

Геопарк „Побити Камъни“ (Проект)

Димитър Синьовски



София 2023

Въведение

Геоложкият феномен „Побити камъни“ („Варненски колони“, „Варненски рифове“) е уникално природно образувание, което е обект на научен дебат от близо 200 години. Варненските колони, наречени от проф. Иван Начев водораслови биохерми, представляват величествени варовикови стълбове с естествен произход. Тези морски биогенни структури са образувани през Еоценската епоха преди около 50 милиона години в плитко тропическо море, покривало територията на Северна България (фиг. 1). В източната му част морските течения са оголили твърдото карбонатно дъно и са създали условия за образуване на пръстеновидни миниатоли. Това се дължи на способността на водораслите да образуват микрозърнест калцит и да строят рифове по известните механизми за изграждане на рифове в природата. Вертикалното нарастване на пръстеновидните атоли е отговор на натрупването на пясък около тях в стремежа им да се задържат на повърхността. По този начин кръглите миниатоли са нараствали и са образували колони с карбонатна външна стена и куха вътрешна зона с изобилие от еоценски морски организми (строматолити, нумулити, дискоциклини и малки фораминифери). Подобни актуални процеси, с които много точно се обяснява тяхното образуване, протичат в залива на акулите в Австралия.



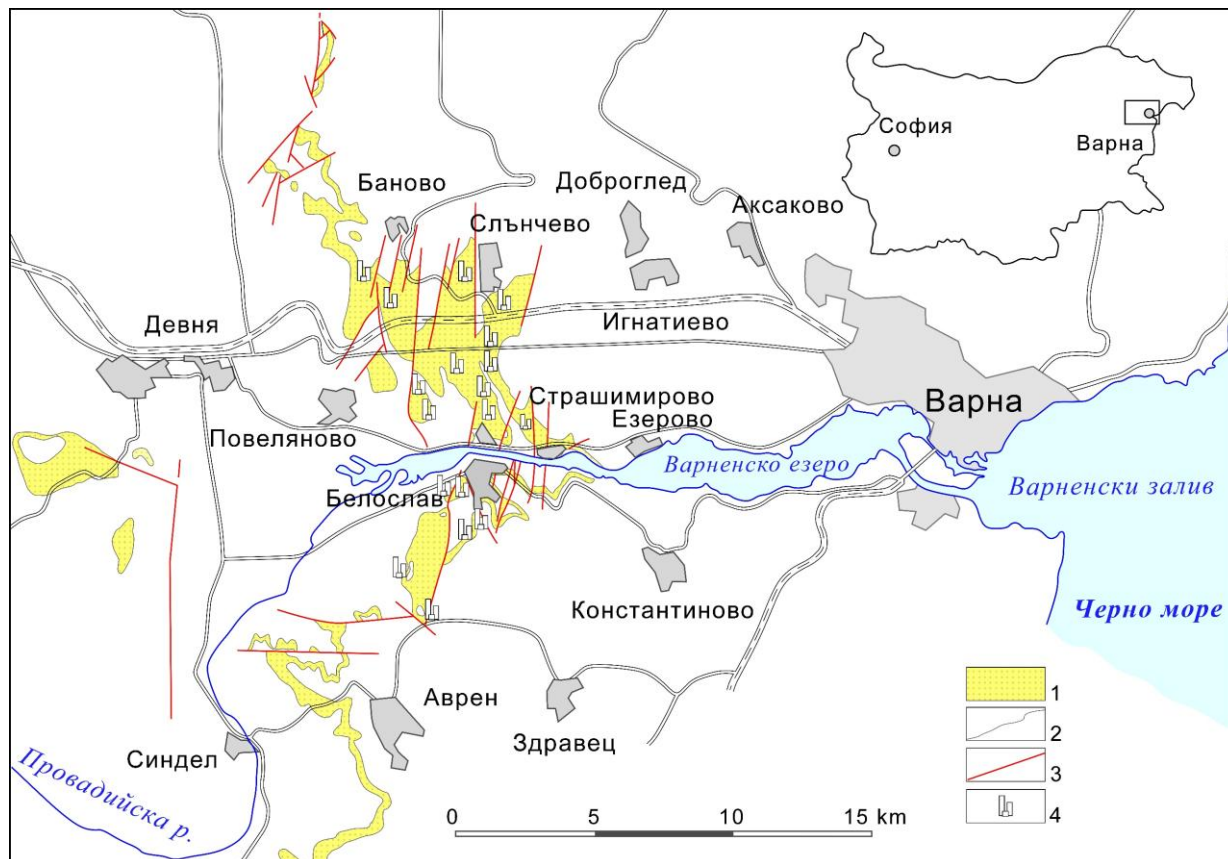
Фигура 1. Палеогеографска обстановка през Ипреския век: районът на „Побитите камъни“ се е намирал в плитко епиконтинентално море, на дъното на което са съществували условия за зараждане и развитие на водораслови биохерми; на СЗ от района е била бреговата линия на Разградската суша, а на юг е бил разположен по-дълбок морски басейн (Кула-Обзорската депресия).

„Побитите камъни“ са известни с различни имена – „Дикилিতаш“, „стоящи камъни“, „каменна гора“, „водораслови биохерми“, „карбонатни комини“, „тръбни пясъчникови конкреции“, „Варненски колони“, „Варненски рифове“ и др. Те се разкриват в 18 геотопи (16 естествени и 2 изкуствени) на обща площ от 253 хектара, разположени на 20 km западно от Варна в околностите на гр. Белослав и селата Страшимирово, Слънчево и Баново (фиг. 2,3).

Геоложка обстановка

Преди да разгледаме генезиса на Побитите камъни, ще се съсредоточим върху геоложката структура на района. В геолошко отношение районът попада във Варненската депресия, известна още като Варненска моноклинала. Тя е част от Мизийската платформа, представляваща следюрския структурен план. Наклонът на пластовете във Варненската моноклинала е 5–10° на изток. Районът се характеризира с отлични разкрития и добра геоложка изученост. Идентифицирани са редица

разломи, фосилизирани от кватернерни отложения. Варненската депресия е изградена от няколко палеогенски единици, които са разкрити по южния склон на Варненското плато и северния склон на Авренското плато. Това са Комаревската, Белославската, Дикиллиташката, Аладънската и Авренската свита, принадлежащи към Танетския, Ипреския и Лютеския етаж на Палеогенската система доказани с нумулити (Аладжова-Хрисчева, 1990). Те покриват трансгресивно горнокредни и долнокредни теригенно-карбонатни скали (фиг. 4).



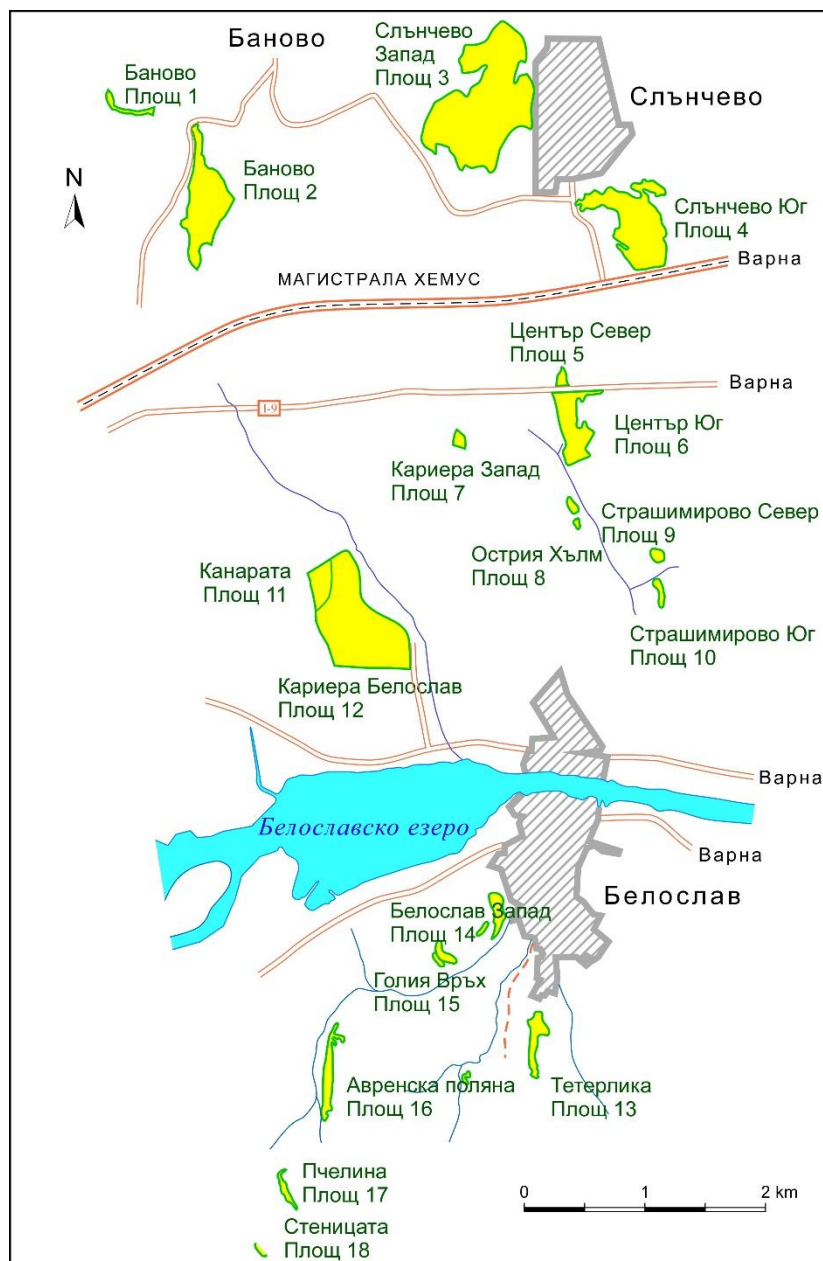
Фигура 2. Скица за разпространението на колоните и вместващите Дикиллиташки пясъци във Варненско: 1, Дикиллиташка свита (Еоцен); 2, Литоложка граница; 3, Разлом; 4, Геотопи с разкрития на Варненските колони.

