

ГЕОТОПИТЕ "УСТИЕТО НА РЕКА ВЕЛЕКА" И "СИЛИСТАР" – ОСНОВА НА ЕДИН ЕСТЕСТВЕН ГЕОПАРК ПО ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЯ

Венелин Желев, Борис Вълчев, Красимира Кършева, Димитър Съчков

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; vjjelev@yahoo.com

РЕЗЮМЕ. Българското черноморско крайбрежие на юг от Ахтопол предоставя отлични възможности за провеждане на теренни наблюдения върху къснокредните вулкански и вулканогенно-седиментни комплекси разкриващи, се в стръмните крайбрежни откоси и включени в обхвата на два геотопа – "Устието на река Велека" и "Силистар". Първият геотоп включва част от крайбрежната ивица между Ахтопол и Синеморец, в която могат да се наблюдават разнофациалните продукти на Папийския и Ахтополския палеовулкан (лавови потоци от базалти, пилоу-лави от алкални трахити, хиалокластити, еруптивни брекчи, дайки и силове, туфи, туфити и пр.), разместени на места от разломи. В южния край на геотопа, при устието на р. Велека, се намира изключително красива пясъчна коса. Вторият геотоп обхваща крайбрежната ивица на юг от Синеморец. Тук могат да се наблюдават непрекъснати разкрития от разреза на Горната Креда, включващ вулкански и вулканогенно-седиментни скали, процепени от Силистарския интрузив, нарушени от разломи и орудени на места с медна минерализация. Ландшафтът е изключително красив, с няколко малки залива с плажове, стръмни фиордообразни заливи и специфична преходно-средиземноморска растителност. Съгласно класификацията на геоложките феномени, двата геотопа попадат в групата на обектите с естетическа, научна, образователна и изследователска стойност, а според оригиналната българска методика за оценка на геоложки феномени те се отнасят към обектите с регионално и континентално значение. Настоящата статия има за цел да даде описания на два геоложки маршрута между Ахтопол и Силистар, да разшири обхвата на двата геотопа и да положи основите на превръщането на южното българско черноморско крайбрежие в един естествен геопарк по палеовулканология.

GEOTOPES "MOUTH OF VELEKA RIVER" AND "SILISTAR" – FOUNDATION OF A NATURAL GEOPARK OF PALEOVOLCANOLOGY

Venelin Jeleu, Boris Valchev, Krasimira Karsheva, Dimitar Sachkov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; vjjelev@yahoo.com

ABSTRACT. Bulgarian Black Sea coast south of the town of Ahtopol gives an excellent opportunity for field examination of the Upper Cretaceous volcanic and volcano-sedimentary deposits cropping out in the steep coast slopes and included in two geotopes – "Mouth of Veleka River" and "Silistar". The first geotope includes part of the sea coast between the town of Ahtopol and the village of Sinemorets, which reveals various facies of Papiya and Ahtopol paleovolcanoes (lava flows of basalts, pillow-lavas of alkaline trachytes, hyaloclastites, eruptive breccias, dykes and sills, tuffs, tuffites etc.), partly faulted. A beautiful sand point bar is situated in the mouth of Veleka River at the south end of the geotope. The second geotope comprises the sea coast south of the village of Sinemorets. Uninterrupted outcrops of the Upper Cretaceous section could be observed here. They include volcanic and volcano-sedimentary rocks, intruded by the Silistar pluton. These rocks are faulted and comprise copper mineralizations at several places. The landscape is amazing, with small bays and beaches, steep fiord-like inlets and characteristic transitional-Mediterranean flora. According to the classification of geological phenomena, both geotopes are referred to the geosites of aesthetic, scientific, educational and research value, and according to the original Bulgarian methodology for estimating of geological phenomena they correspond to the criteria for geosites of regional and continental importance. The present article aims to describe two geological routes between the town of Ahtopol and Silistar Bay, to expand the range of the geotopes, and to lay the foundation for covering the southern Bulgarian Black Sea coast into a natural geopark of paleovolcanology.

Увод

Българското черноморско крайбрежие на юг от Ахтопол предоставя отлични възможности за провеждане на теренни наблюдения върху къснокредните вулкански и вулканогенно-седиментни комплекси, разкриващи се в стръмните крайбрежни откоси. Тази част от крайбрежието се отнася към природен парк "Странджа", на чиято територия са обособени редица защитени местности. Сред тях попадат и "Устието на река Велека" и "Силистар" (фиг. 1), които са обявени за такива през 1992 г. През 2003 г. бреговата ивица на двете защитени местности е включена в "Регистър и кадастър на геоложките феномени в

България" като два отделни геотопа, а данни за стратиграфията и тектониката на най-южната част от българското черноморско крайбрежие, както и бележки за морфологията и генезиса на геотопите са публикувани по-късно от Желев (2006а, б).

