анизотропия на електрическото съпротивление на скалите при разстояние на захранващите електроди на измерителната схема  $AB=60$  м и  $AB=120$  м. Показан е и хоризонталният план на пещерата Душника

Fig. 6. Diagrams of: a) the spatial situation of the shear cracks(upper hemisphere); b) the azimuthal distribution of the total length of all underground karst galleries of the area; c) ellipses of anisotropy of the electricity resistance of the rocks and distance between electrodes on measurement scheme  $AB=60$  m and  $AB=120$  m.  
On the figure is shown horizontal plan on the cave Dushnika

На фиг. 6, в, са представени диаграмите на азимуталните стойности на електрическите съпротивления на скалите за две дълбочини и са нанесени осите на електроанизотропия. Точката на измерване се намира в речната тераса западно от пещерата

Душника. Диаграмата при разстояние между захранващите електроди  $AB=60$  м дава информация за първите 10—15 м от земната повърхност, а диаграмата при  $AB=120$  м се отнася за дълбочини от порядъка на 20—30 м. Като се изхожда от известния в електропроучването „парадокс на анизотропията“, може да се докаже, че голямата ос на елипсата съвпада с направлението на най-интензивно проявената система пукнатини на тази дълбочина.

Ако се сравнят диаграмите на фиг. 6, ясно се вижда, че еднозначно е решен въпросът за основните направления, по които би могла да се движи водата във варовиковия масив на Оплетненската свита. Направлението СИ—ЮЗ е най-приемливо, защото то бе потвърдено както от още една реконструкция на полетата на тектонските напрежения северно от изворите, но също за Оплетненската свита, така и от допълнителните сведения от геофизичните проучвания на СЗ от изворите и зад известните части на пещерата Душника. Тези проучвания, извършени по метода на изучаване по профил на полето на свръхдългите радиовълни (СДВ), показваха наличието на неизвестни каверни в близост до Черноводския разлом. Но направлението СЗ—ЮИ води към Ежданско-Брезенския разсед-отсед, който е най-директно насочен към основните речни губилища, подхранващи с води Искрецките извори.

Причината за прекратяването на водния поток по време на силно въздействуващи земетресения трябва да се търси не в района на самите извори, а по-северно, вероятно в областта на Черноводския разлом (фиг. 3), а може би и към Ежданско-Брезенския разсед-отсед. След възстановяването си водният поток идва с голям дебит (фиг. 1), което говори за две неща: 1) някъде на север-северозапад се получава временено баражиране на подземните канали; 2) под земята има достатъчно големи празни пространства, където водата може да се акумулира до момента, до който ще се натрупа достатъчно хидродинамична енергия, която ще разрушчи баража. Почти пълното изчезване на водното количество през това време на изворите свидетелствува, че в зоната на баражирането водите се движат концентрирано.

Може да се предположи, че при преминаване на сейзмичната вълна се получава разместване по разломните повърхности и в тяхната зона рязко се намаляват филтриционните свойства на запълващия материал. Ако след време настъпи релаксация на масива, от една страна, и натрупване на достатъчно енергия на задържаната водна маса, от друга, може да се очаква ударна водна вълна, която се получава след разрушаването на баража и се появява във вид на силно размътен поток при Искрецките извори. Малко приемлив е вариантът за запушване на карстовите каверни от обрушен глиnest материал, като се има предвид големият дебит на изворите и вероятно големите размери на карстовите каверни под земята.

## Заключение

Изследването в района на Искрецките извори, извършено при максимално използване на информацията от геоложката картировка, структурните анализи, геофизичните проучвания и хидрологичните индикаторни опити, позволи да се изяснят вероятният път на движението на подземните води до изворите, типът на това движение, ролята на Ежданско-Брезенския разсед-отсед като водопроводяща структура и условията на баражиране на водите в зоната на Душнишкия и Черноводския разлом.

Временното спиране на водния поток при силни сейзмични въздействия и следващото му възобновяване с повишен дебит дават всички основания да се приеме наличието на големи, незасти от вода карстови кухини в обема на Оплетненската свита. Като се изхожда от този феномен, предлагаме да се проучи възможността за използването на това естествено подземно водохранилище за вода за промишлени нужди, което е едно екологично и технологично разумно решение при нарастващото потребление на вода в Софийския район.