Комаревската свита (Дачев, 1975) лежи трансгресивно върху горнокредните единици с кампан-маастрихтска възраст и се покрива трансгресивно от пясъчниците на Белославската свита. Тя е представена от няколко метра литотамниевии варовици със средно-къснопалеоценска възраст.

Белославската свита (Аладжова-Хрисчева, 1984) е изградена от жълтеникави глинести пясъчници с прослойки от варовити пясъчници и песъчливи мергели принадлежащи към Горния Илердски подетаж на Долния Еоцен. Тези скали лежат в основата на съдържащите Варненските колони пясъци на Дикиллиташката свита. Долната граница с литотамниевите варовици на Комаревската свита е несъгласна, а горната граница с Дикиллиташката свита е преход от глинести към кварцови пясъци. Дебелината на единицата в Авренското плато около гр. Белослав е 52 m, но във Варненското плато е по-малка от 25 m.

Дикиллиташката свита („Дикиллиташки пясъчници“ Гочев, 1933) е съставена от белезникави кварцови пясъци, алеврити и пясъчници с прослойки от нумулитни варовици и водораслови варовици, които образуват вертикални колони. Аладжова-Хрисчева (1984) отнася тези находища към Долен-Среден Кюизки подетаж на Долния Еоцен. Горната граница е бърз литоложки преход към песъчливите варовици на Аладънската свита или рязка литоложка граница с мергелите на Авренската свита. Фосилното съдържание е главно от нумулитиди, но се срещат и анелиди,

бивалвии и рядко главоноги (наутилуси). Лектостратотипът е разположен в югозападния край на град Белослав, където дебелината е 42 m. Дикилитацката свита се разкрива широко на север от Белославското езеро и по-ограничено на юг от него, между гр. Белослав и река Камчия.

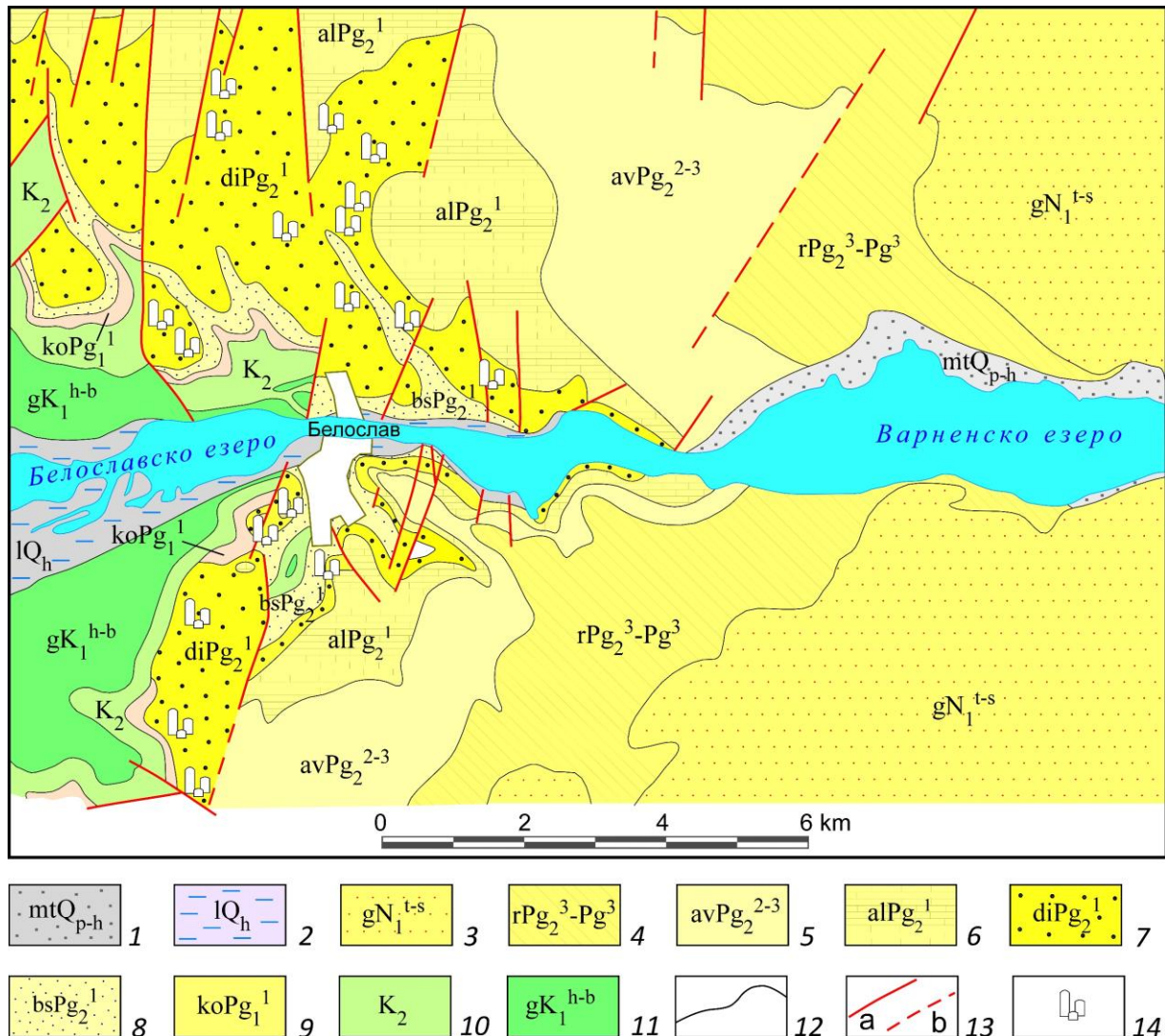


Фигура 3. Схематична карта на геотопите с разкритията на Варненските колони

Аладънската свита („Аладънски варовиков хоризонт“ Гочев, 1933) е съставена от здрави бели биокластични нумулитни варовици. Долната граница е преход между песъчливия варовик на Дикилитацката свита към сиво-синкави мергели. Горната е бърз литоложки преход към мергелите на Авренската свита. Дебелината на единицата варира между 10-15 m в стратотипа, 16-25 m в Добруджа и 3-4 m в Провадийското плато. Тя се разпростира широко на юг и на север от Белославското езеро (фиг. 3). Съдържанието на фосили е изобилно – главно големи фораминифери, бивалвии, брахиоподи и ехиниди. Аладжова-Хрисчева (1984) отнася тези варовици към Среднокюзийския подетаж на Долния Еоцен.

Авренската свита („Авренски мергели“, Гочев, 1933) е съставена от светлосиви и сиво-жълти мергели с прослойки от песъчливи и алевроитови мергели, алевролити, пясъчници, гравелити и конгломератни лещи. Долната граница е бърз преход от варовиците на Аладънската свита или пясъчниците на Дикилитацката свита. Горната граница е литоложки преход към манганоносните

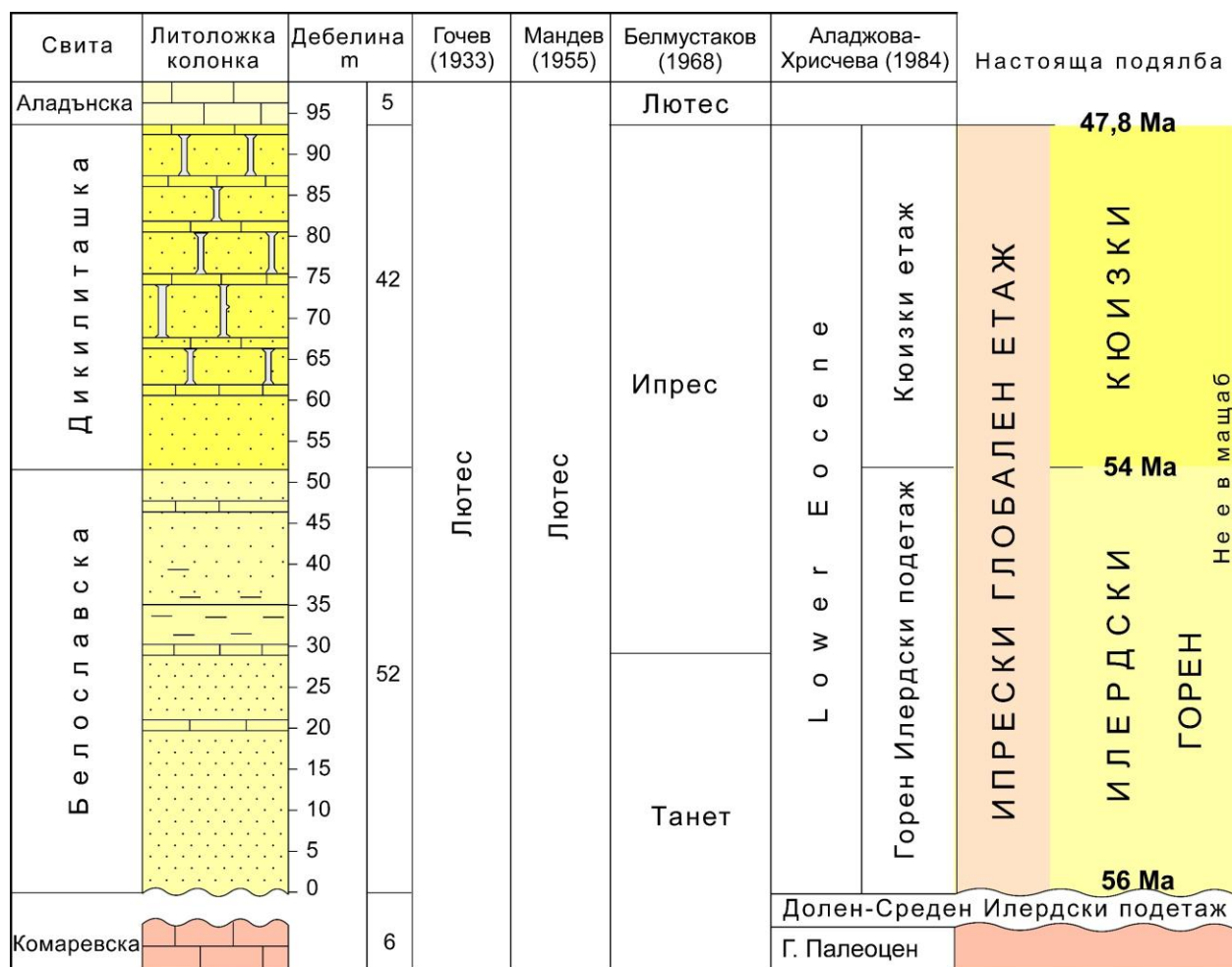
пясъчници и глини на Русларската свита. Тя се разкрива югозападно и североизточно от Белослав (фиг. 4). Фосилното съдържание е предимно от малки фораминифери и нанопланктон, определящи широк стратиграфски диапазон от Долния до Горния Еоцен.