Съгласно класификацията на геоложките феномени двата геотопа попадат в групата на обектите с естетическа, научна, образователна и изследователска стойност, а според оригиналната българска методика за оценка на геоложки феномени (Синьовски и др., 2002) те се отнасят към обектите с регионално и континентално значение. Настоящата статия има за цел да даде описания на два

геоложки маршрута между Ахтопол и Силистар, да разшири обхвата на двата геотопа и да положи основите на превръщането на южното българско черноморско крайбрежие в един естествен геопарк по палеовулканология.



Фиг. 1. Пътна схема за достъп до геотопите

Данни за геоложкия строеж на района

Стратиграфия

В района на изследването се разкриват метаморфозирани триаски скали, горнокредни седиментно-вулканогенни, вулкански и интрузивни литотела, неогенски морски седименти и кватернерни континентални и морски наслаги (фиг. 2).

Триасът включва част от т. нар. *Странджански фащиален тип*. Тук той е представен само от задругата на силикатните филити и мраморизирани варовици (Грахиловска подгрупа на Велекската група), която се разкрива в две находища в северния бряг на р. Резовска. Подложката ѝ е извън района. Покрива се дискордантно от ценоман-туронските седименти на Вършиловската група. Дебелината ѝ е над 80 m. Възрастта ѝ е определена въз основа на конодonti за долнотриаска (Грийнсбах-Спат).

Най-широко разпространение в района имат **горнокредните скали**. Те са разчленени на няколко групи (Вършиловска, Грудовска, Мичуринска и Бургаска) с множество свити.

Вършиловската група (Петрова и др., 1980; Бакалова и др., 1982) е разчленена на няколко свити (Зелениковска, Есканска, Градишка, Кукулятска и Капошнишка), които на геоложката карта (фиг. 2) са обединени. Тя е изградена от континентални и трансгресивни морски седименти, включващи брекчоконгломерати, пясъчници, алевролити, мергели, варовици, силицити и въглищни прослойки. В изучавания район тази скална последователност лежи трансгресивно върху триаските скали и се покрива с бърз литоложки преход от Грудовската група (Сенон).

Дебелината ѝ е над 300 m. Възрастта ѝ е приета по суперпозицията ѝ и литоложка аналогия с подобни скали от Централното Средногорие и Източния Балкан за ценоман-туронска. Разкрива се под формата на три ивици с посока ССЗ-ЮЮИ в ЮЗ част на района (фиг. 2).

Грудовската група (Петрова и др., 1980; Бакалова и др., 1982) включва вулканоседиментни брекчи, туфи, туфити, пясъчници и варовици (фонове седименти), както и лавови потоци и силове от алкални трахити и алкални базалтоиди. Групата преходжа от Вършиловската група (по-точно от нейната Кукулятска свита) и се покрива от Мичуринската група. На места границата между двете групи представлява доста дебела преходна зона, която е картирана като Грудовско-Мичуринска група (Петрова и др., 1992). Грудовската група има седиментно-вулканогенен характер и бележи началото на вулканизма в района. Дебелината ѝ е около 2800 m. Възрастта ѝ се приема за сенонска (кониаска) по суперпозицията ѝ. Групата се разкрива под формата на няколко ивици с посока ССЗ-ЮЮИ в централната и югозападната част на района (фиг.2).

Мичуринската група (Петрова, Симеонов, 1989) е представена от вулканоседиментни брекчи, туфи, туфити, пясъчници, варовици, алкални трахити, алкални базалтоиди, дацити и риодацити. Освен като стратифицирани литотела (лавови потоци и покрови), лавовите скали се срещат и под формата на секущи субвулкански тела и дайки. В СЗ част на района групата е поделена на Драчевска и Писменовска свита, а в ЮИ част е неподделена. Долната ѝ граница, както бе отбелязано по-горе, има преходен характер и е картирана като Грудовско-Мичуринска група. Горната ѝ граница с Бургаската група представлява бърз литоложки преход. **Писменовската свита** (Петрова, Симеонов, 1989) има съвсем ограничено разпространение в СЗ част на района. Тя е представена от сравнително еднообразни дебелопластови до масивни тъмозелени бомбени (на места блокови) туфи. Подложката ѝ не се разкрива. С рязка литоложка граница над нея лежи Драчевската свита. Дебелината ѝ е до 900 m. **Драчевската свита** (Петрова и др., 1980; Бакалова и др., 1982) преходжа от Писменовската и латерално се съчленява с Тънковската. Тя включва една монотонна серия от дебелопластови и масивни бомбени туфи, с отделни пачки от средно- и тънкопластови лапилни и разнорънсти пепелни туфи. Дебелината ѝ е над 1800 m.

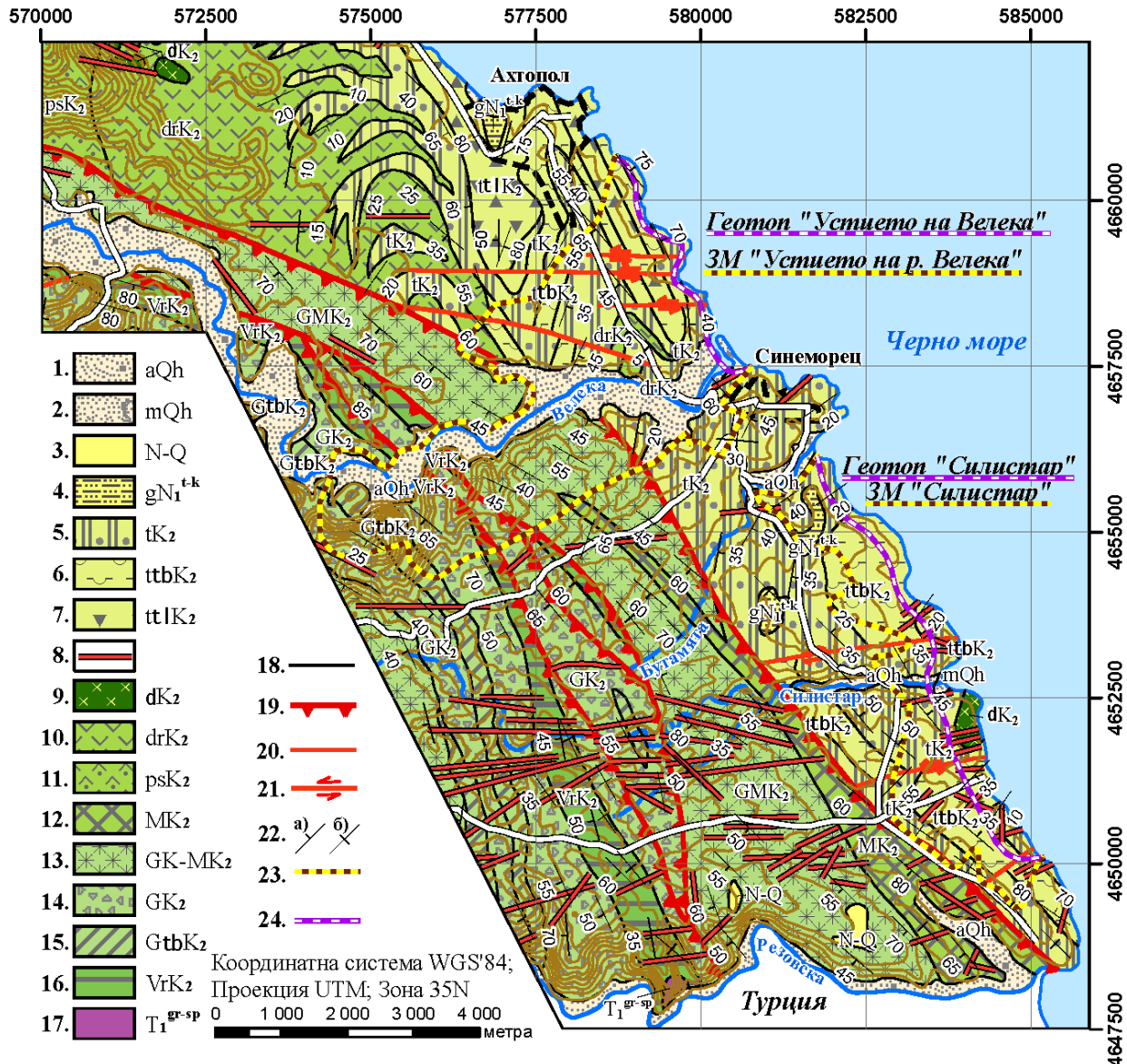
Към Мичуринската група се включват и всички дайкови скали (субвулкански и постинтрузивни), разкриващи се в района, както и двата интрузива – Папийският и Силистарският. Първият се разкрива в СЗ край на района и включва три тела, считани за апофизи на един по-голям плутон с габродиоритов до диоритов състав. Вторият се разкрива на брега на морето южно от р. Силистар. Съставът му е аналогичен – диорити и кварцдиорити.