Фигура 4. Геоложка карта на района в мащаб 1:100 000 (по Чешитев и др., 1992 с изменения и допълнения): **1**, Съвременни морски формации (нимфейска и новочерноморска тераса) (Холоцен): плажни пясъци и торф; **2**, Езерно-блатни отложения (Холоцен): пясъци, глини, торф; **3**, Галатска свита (Тархан-Сармат): пясъци с глинести прослойки, пясъчници и редки конгломерати; **4**, Русларска свита (Горен Еоцен-Олигоцен): глини, глинести алевролити и пясъчници с манганови проявявания; **5**, Авренска свита (Еоцен): мергели с тънки прослойки от пясъчници; **6**, Аладънска свита (Долен Еоцен, Среден Кюиз): биокластични нумулитови варовици; **7**, Дикилиташка свита (Долен Еоцен, Долен-Среден Кюиз): кварцови пясъци и пясъчници с водораслови биохерми и нумулитни варовикови пластове; **8**, Белославска свита (Долен Еоцен, Горен Илерд) – глинести пясъци с тънки прослойки от варовикови пясъчници, пясъчливи глини и мергели; **9**, Комаревска свита (Среден-Горен Палеоцен): пясъчливо-алевритови литотамниевы варовици; **10**, Могилска, Добриндолска, Венчанска, Шуменска и Мездренска свита (Турон - Маастрихт): пясъчници, глауконитни пясъчници и варовици, биокластични варовици, пишеща креда; **11**, Горнооряховска свита (Хотрив - Барем): мергели с редки пясъчникови пластове; **12**, литоложка граница; **13**, разломи: a – установени, b – предполагаеми; **14**, геотопи.

Като цяло, в площите с колони се присъстват три от гореспоменатите литостратиграфски единици: Дикилиташката свита, съдържаща колоните, подстилящата Белославска свита и покриващата я Аладънска свита. Въз основа на големи фораминифери, те са отнесени към Лютеския и Ипреския етаж на Долния Еоцен от различни автори (фиг. 5). Аладжова-Хрисчева (1984) поделва стратиграфския интервал на Белославската и Дикилиташката свита съответно на Илердски и Кюизки

локални подетажи на Ипреския глобален етаж. Според това подразделяне Варненските колони попадат в Кюизкия локален етаж, обхващащ времето между 54 и 47,8 милиона години.



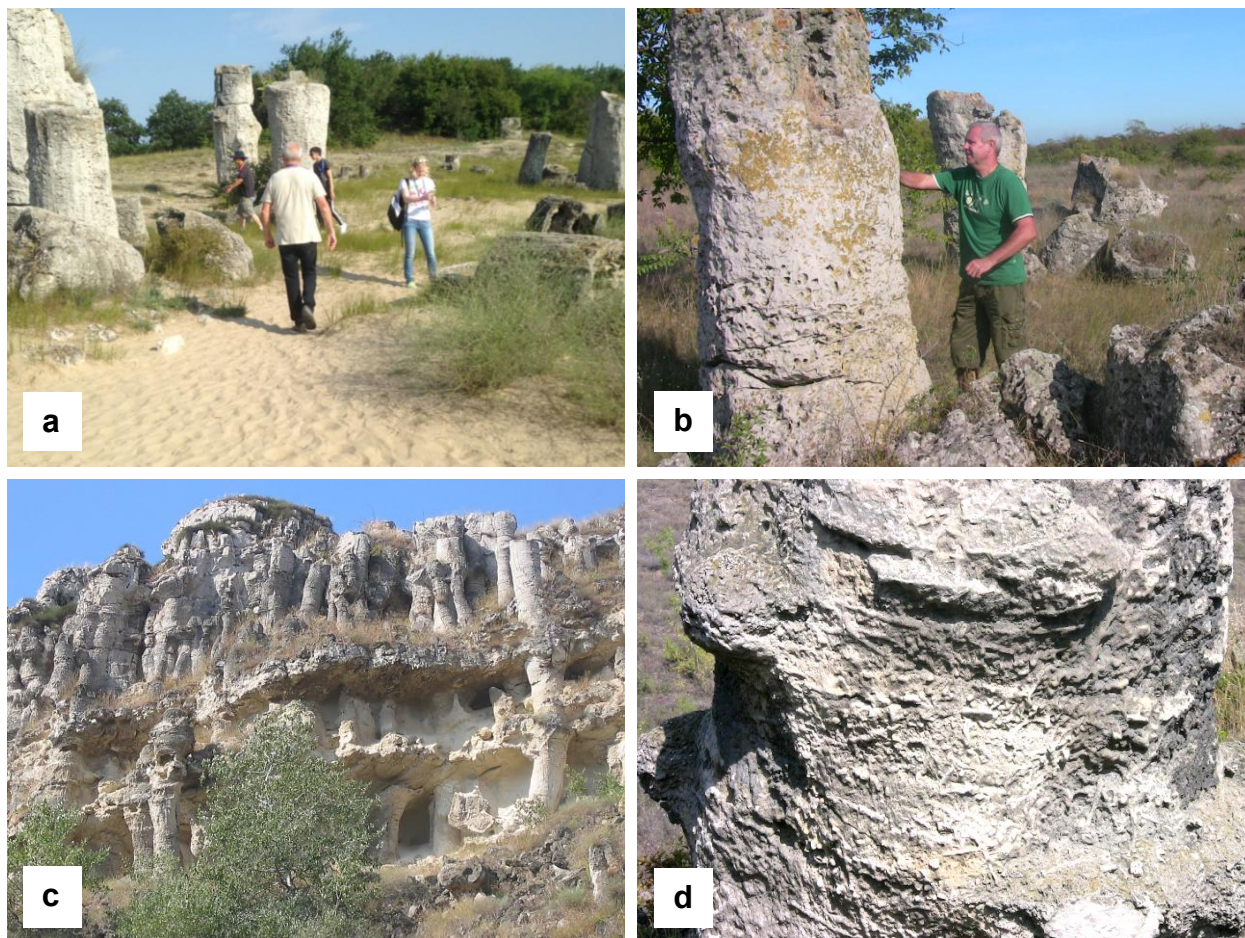
Фигура 5. Стратиграфска колонка, представяща еволюцията на познанията за възрастта на Варненските колони в Дикилиташката свита и подстилащите и покриващите я седименти, базирана на големи фораминифери.

Концепция за Варненските колони

Варненските колони са впечатляващо, мащабно природно чудо, уникален геоложки феномен, който предизвиква любопитство и възхищение. Те се срещат в естествени разкрития и пясъчни кариери. Естествените разкрития се намират в горски поляни или полета с каменисто-песъчлив ландшафт, където има единични колони и рядко групи от колони (фиг. 6а). Поради естественото изветряне колоните са с намалена височина. Те имат ерозирали повърхности с много вторични характеристики: ребра, канали, пукнатини и пролуки отвътре, разкрити в почти всички 16 естествени геотопи, например Център Север, Център Юг и др. (фиг. 6б). С малки изключения колоните нямат основа, покритие и други първични диагностични характеристики. Кариерите, разработени между 1960 и 1980 г. оставят песъчливо-каменист ландшафт. Те разкриват пет нива от колони с първични диагностични характеристики: плътно дъно, пълна височина, запазени външни контакти, разширения („капители“) в основата и на върха, нодули, строматолитни структури, следи от фосили и онкоиди (фиг. 6с,д). В кариера „Запад“ след добива на пясък са останали над 20 издадени рифа с пълна височина до 5 m и диаметър от 2 до 6 m, с видими твърди основи, строматолити, следи от фосили и покривки от нумулитни варовикови пластове.

В кариера „Белослав“ е запазено изкуствено разкритие с дължина един километър от бели пясъци и алеврити, съдържащо четири нива предимно от единични рифове (колони) с обща

височина 25 m. Те са с височина 3-10 m и диаметър 0,2-8 m, с разширения („тумули“), строматолити, следи от фосили и пещерни пластове - варовици с дебелина от 0,1-1 m до 5 m за покривката на 4-то ниво. Големият брой от естествени и изкуствени разкрития предоставя надеждни данни за състава, морфологията, първичните характеристики и природата на колоните с доказателства за техния биогенен произход от рифов тип (Начев et al., 1986a,b).