Бургаската група (Петрова и др., 1980; Петрова, Симеонов, 1989) се характеризира с това, че нейните магмени продукти принадлежат към серията на висококалциевите алкални скали. В района тя е представена само от **Тънковската свита** (Петрова и др., 1980; Бакалова и др., 1982), включваща туфи, туфити, пясъчници, алевролити,

глинести варовици, разливи и силове от алкални трахити и алкални базалтоиди. Тънковската свита лежи върху Драчевската свита на Мичуринската група, като в долните си части латерално се съчленява с нея. Покрива се трансгресивно и дискордантно от неогенски морски седименти на Кримо-Кавказкия басейн (Галатската свита). Дебелината ѝ е около 3000 m. Процепена е от множество дайки и субвулкански тела с аналогичен състав, както и от диоритите на Силистарския плутон. Разкрива се като ивица, широка 2 – 2,5 km покрай морския бряг, между

Ахтопол и Резово. Най-представителните ѝ разкрития се намират в защитената територия на геотопа "Силистар".

Неогенските седименти са представени от *Галатската свита* (Попов, Коюмджиева, 1987), която включва пясъчници, оолитни варовици, детритусни варовици и глини. Рядко се наблюдават и лещи от конгломерати. Дебелината ѝ е до 70 m. Възрастта ѝ (Тархан-Конк) е определена с многобройна фауна (Гочев, 1935; Страшимиров, 1961; Коюмджиева, Попов, 1985 и др.). Свитата се разкрива под формата на три малки петна южно от с. Синеморец и западно от Ахтопол.



Фиг. 2. Геоложка карта на района на геотопите (по Петрова и др., 1992, с изменения и допълнения от Желев, 2006a)

Кватернер (1-2): 1 – алувиални наслаги (чакъли, пясъци, глини); 2 – съвременни морски отложения (плажни пясъци); Неоген-Кватернер: 3 – неразчленени теригенни седименти (чакъли); Неоген (Тархан-Конк): 4 – Галатска свита (пясъчници, варовици, глини); Горна Креда (5-16): Бургаска група (5-7 – Тънковска свита): 5 – туфи, туфити, пясъчници, алевролити, глинести варовици; 6 – алкални трахити – разливи и силове; 7 – алкални базалтоиди – разливи и силове; Мичуринска група (8-11): 8 – дайков комплекс (андезити, трахиандезити, латити, спесартити, диоритови порфирити и др.); 9 – диорити, габродиорити и гранодиорити; 10 – Драчевска свита (туфи); 11 – Писменовска свита (туфи); 12 – неопделена Мичуринска група (туфи); 13 – Грудовско-Мичуринска група (вулканоседиментни брекчи, туфи, туфити, пясъчници, варовици, алкални трахити, алкални базалтоиди, дацити, риодацити); 14-15 – Грудовска група: 14 – вулканоседиментни брекчи, туфи, туфити, пясъчници и варовици; 15 – алкални трахити и алкални базалтоиди – разливи и силове; 16 – Вършиловска група (брекчоконгломерати, пясъчници, алевролити, мергели, варовици, силицити, въглищни прослойки); Долен Триас (Грийнсбах-Спат – Странджански фациален тип): 17 – Грахиловска подгрупа на Босненската група (задруга на силикатните филити и мраморизирани варовици); 18 – геоложка граница; 19 – разсед; 20 – възсед-навлак; 21 – отсед; 22 – ориентировка на слоестостта (а – нормална; б – вертикална); граници на защитените местности "Устието на р. Велека" и "Силистар" (23) и едноименните геотопи (24)

Западно от с. Резово, високо в левия бряг на р. Резовска, са установени две разкрития от чакъли. Дебелината им е около 5 m. Условно те се отнасят към Плио-Плейстоцена (Петрова и др., 1992).

Към *Кватернера (Холоцена)* се отнасят алувиалните наслаги (чакъли, пясъци и глини) от руслото и заливните тераси на реките Велека, Резовска и Силистар, както и плажните пясъци при устието на р. Велека и р. Силистар.

Тектоника

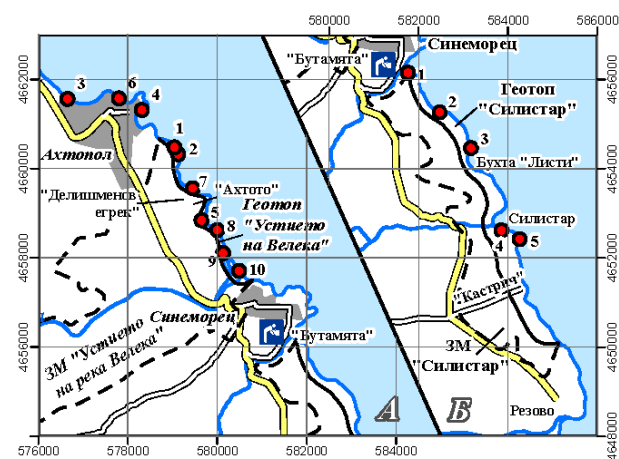
Геотопите "Устието на река Велека" и "Силистар" се намират в южната проксимална част на Ахтополския палеовулкан (Попов и др., 1993), който принадлежи на Средногорската зона. В ЮЗ част на района попада малък фрагмент от Странджанския австрийски навлак, включващ триаските скали. Къснокредните структури са наложени върху него и имат тектономагматичен характер. Маркират се главно от вулкански или вулcano-плутонични постройки (Папийска, Ахтополска, Силистарска). Разломните нарушения се бележат от дайки и субвулкански тела, като мнозинството от тях са реактивирани през ларамийско-илирския етап. В резултат се образува възседен сноп, включващ няколко разлома с посока ССЗ-ЮЮИ - Писменовски, Бродиловски и Резовски възсед (от изток на запад). Установени са и няколко гънки - Бродиловска антиклинала, Габърска синклинала, Ликуряшка антиклинала и Ликуряшка синклинала (Василев, Димитров, 2003). Разломите са с ИСИ вергентност и създават блоков строеж със стъпаловиден характер.

Кратка характеристика на геотопите и геоложките маршрути

Геотопът "Устието на река Велека" включва част от крайбрежната ивица между Ахтопол и Синеморец, в която могат да се наблюдават разнофациалните продукти на Папийския и Ахтополския палеовулкан (лавови потоци от базалти, пилоу-лави от алкални трахити, хиалокластити, еруптивни брекчи, дайки и силове, туфи, туфити и пр.), разместени на места от разломи. В южния край на геотопа, при устието на р. Велека, се намира изключително красива пясъчна коса. Според оригиналната българска методика за оценка на геоложки феномени (Синьовски и др., 2002), по отношение на естетическата и научната си стойност геотопът се отнася към обектите с континентално значение.

Геотопът "Силистар" включва част от крайбрежната ивица между с. Синеморец и с. Резово, която представлява стръмен скален откос, в който могат да се наблюдават непрекъснати разкрития от разреза на Горната Креда, включващ вулкански и вулcano-седиментни скали, процепени от Силистарския интрузив, нарушени от разломи и орудени на места с медна минерализация, описана детайлно от Nakov et al. (2002). Ландшафтът е изключително красив, с няколко малки залива с плажове, стръмни фиордообразни заливи и специфична преходно-средиземноморска растителност. Според методиката за оценка на геоложки феномени, по отношение на естетическата си стойност, геотопът се отнася към обектите с регионално значение, а по отношение на научната си стойност – към обектите с континентално значение.

В рамките на двата геотопа, със съдействието на Дирекция "Природен парк Странджа" и Изпълнителната агенция по горите към Министерския съвет, са разработени два геоложки маршрута, проследяващи вулканогенно-седиментната последователност на Тънковската свита, многобройните дайки и субвулкански тела, които я пресичат, както и Силистарския плутон. Маршрутите са маркирани с общо 27 номерирани информационни табла, показващи различни аспекти на впечатляващите геоложки феномени в района. Следващите редове имат за цел да опишат най-характерните обекти в рамките на двата маршрута (фиг. 3).



Фиг. 3. Местоположениена най-характерните разкрития от геоложките маршрути в рамките на двата геотопа

Маршрут 1

Започва от южния край на Ахтополския залив (района на бившето военно поделение) и завършва при устието на р. Велека. Дължината му е 5 km и за преминаването му са необходими 3 часа.

Най-често срещаната гледка по маршрута са изправените пластове от редуващи се трахитови лавови потоци и туфи с генерална посока ССЗ-ЮЮИ (фиг. 3А, т. 1; табл. I, сн. 1, 2). Трахитите са сивкави до червеникави на цвят и изграждат компетентните пластове в редуването. Туфите са зеленикави до сивкави, финозърнести. Непрекъснати разкрития на този феномен се наблюдават в първите 2 km.