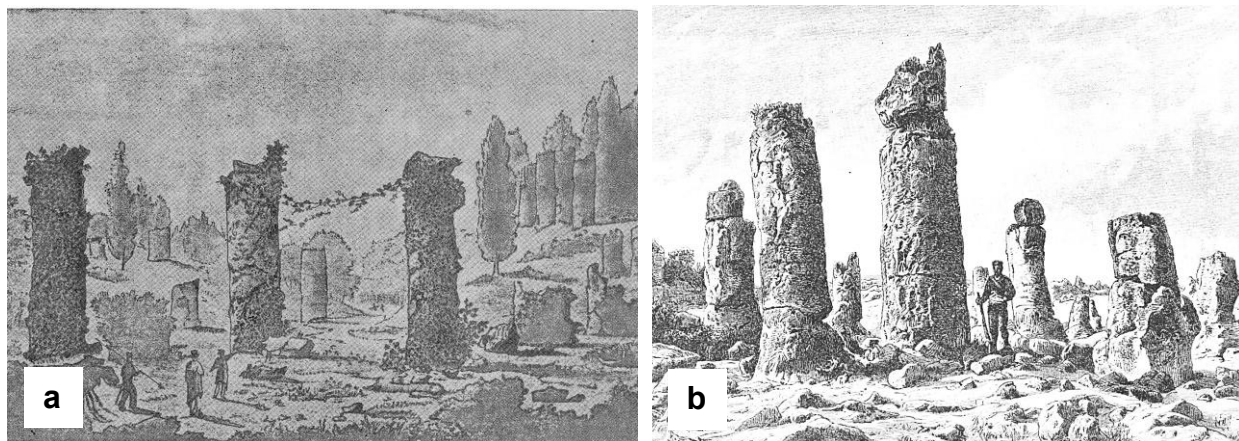
Фигура 6. Главни характеристики на геотопите: **a**, Каменисто-песъчлив ландшафт с единични колони в района „Център-Юг“; **b**, Външна повърхност с вторични текстури: ребра, канали, пукнатини и пролуки в район „Център-Север“; **c**, Различни нива на колони (трето, четвърто и пето), разделени от варовикови пластове в Кариера „Белослав“; **d**, Ихнофосили, онкоиди, „тумули“ и други първични текстури по външната стена на колона в Кариера „Белослав“.

Произход на Варненските рифове

„Побитите камъни“ са сред най-емблематичните геоложки феномени в България. Разположени са на 5 нива, обхващащи 30 m от разреза на Дикилиташката свита. Това забележително геоложко явление е обект на изследване от началото на 19 век. Формата и връзките на колоните с вместващите пясъци пораждат различни хипотези за техния произход, които могат да бъдат обединени в две групи: биотични и абиотични. Някои от тях, като останките от древни храмове, изветрителни образувания или вкаменени гори, сега имат само историческа стойност. Други са били обновени в светлината на последните теоретични развития в седиментологията или трансформирани в нови хипотези, които ще бъдат разгледани накратко. Хипотезите за произхода на колоните са в съответствие с времето на тяхното възникване.

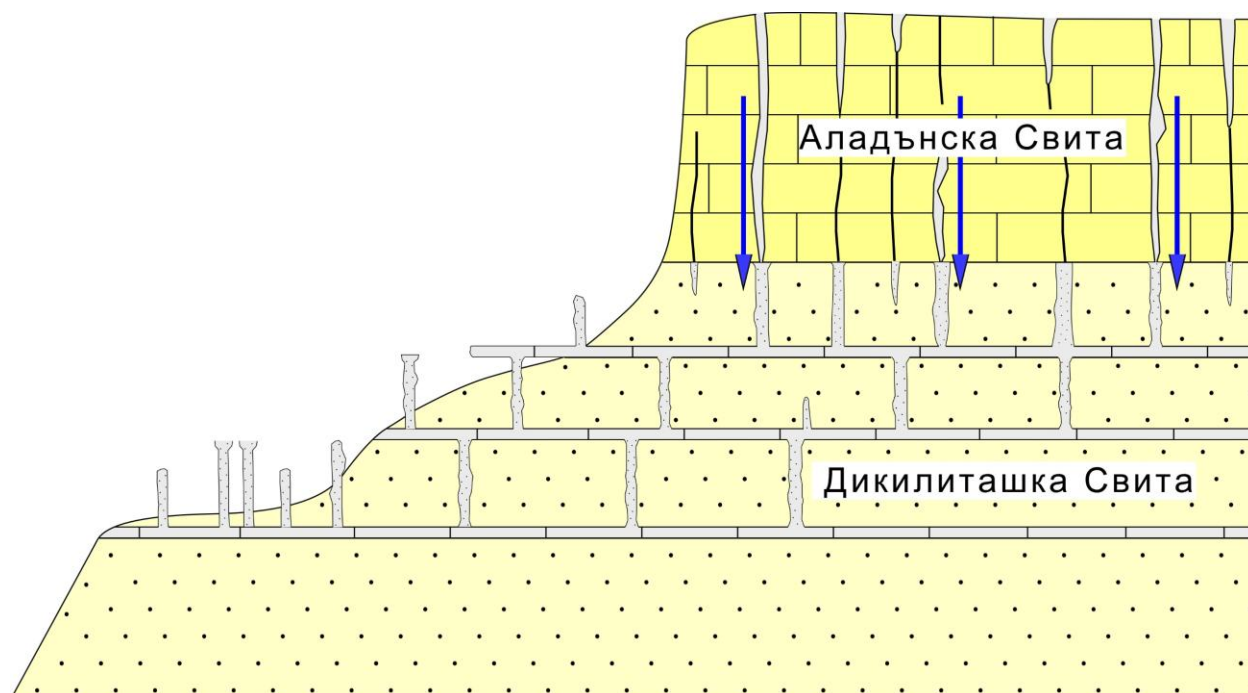
Абиотичните хипотези обясняват образуването на колоните с въздействието на физически фактори без участието на морски организми. Първото сведение за Варненските колони принадлежи на руския кореспондент от Руско-турската война през 1829 г. [Тепляков \(1833\)](#). Той ги нарича „останки от колони на храмове или дворци“ на древно „митично циклопско племе“ (фиг. 7a), но

допуска и естествен произход. [Toula \(1890\)](#) също се спира на “побитите или изправени камъни”, но не разглежда техния произход (фиг. 7b).



Фигура 7. Първи графични илюстрации на Побитите камъни: **a**, Графично изображение на колоните от [Тепляков \(1833\)](#); **b**, Илюстрация на колоните в района Център-юг от [Toula \(1890\)](#).

Изветрителните хипотези разглеждат колоните като остатъчни форми на съвременни процеси на изветряне, възникнали под действието на атмосферата и водата ([Spratt, 1856, 1857](#)), прибоа ([Бакалов, 1921, 1922; Lahn, 1939](#)), дефлация от вятъра ([Gellert, 1929, 1932](#)), съвременни процеси на изветряне ([Ehrenberg, 1938](#)), други физични фактори ([Ulbrich, 1939](#)). Обща слабост на изветрителните хипотези е липсата на пясъчник сред вместиците пясъци, което ги прави непроверими. Според конкреционната хипотеза ([Шкорпил, Шкорпил, 1921](#)) „изправените камъни“ се образуват като „варовити конкреции“ в разпукващи се „пясъчници“. Тази теза се поддържа и от [Мандев \(1955, 1970, 1971\)](#). Друг вариант на тази хипотеза е, че те са резултат от циментирането на варовит пясък от вода чрез низходяща или странична миграция. Цилиндрични, сферични и дървовидни обекти също се приемат за нодули от много автори.



Фигура 8. Илюстрация на хипотезата за инфилтрация, подкрепена от [Гочев \(1933\)](#), [С. Бончев \(1934\)](#) и [Е. Бончев \(1970\)](#): стрелките показват притока на вода отгоре, обогатена с карбонат

Инфилтрационната хипотеза (фиг. 8) дълго време е била много популярна. Тя е изказана от [Гочев \(1933\)](#) и подкрепена от [С. Бончев \(1934, 1938\)](#) и [Е. Бончев \(1970\)](#). Тази хипотеза обяснява произхода

на колоните с миграцията на дъждовна вода, проникваща в покриващия варовик и мобилизираща бикарбонат, който прониква дълбоко в пясъците и ги консолидира във вертикални пясъчливо-карбонатни стълбове. Според [Е. Бончев \(1949, 1955, 1970\)](#) образуването на стълбовете е подобно на образуването на сталактити в пещерите. Сталактитите обаче нямат вътрешни кухини, кластични минерали, глауконит, пирит и нумулити, които присъстват в колоните. Освен това, практически експерименти показват, че при проникване в пясъка водата се разпространява надолу и настрани поради капилярно движение, образувайки триизмерни тела, а не колони. Наличието на различни нива на рифове с дебелина 25 m също опровергава тази хипотеза.