В няколко разкрития могат да бъдат наблюдавани характерните за вулканогенно-седиментните комплекси сферично ("луковично") и шуплесто изветряне. "Луковичното" изветряне (табл. I, сн. 3) е най-добре изразено по пластови повърхнини при изправени или стръмно наклонени трахитови лавови потоци. Освен в рамките на маршрута (фиг. 3А, т. 2), отлични разкрития на този тип изветряне могат да се наблюдават и в северния край на Ахтополския плаж (фиг. 3А, т. 3), както и при вълнолома в северния край на Ахтополския залив (фиг. 3А, т. 4). Разкритията, показващи сферично изветряне, се намират в южната част на маршрута, южно от местността "Ахтото" (фиг. 3А, т. 5; табл. I, сн. 5) и непосредствено до устието на р. Велека (фиг. 3А, т. 10; табл. II, сн. 3), а шуплесто изветряне (табл. I, сн. 4) може да бъде наблюдавано освен в споменатата местност, също така и в стръмните откоси в северната част на гр. Ахтопол, западно от бившето гръцко училище (фиг. 3А, т. 6).

Едни от най-атрактивните геоложки феномени по маршрута са свързани с продуктите на вулканизма - пилоу-лави, еруптивни брекчи и вулкански бомби. Най-представителните разкрития на пилоу-лави се намират северно от местността "Делишменов егрек" (фиг. 3А, т. 7; табл. I, сн. 6, 7), където могат да се наблюдават светлорозови до виолетови кръгли или елипсовидни в напречен разрез лавови тела с трахитов състав, най-често със сплесната долна и изпъкнала горна повърхност. Известни са под различни имена – "сферични", "кълбовидни", "грудковидни", "хлебовидни", "възглавничести" лави (Макдоналд, 1975), като най-широка популярност има последният термин в английския му вариант (pillow-lavas). Размерите им варират от няколко см до няколко м. Вулкански (еруптивни) брекчи (табл. I, сн. 8) се разкриват под формата на елипсовидно тяло в местността "Делишменов егрек" (фиг. 3А, т. 7). То е изградено предимно от трахитови късове, но участват и туфи и мергели. Спайката представлява разноръжен тув без сортировка, с аналогичен състав. Вулкански бомби (табл. I, сн. 9, 10) от трахити могат да се наблюдават южно от местността "Ахто" (фиг. 3А, т. 8). Банушев (2002) установява различие в химизма на пилоу-лавите и придружаващите ги хиалокластити, което обяснява с хидратация на вулканското стъкло и последвалата го палагонитизация, съпроводена с изнасянето на част от алкалните компоненти.

Предвид сложната тектонска картина, характерна за Средногорската зона, типично за маршрута е наличието на разломни нарушения. Те могат да се наблюдават в няколко разкрития северно от местността "Делишменов егрек", както и непосредствено на север от устието на р. Велека. В първия случай (табл. II, сн. 4, 5) виждаме вертикалните пластовете от редуващи се трахити и туфи, разместени от напречни разломи с отседен характер, чиято амплитуда е от няколко см до няколко десетки см. Във втория случай (фиг. 3А, т. 10; табл. II, сн. 6) наблюдаваме широка около 15 m разломна зона, маркирана от тектонска брекча, тектонска глина и субвертикални трахитови дайки.

В естетически план изпъкват многобройните фиордообразни заливчета (табл. II, сн. 2), както и впечатляващата пясъчна коса, отделяща лимана (табл. II, сн. 7) при устието на р. Велека.

Маршрут 2

Началото му е в южния край на плажа "Бутамята", южно от с. Синеморец. Завършва на 300 m южно от залива Силистар, като дължината му е 6,5 km и за преминаването му са необходими 4 часа. Първият феномен по маршрута е вертикална трахитова дайка при устието на р. Бутамята в южния край на едноименния плаж (фиг. 3Б, т. 1; табл. II, сн. 8). Дебелината ѝ е 6-7 m, височината – 4-5 m, а посоката – И-З. Благодарение на устойчивостта на трахитите на ерозионните процеси, в сравнение с вместиращите я скали, дайката оформя причудлива скална греда. В непосредствена близост до нея, в южния край на плажа, се наблюдават полегато потъващи на ЮИ пластовете от редуващи се седиментни и вулканогенно-седиментни скали.

Южно от плаж "Липите", в живописен клифов участък, се разкриват лавови потоци от пилоу-лави с трахитов състав (фиг. 3Б, т. 2; табл. III, сн. 1-3). В разкритието могат да се наблюдават и взаимоотношенията на лавите с разположените върху тях масивни трахити, а непосредствено на югоизток се разкриват експлозивни брекчи с късове от черно вулканско стъкло (табл. III, сн. 4, 5), включващо едри плагиоклазови кристали.

Много впечатляващ геоложки феномен - призматична напуканост, може да бъде наблюдаван северно и южно от "Разделената канара" (до средата на бухта "Листи"). Призмите са субвертикални, субхоризонтални и ветриловидни, и са свързани със застиването на малко субвулканско тяло или нек с трахитов състав (фиг. 3Б, т. 3; табл. III, сн. 6, 7).

Високата естетическа стойност на геотопа се подсилва от многобройните фиордообразни заливчета, редуващи се с малки живописни плажове - картина, която се наблюдава по целия маршрут до залива "Силистар". В южния му край, в хидротермално променени туфи, се вижда медна (малахитова) минерализация (фиг. 3Б, т. 4; табл. III, сн. 8), свързана с намиращия се непосредствено на юг Силистарски плутон, описан детайлно от Маляков и Белмустакова (1999) и Nakovetal (2002). Той се разкрива на неголяма площ южно от р. Силистар и досега не е включван в геоложки маршрут. В изграждащите го светли дребнозърнести диорити и кварцдиорити (фиг. 3Б, т. 5; табл. III, сн. 9, 10) могат да се наблюдават протоматмени структури (слоеве на течение, плоскостен паралелизъм, минерална линейност, първична напуканост, маркирана от жилни скали и др.), както и прожилково-впръсната медно-пиритна минерализация.

Заклучение

Геотопите "Устието на Велека" и "Силистар" са с висока естетическа, научна, образователна и изследователска стойност. Изключително красивата природа (море, малки заливи с прекрасни плажове, гора с ендемична растителност, красиво изваяни от абразията скални образувания и пр.) се съчетава и с уникални по своята разкритост и характер скали. Разрезът дава възможност да се видят и изучат разнофациалните продукти на вулканоплутоничните постройки (ефузивен, пирокластичен, субвулкански и интрузивен фациес). В този смисъл двата геотопомогат да се включат в уникален геопарк по палеовулканология, обхващащ крайбрежието от Бургас до Резово. Защитата им не представлява проблем, тъй като те попадат в рамките на защитени местности от природен парк "Странджа". Необходимо е само популяризирането им чрез допълнителни обяснителни табели, брошури и геопътеки.

Литература

- Бакалова, Д., Л. Додекова, Х. Чемберски. 1982. Списък на имената на седиментните и седиментно-вулканогенните литостратиграфски единици, въведени в България. - *Сп. Бълг. геол. д-во*, 43, 1, 102-112.
- Банушев, Б. 2002. Нови данни за горнокредните субаквални вулкани от южното черноморско крайбрежие. - *Минно дело и геология*, 7-8, 34-40.