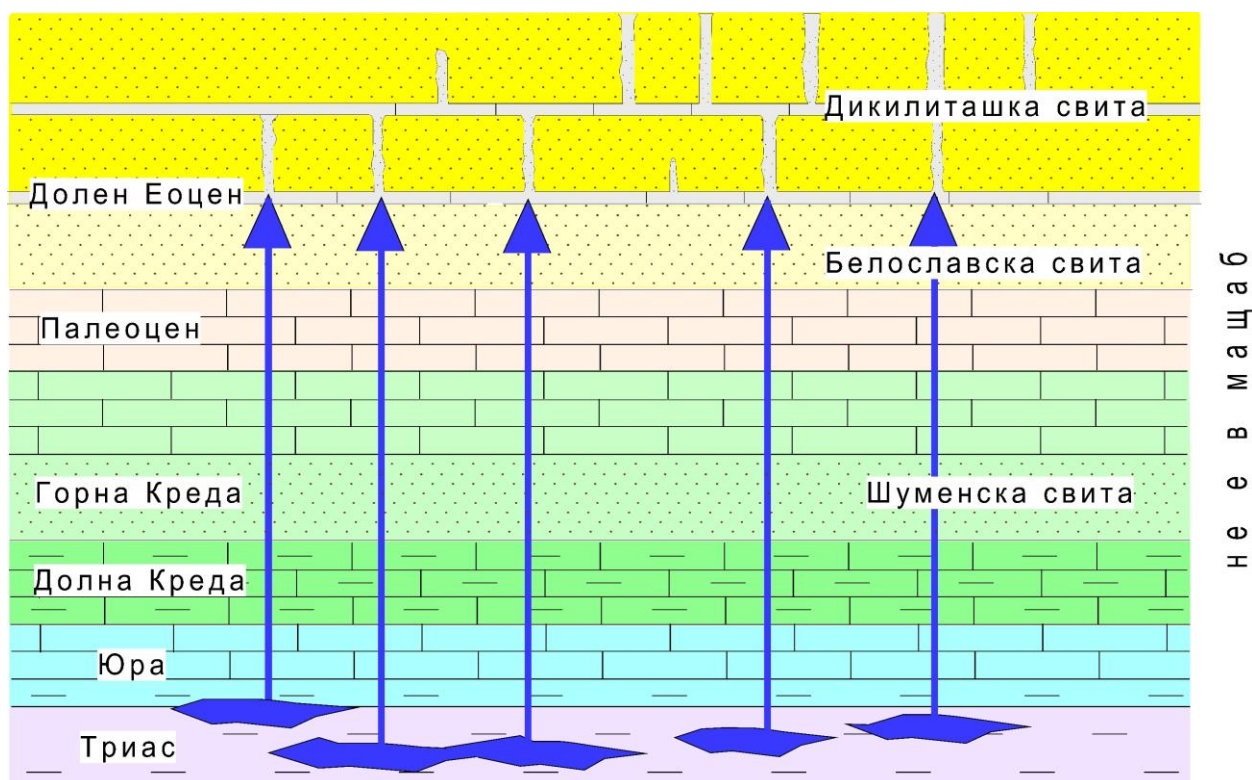
От биотичните хипотези най-ранна е хипотезата за биоогенния риф, която обяснява образуването на каменни стълбове с активността на прикрепени към дъното коралови полипи ([Радев, 1939](#)). Колониалните корали обаче не растат на пясъчливо дъно. Това се потвърждава в района от случайни находки на единични корали в колоните.

Хипотезата за каменната гора се свързва с образуването на вкаменени гори ([Margos, 1960](#)) чрез фосилизация на дървета или заместване на стъблата с теригенно-карбонатен материал след тяхното гниене под морската вода. След диагенезата този материал е консолидиран и съхранен като каменна гора. Доказателство за това са следите от миди-каменопробивачи (*Teredo*) в колоните ([Skacel, 1963](#); [Panos, Skacel, 1966](#); [Давиташвили, Захариева-Ковачева, 1963a,b](#); [Захариева-Ковачева, 1969](#)). Колоните се определят като изправени, цилиндрични стълбове, изградени от седиментен материал с централни кухини, които са резултат от гниенето на стъблата. Те не са вкаменени дървесни стволоче, а само техните кори, запазени като „покривни структури“ около стволовете, състоящи се от кварцов пясък и други минерални примеси и калцитов цимент ([Давиташвили и Захариева-Ковачева, 1975](#)). Всъщност, отвън колоните са покрити от пясъчлив варовик и пясъчник с калцитов цимент. Централните кухини на стъблата са изветрителни образувания, а „корените на мангровите растения“ всъщност са следи от вкаменелости. Идеята за последователно и мащабно съществуване на пет гори една върху друга в Ипреското море (съответстващи на петте нива на колоните) също е доста нереалистична.

Наскоро като обяснение на известните геоложки явления близо до Варна беше предложена и метано-дериватната хипотеза. Всъщност тя е предложена за пръв път още от [Botz et al. \(1993\)](#) и [Walter \(1993, 1994\)](#). Ключова роля за отлагането на калцит и образуването на колоните играе окислението на въглеродородни флуиди при тяхната възходяща миграция ([фиг. 9](#)). Според тази теория, субвертикалните цилиндрични колони са коминни образувания по вертикалния път на възходящ газосъдържащ флуид през пропускливите неконсолидирани пясъчливи седименти. Връзката между миграцията на метан и образуването на карбонатно-циментиран пясъчникови колони се обяснява със силно намаленото количество $\delta^{13}\text{C}$ в карбонатния цимент на колоните ([De Boever et al., 2006; 2008a,b; 2009](#)).

Според тези автори Варненските колони са „свързани с просмукване на метан тръбни пясъчникови конкреции“, образувани от нискомагнезиева калцитна циментация на неконсолидираните вместващи седименти около възходящия метанонаситен флуиден поток, предизвикан от микробно-анаеробно окисление на метана. Те твърдят, че вертикалната миграция на флуидите се е осъществявала по тектонски контролирани пътища, както се вижда от линейното разположение на колоните по разломите, и следователно палеогенската разломна система е играла основна роля в насочването на движението на флуидите. Като източници на въглеродороди се разглеждат триаските и юрските скали, проникнати в сондажи в източната част на Мизийската платформа. Резултатите от тези сондажи, обаче, включително наскоро прокараният Р-1 Голица (2008), показват, че триаските и юрските скали в тази част на страната са напълно лишени от въглеродороди. Тръбообразни конкреции, които са продукт от древно изтичане на метан, са

описани в различни части на света, но фактическият анализ поражда сериозни съмнения, че това е случаят с „Побитите камъни“.



Фигура 9. Илюстрация на метано-дериватната хипотеза, лансирана от *Botz et al. (1993)*, *Walter (1993, 1994)* и *De Boever et al. (2006; 2008a,b; 2009)*: вертикална миграция на флуиди от Юрата и Триаса по тектонски контролирани пътища, захранващи местоположението на колоните.

Разглеждайки хипотезите за техния произход *Nachev, Sinnyovsky (2014)* излагат няколко научни и чисто логически аргументи, които противоречат на тази теория:

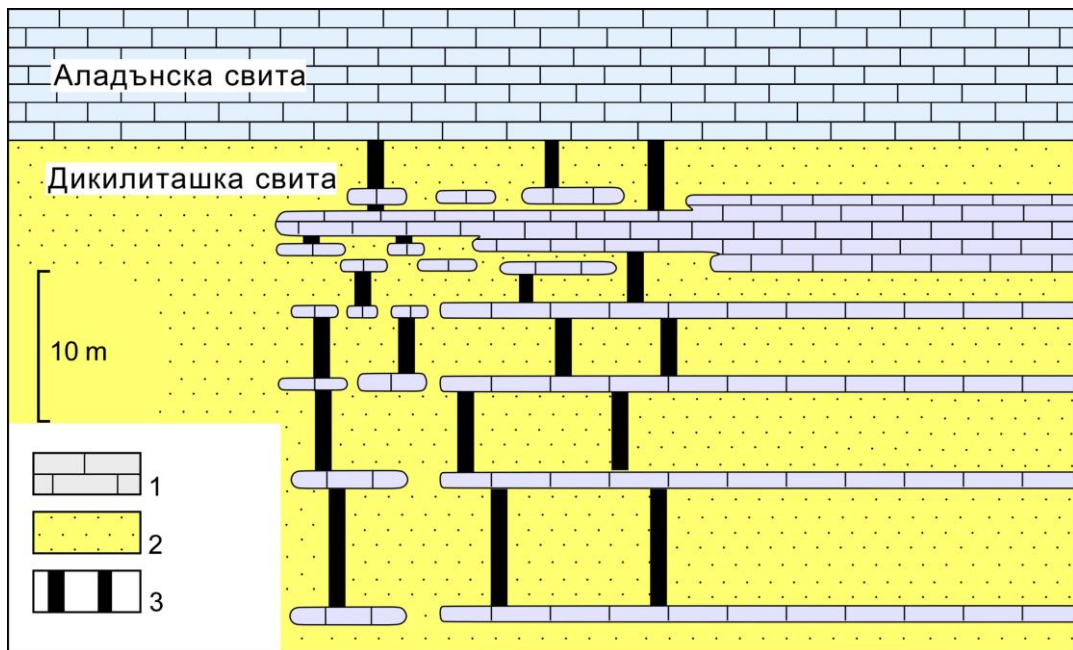
1. Крипнокристалният калцит (спарит) в цимента на колоните е с биогенен (не микробен анаеробен) произход, както се вижда от наличието на водораслови нишки, бактериални пелоиди, строматолити, онкоиди, серпулни структури и следи от фосили в дюншлифи;
2. Повечето от разломите са след-еоценски и следователно са по-млади от образуването на колоните, така че разломната система не би могла да играе никаква роля в миграцията на въглеводороди през Еоцена, тъй като не е съществувала по това време;
3. Линейно разположение на колоните (по протежение на разломите) просто не съществува;
4. Колоните на по-високото ниво не винаги наследяват колоните на подстилящото ниво (фиг. 6с);
5. Миграцията на метан в еоценските отложения е в противоречие с изобилието на бентосна фауна сред вместващите пясъци и вътре в колоните;
6. Външната стена на някои колони е интензивно биотурбирана (фиг. 6d), което е невъзможно, ако колоните са образувани от газове, навлизащи през вече отложени слоеве, тъй като пробиващите организми живеят в горните 10 cm от седиментите.
7. Липсват колони сред пясъците на Белославската (Долен Еоцен) и Шуменската (Горна Креда) свити, които са със сходна литология (слабоспоени пясъчници) и също са били на пътя на предполагаемата възходяща миграция на въглеводородите (фиг. 9);
8. Триаските и Юрските седименти в тази част на страната са напълно лишени от въглеводороди. Скоростно доказателство е сондажът P-1 Голица, прокаран през 2007 г., който е оценен като „най-сухия“ сондаж в района.

Хипотезата за водорасловите биохерми се основава на способността на водораслите да генерират микрит и да изграждат биохерми върху варовикови дъна с карбонатна външна зона и вътрешна първична област от бял пясък със строматолити, онкоиди, ихнофосили, миди и много бентосни фосили - нумулити, дискоциклини и малки бентосни фораминифери (Начев и др. 1986a,b). Водораслово-анелидната хипотеза постулира, че „анелидните рифове“ са циментирани пясъчници от анелидни червеи в симбиоза с варовикови водорасли (Памукчиев, 1996). Това предположение надценява ролята на анелидните червеи за производството на такива биогенни структури.

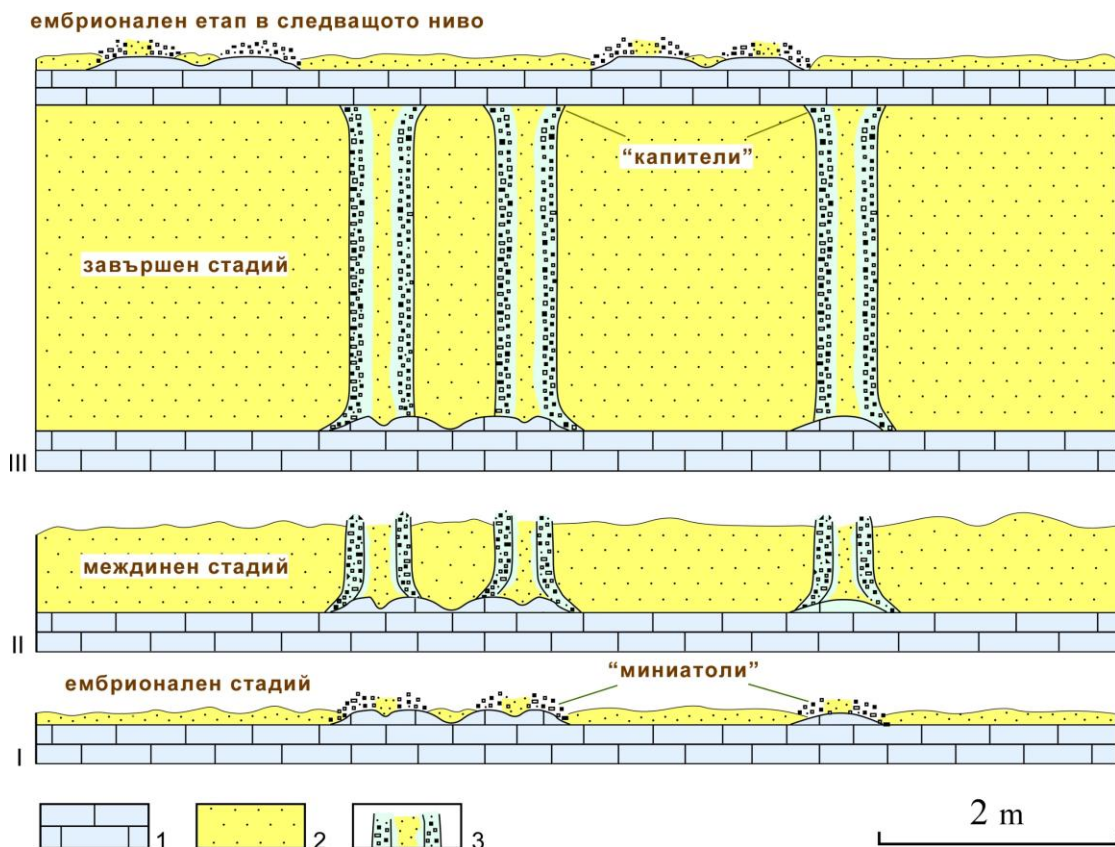
В подкрепа на микробиалния произход на колоните Nachev, Sinnyovsky (2014) следват някои нови доказателства от повърхностни разкрития, включително кариери, и лабораторни анализи в подкрепа на тази теория. Според възприетата от авторите концепция, Варненските рифове са морски биогенни структури, образувани в плиткото Ипреско море преди 48-53 милиона години. В литоралната зона са се отлагали бели, добре сортирани пясъци и алеврити. По-близо до бреговата линия, която се е намирала северно от селата Банево и Слънчево, са се отлагали пясъци, докато на юг преобладават алевритовите отложения. В районите, където са били разположени колоните, морските течения и вълните са разкрили карбонатно твърдо дъно и са осигурили локални условия за развитие на рифове. Останалата част от Еоценското море е имала пясъчливо дъно без необходимите условия за изграждане на рифове (Начев, Начев, 2001a,b). Обобщена фаціальна схема на петте нива от колони е илюстрирана на [фиг. 10](#).

Рифовете са се развили следвайки известните напоследък механизми за рифообразуване в природата, като например колоновидните структури, които нарастват във вертикална посока с натрупването на пясък около тях за да останат на повърхността. Според Начев, Начев (2001a,b) появата и растежът на рифовете на всяко ниво са преминали през три последователни фази ([фиг. 11](#)).

- (1) През началния (ембрионален) етап върху варовиковите площадки се развиват плитководни бентосни цианобактериални биоценози – синьо-зелени варовити водорасли и бактерии ([фиг. 11-I](#)). В резултат на фотосинтезата и метаболизма те започват да отделят микробиален карбонат (микрит), арагонит и калцит. Калцитът (70%), главно под формата на микрит, е ключов минерал за образуването и растежа на рифовете. Към тях се прикрепват масово плитководни бентосни организми: варовити водорасли, големи фораминифери (нумулити, дискоциклини), малки фораминифери, миди, тинейдни червеи (анелиди) и др.
- (2) През междинния етап започва началният растеж на миниатолите ([фиг. 11-II](#)). Тяхното увеличение е синхронно, тъй като зависи от потъването на дъното и скоростта на натрупване на пясък, което компенсира потъването. Горната част на рифовете е била близо до морското равнище, както може да се види в съвременна среда ([фиг. 12a](#)), докато нивото на пясъците е било по-ниско. Нарастването на колоните е реакция на рифообразуващите организми за компенсиране на пясъчната седиментация. Някои миниатоли успяват да компенсират натрупващите се около тях пясъци и образуват колони. Ако скоростта на утаяване на пясъка превишава растежа на миниатола развитието на ембрионалните рифове завършва преждевременно.
- (3) Накрая, поради едновременното умерено потъване и намаляване на скоростта на притока на пясък, колоните са се покривали с варовиков слой поради пълната колонизация на дъното от рифообразуващи организми ([фиг. 11-III](#)). Така наречените „капители“ в горната част на колоните са се образували в резултат на разширяването на миниатолите, предшестващо колонизацията на дъното.



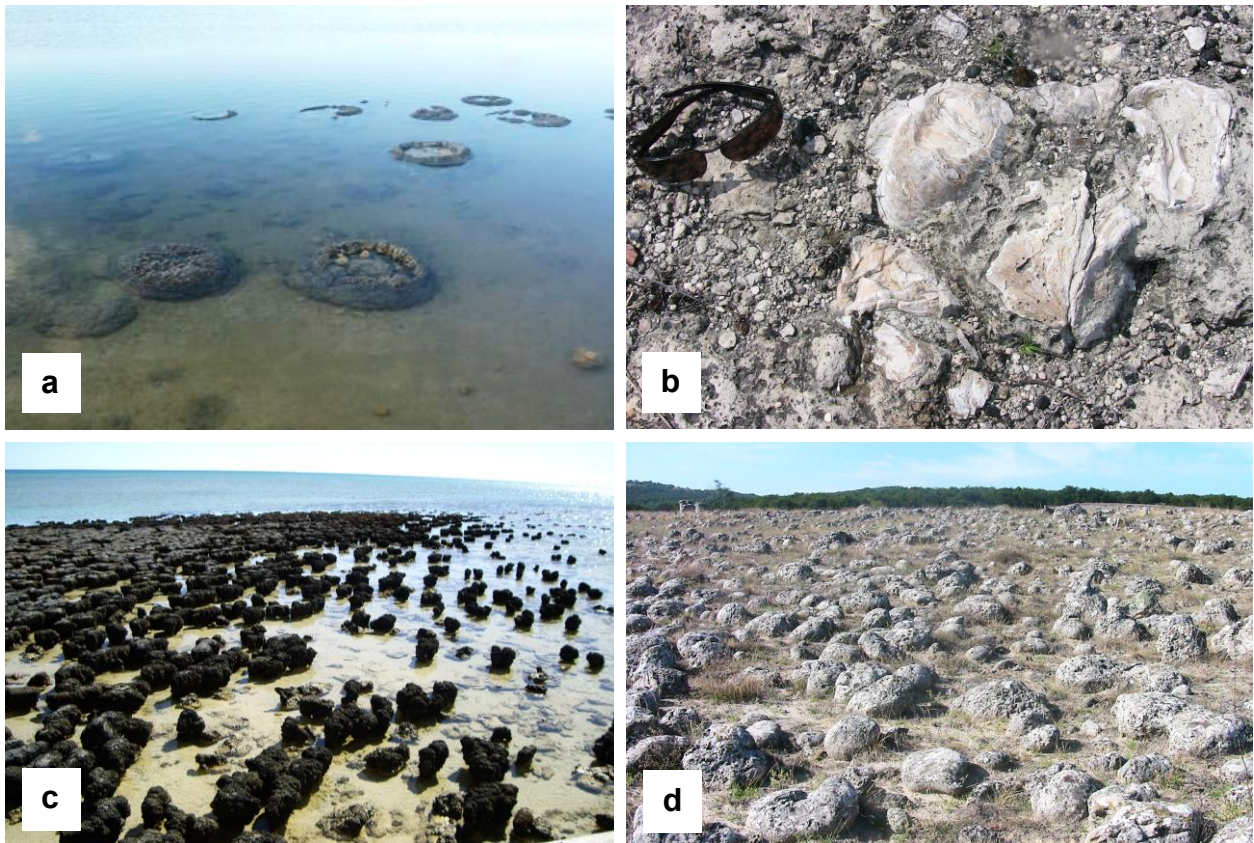
Фигура 10. Обобщена фациална схема на петте нива от колони в Дикилиташката свита (по Начев & Начев, 2001b).