- Василев, Е., И. Димитров. 2003. Алпийски деформации на горнокредните скали от Източното Средногорие, между р. Резовска и селата Вършило и Зидарово (ЮИ България). – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 64, 1-3, 85-97.
- Гочев, П. 1935. Находка на средномiocенски наслаги югоизточно от Бургас. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 7, 3, 253-255.
- Желев, В. 2006а. Геоложки феномени – Силистар. – *Геология и минерални ресурси*, 5, 2-9.
- Желев, В. 2006б. Геоложки феномени – Устието на река Велека. – *Геология и минерални ресурси*, 6, 4-11.
- Коюмджиева, Е., Н. Попов. 1985. Объем и подразделение караганского яруса (средний миоцен) Восточного Паратетиса. – *Geol. Balc.*, 15, 1, 75-82.
- Макдоналд, Г. 1975. *Вулканы*. М., „Мир“, 430 с.
- Маяков, Й., Х. Белмустакова. 1999. Петроложки и структурни особености на Силистарския плутон, Югоизточна Странджа планина. – *Геохимия, минералогия и петрология*, 36, 29-44.
- Петрова, А., Е. Василев, Л. Михайлова, А. Симеонов, Е. Челебиев. 1980. Литостратиграфия части верхнего мела в Бургаском районе. – *Geol. Balc.*, 10, 4, 23-67.
- Петрова, А., Х. Дабовски, С. Савов, Г. Чаталов. 1992. *Геоложка карта на България в М 1:100000 (картен лист Царево, н. Силистар, Малко Търново, Резово)*. – КГМР, ПГПГК.
- Петрова, А., Х. Дабовски, Л. Михайлова, С. Савов, Г. Чаталов. 1995. *Обяснителна записка към геоложката карта на България в М 1:100000 (картен лист Царево, н. Силистар, Малко Търново, Резово)*. – КГМР, „Геология и геофизика“ АД, 67 с.
- Петрова, А., А. Симеонов. 1989. Нови данни за литостратиграфията на горната креда в Източното Средногорие. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 50, 3, 6-14.
- Попов, П., В. Ковачев, С. Страшимиров, В. Желев, Р. Арнаудова, Б. Банушев, П. Ставрев, Р. Радичев. 1993. Геология и металогения на Бургаския руден район. – *Трудове на МГУ*, 1; 93 с., с 1 карта в М 1:200 000.
- Попов, Н., Е. Коюмджиева. 1987. Миоценът в Североизточна България (литостратиграфска подялба и геолошко значение). – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 48, 3, 15-33.
- Синьовски, Д., В. Желев, М. Антонов, С. Джуранов, З. Илиев, Д. Вангелов, Г. Айданлийски, П. Петров, Х. Василев. 2002. Метод за оценка на геоложки феномени. – *II Международна конференция SGEM, Варна*, 25-33.
- Страшимиров, Б. 1961. Нови данни за наличието на среден миоцен южно от гр. Бургас. – *Год. ВМГИ*, 7, 37-45.
- Nakov, R., T. Kerestedjian, A. Kunov. 2002. The Silistar Intrusive, Eastern Srednogie zone, Bulgaria: Structural data and potential for porphyry-copper and epithermal systems. – *Turkish J. Earth Sci.*, 11, 217-229.

ТАБЛИЦА I (маршрут 1)

- 1, 2 – вертикални пластове отредуващи се трахитови лавови потоци и туфи южно от Ахтополския залив;
- 3 – “луковично” изветряне в трахитов лавов поток на 700 m южно от Ахтополския залив;
- 4 – шуплесто изветряне в трахитови туфи в местността “Ахтото”;
- 5 – сферично изветряне в трахитов лавов поток южно от местността “Ахтото”;
- 6, 7 – пилоу-лави и хиалокластити северно от местността “Делишменов егрек”: 6 – общ изглед на разкритието (поглед от югоизток), 7 – детайл;
- 8 – еруптивни брекчи в местността “Делишменов егрек”;
- 9, 10 – вулкански бомби от трахити в бомбени туфи южно от местността “Ахтото”

ТАБЛИЦА II (маршрут 1 – продължение и маршрут 2 - начало)

- 1 – наклонени на СИ пластове от редуващи се седиментни и вулканогенно-седиментни скали на 300 m С от устието на р. Велека;
- 2 – фиорд, образуван по пачка от вертикални некомпетентни пластове в местността “Делишменов егрек”;
- 3 – сферично изветряне в наклонени на СИ пластове от базалтоидни туфи при устието на р. Велека;
- 4, 5 – разломни нарушения с отседен характер, размествящи вертикални пластове от редуващи се трахитови лави и туфи северно от местността “Делишменов егрек”;
- 6 – разломна зона северно от устието на р. Велека;
- 7 – пясъчна коса и лиман при устието на р. Велека;
- 8 – вертикална трахитова дайка с посока И-З при устието на р. Бутамята южно от с. Синеморец;
- 9 – наклонени на ЮИ пластове от редуващи се седиментни и вулканогенно-седиментни скали в южния край на плаж “Бутамята”

ТАБЛИЦА III (маршрут 2 – продължение)

- 1, 2 – панорамни снимки на трахитови пилоу-лави и масивни трахити южно от плаж “Липите”;
- 3 – детайл от лавов поток от пилоу-лави южно от плаж “Липите”;
- 4 – скална гъба от експлозивна брекча с късове от черно вулканско стъкло (хиалокластит) югоизточно от лавовия поток;
- 5 – къс от черно вулканско стъкло, съдържащедри плагиоклазови кристали в същото разкритие;
- 6, 7 – призматична напуканост в трахитово субвулканско тяло (нек) южно от “Разделената канара”;
- 8 – медна минерализация (малахит) по пукнатини в хидротермално променени туфи в южния край на залива “Силистар”;
- 9, 10 – дребнозърнести диорити от Силистарския плутон на 300 m южно от залива “Силистар”, в които се наблюдават ясно изразени пукнатини с посока ССИ-ЮЮЗ (сн. 10)

ТАБЛИЦА I



ТАБЛИЦА II



ТАБЛИЦА III