Фигура 11. Произход и растеж на рифовете (по Начев и Начев, 2001b): I – начален етап; II – междинен етап; III – завършен етап; 1 – варовик, 2 – пясък, 3 – рифове.

Това е отличен пример за процеса „тафономична обратна връзка“ описан от [Kidwell & Jablonski \(1983\)](#) и [Kauffman et al. \(1991\)](#). В този случай той започва със зараждането на миниатопи, разпръснати по пясъчното дъно на раннокюизкото море (основата на първото ниво колони на фиг. 4), добре илюстрирано от съвременното образуване на строматолитни миниатопи в езерото Тетис, Австралия (фиг. 12a, [Parks and Wildlife Service, 2017](#)). Устойчивото потъване на дъното,

компенсирано от пясъчливата седиментация, може да доведе до нарастване на миниатолите под формата на колонии.



Фигура 12. Съвременни и фосилни елементи на процеса „тафономична обратна връзка“: **a**, Строматолитни миниатолити (тромболити) върху пясъчното дъно на езерото Тетис, Австралия ([Parks and Wildlife Service, 2017](#)); **b**, Черупки от *Ostrea rarelamella* във варовиков пласт на долното ниво в кариера Белослав; **c,d**, Сравнение между съвременното находище на „ядки“ („moulds“) в залива на акулите, Австралия ([Flickr, 2007](#)) (**c**) и находището на фосилни „ядки“ на дъното на еоценското море в района „Слънчево Запад“ (**d**).

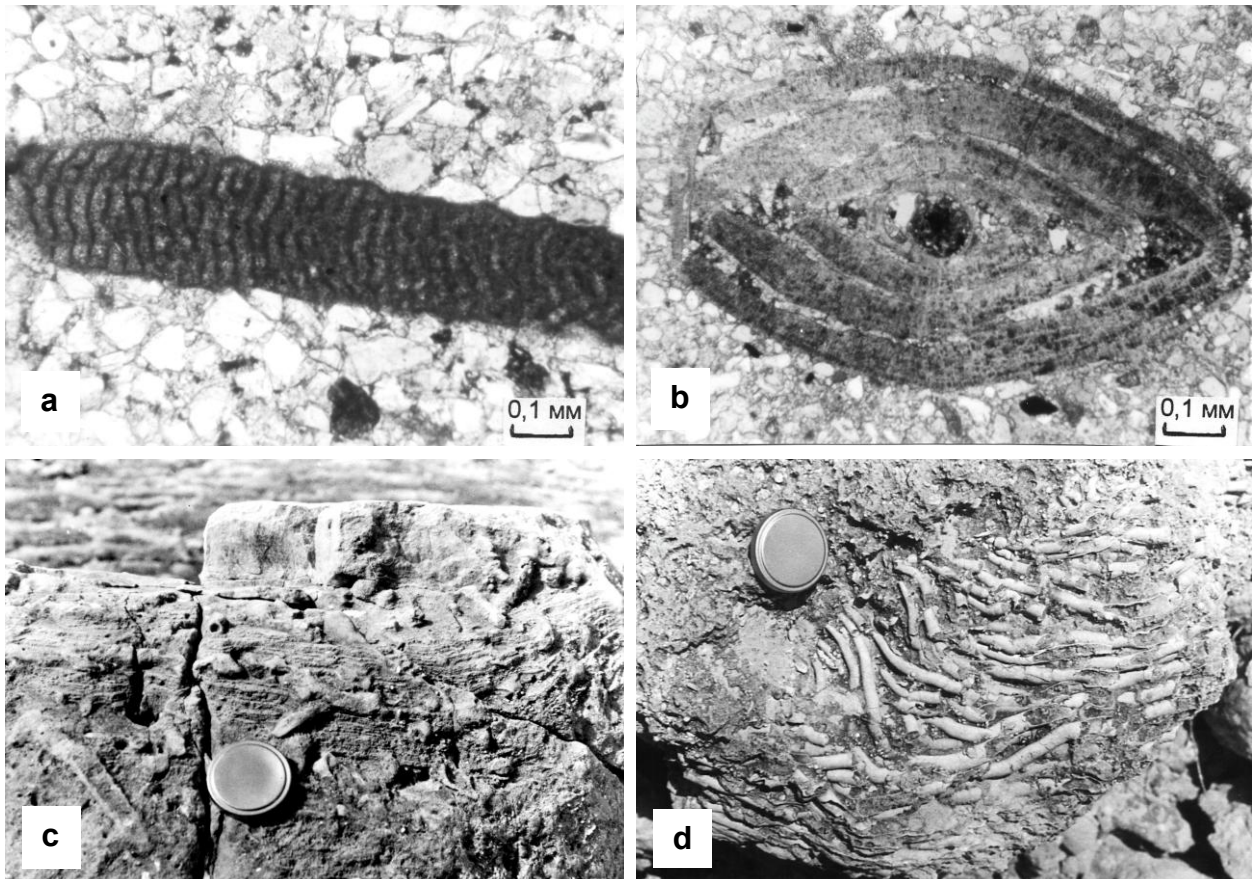
Поради благоприятните условия за бентосните организми се наблюдава разширяване на рифовете и колонизация на цялото дъно, което води до образуването на биогенен варовиков слой, съставен от големи фораминифери и по-големи представители на бентосната фауна, като черупки от мидата *Ostrea rarelamella* (фиг. 12b), главоноги (*Nautilus*), колониални корали и др.

В съвременна среда подобен процес на рифостроителство се среща в залива на акулите, Австралия, където строматолитните образувания наречени „ядки“ („moulds“) (фиг. 12c) поразително наподобяват еоценските форми в района на Слънчево Запад (фиг. 12d). Ядките в залива на акулите се отнасят до различните видове микробиални образувания, които са вкаменени или живи структури от микробиални съобщества, предимно цианобактерии. Фосилизирани строматолитни образувания с големи аглутинирани куполи и колонии са описани в неогена от [Riding \(2000\)](#).

В нашия случай варовиковите слоеве разделят колонии от пет нива, което показва петкратно повторение на този процес. След възстановяване на пясъчното дъно, изграждането на рифове отново се ограничава в отделни острови. Някои рифове продължават развитието си до следващото ниво. На други места директно върху новообразувания варовиков слой се развиват нови миниатолити под формата на колонии.

Очевидно основните контролиращи фактори за растежа на рифовете са потъването на морското дъно и скоростта на утаяване на вместващите пясъци. Когато скоростта на седиментацията е висока от потъването на дъното, се образува пясъчливо дъно, а когато скоростта на пясъчливата

седиментация намалява, тафономичната обратна връзка предизвиква образуването на варовиков пласт. Генетичният модел за произхода на Варненските микробиални карбонатни рифове е подобен на този на съвременните океански атоли, но в мащаб на миниатоли, което се доказва от морфологията на рифовете и тяхната структура с външна варовикова зона и вътрешна зона от рохкави пясъци. Те се различават от типичните атоли по следните аспекти: (1) малък размер, (2) кварцови примеси във варовика и (3) липса на лагунни седименти (доломит и евапорити) вътре в тях, което предполага, че образуването на Варненските колони е извършено по модела на миниатолиите (Начев, Начев, 2001a,b).



Фигура 13. Микроскопски и макроскопски текстури в рифовете (по Начев, Начев, 2001b): **a**, Нишка от варовито водорасло в криптокристалинен микрит; **b**, Напречно сечение на нумулитна черупка; **c**, Сезонно строматолитово наслявяване и напречни следи от ихнофосили в района „Център-юг“; **d**, Анелидни червеи *Serpula* в същия район.

Въпреки диагенетичните промени, фосилните варненски рифове са запазили повечето от елементите на съвременните миниатоли. Изветрянето и ерозията обаче са променили или заличили много от тях, което е довело до създаването на различни теории за техния генезис. Процесите на изветряне са започнали да разрушават колоните от горе до долу, веднага след разрушаването на покриващите ги по-млади скали. Атмосферните агенти са причинили разтваряне на карбоната и частично разрушаване на периферията им. Това е довело до образуването на вторични изветрителни канали и ребра. След напукване и отваряне на дъното на колоните, дъждовната вода започва да отмива пясъка от централната част. Така са се образували централните кухни, приемани в миналото за ядра на дървесни стволлове. Като се има предвид рохкавият характер на пясъка, процесите на изветряне действат много бързо. В западния вертикален фронт на кариерата Белослав дъждовната вода и вятърът за няколко години са разрушили белите пясъци и алевроити между колоните и са образували ниши.

Минерален състав и морфоложка характеристика

Минералният състав на рифовете е предимно от калцит и автогенен екстракласичен кварц (Начев, Начев, 2001b). Под микроскоп калцитът се наблюдава като тъмен крипнокристалинен микрит и светъл калцитов цимент. В микритния субстрат се виждат нишки от варовити водорасли и калцифицирани бактериални агрегати (фиг. 13a). Тези характеристики са доказателство за микробиален карбонат, образуван чрез фотосинтеза и метаболизъм на цианобактерии - синьо-зелени варовити водорасли и бактерии. Това доказва морския микробиално-карбонатен произход на бактериално-водорасловите биогенни тела. Наличието на нумулити също е характерна черта на рифовете, тъй като те имат скалообразуваща роля (фиг. 13b). Строматолити, онколити и серпуларни тела се образуват биогенно *in situ*. Строматолитите се състоят от плоски, тъмни и светли сезонни ламини, определени от микробиален карбонат, отложен от варовити синьо-зелени цианобактерии (фиг. 13c). Телата на серпулите се определят от жизнената активност на анелидните червеи и интензивната биотурбация чрез заравяне (фиг. 13d).



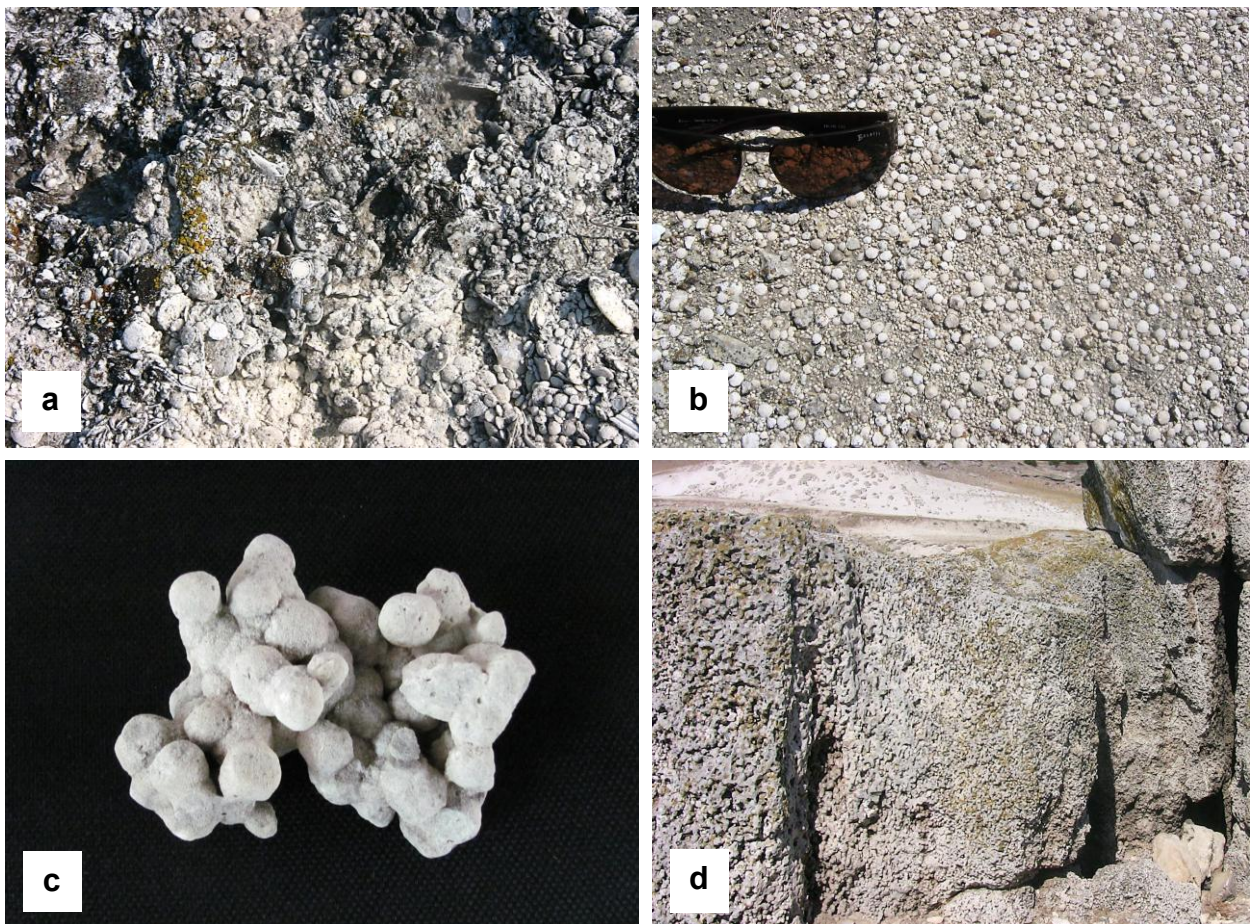
Фигура 14. Морфоложки характеристики на варненските рифове в кариера „Белослав“: **а**, Цилиндрични колони и сложни биогенни структури; **б**, Цилиндрични колони на четвърто ниво, покрити с дебел варовиков слой; **с**, „Капители“ в горната част на колоните при съединяването им с покриващия варовиков слой; **д**, Централна кухня в единична колона; **е**, Единична неправилна колона.

Според съществуващите данни, Варненските рифове са морски структури, образувани на дъното на плиткото Еоценско море през Кюйзката епоха между 53 и 48 милиона години. На дъното са възникнали много форми (фиг. 12d), но повечето от тях са били покрити с пясък и само някои са се развивали като колони. Това са естествени геоложки тела под формата на цилиндрични или неправилни колони или сложни биогенни структури от консолидирани скали, разположени сред

рохкави пясъци и алеврити (фиг. 13a,b). Рифовете са разположени между нумулитни варовикови пластове на 5 нива с обща височина 30 m. Четвъртото ниво е покрито от 5 m дебел слой нумулитен варовик. Друг дебел нумулитен варовиков пласт покрива петото ниво.

Размерът на рифовете е от 0,2 m (ембрионален) до 10 m. Първото ниво е с височина 10 m, второто - 7 m, третото - 5 m, четвъртото - 3-6 m и петото - 5 m. Диаметърът на единичните рифове е до 2 m, а на сложните рифове - до 6 m. Вътрешните колони в групите рифове имат полигонално сечение. Контактът с вместващите пясъци е ясен и остър с наличие на глауконит и пирит.

Варненските рифове имат зонална структура с плътна външна зона от пясъчлив варовик, с постепенен преход навътре към варовиков пясъчник или алевролит. В единичните колони се образува допълнителна периферна онколитова зона. Рифовете растат само върху твърд варовиков субстрат (твърдо дъно), тъй като основата им е по-широка. Рядко се срещат ембрионални рифове с размер до 50 cm с конусовидни краища нагоре в пясъка. На върха рифовете преминават с разширения – „капители“ в покриващия варовиков слой, който е основата на следващото ниво (фиг. 14c). Те имат също пръстени и разширения – „тумули“, свързани с вътрешни варовикови слоеве или лещи, които често определят формата на двоен конус или форми, наподобяващи трон, гъба или чадър.



Фигура 15. Биогенни и абиогенни текстури на рифовете: **a**, Риф от нумулитни черупки в район „Белослав-запад“; **b**, Изобилие от нумулити в пясъците в кариера „Белослав“; **c**, Онкоиди от площ „Център“, дарение от проф. Р. Костов на Музея по Геология и палеонтология в МГУ „Св. Иван Рилски“; **d**, Онколитна зона на страничната стена на рифова структура в район „Слънчево“.

Литоложкият състав на колоните е променлив. Външната плътна зона се състои от пясъчлив (алеврит) варовик, преминаващ навътре към варовиков пясъчник или алевролит. Вътрешната зона се състои от бял кварцов пясък и алевролит. В разкритията изветрянето причинява разрушаване на пясъчливия варовик отвътре и образува вторични надлъжни канали и напречни пукнатини. В

откритите рифове дъждовната вода отмива пясъка от вътрешната зона и образува вътрешна (централна) кухня (фиг. 14d). Рядко се има запазени единични неправилни колони (фиг. 14e).

Много от рифовете са съставени изцяло от нумулитни черупки (фиг. 15a), които са разпръснати и във вместващите пясъци (фиг. 15b). Онколитите (онкоидите) рядко се срещат под формата на сферични, неправилни тела с размер на клъстери до 20 см, с ядро и концентрични слоеве от карбонатно-микробен произход (фиг. 15c). Те образуват и периферна онколитна зона във външната стена на някои рифови структури (фиг. 15d).

Геоконсервационна значимост

Варненските рифове са уникални геоложки образувания, които нямат пълен аналог в света. Досега в геоложката литература не са докладвани подобни или аналогични образувания. Тяхната морфология и генезис предизвикват голям научен интерес през трети пореден век. Това определя тяхната изключително висока научна и образователна геоконсервационна стойност.

Генетично Варненските рифове принадлежат към класа на геоморфоложките ерозионни форми, но не бива да се отнасят към никоя от съвременните среди (процеси и форми на релефа), разгледани например от Gray (2004). Защитената зона е остров със субариден ландшафт в зона с умереноконтинентален климат. Повечето от разкритията на Дикилиташкаата свита се характеризират с пустинен ландшафт (фиг. 16a). Близостта на геотопите до морето прави климата по-мек от този във вътрешността на страната, но тук се срещат типични сухолюбивы растения и животни като кактуси (фиг. 16b) и малки скорпиони. Тези екологични противоречия правят района по-привлекателен за съвременен геотуризм в смисъла на Hose (2012).



Фигура 16. Екзотични пейзажи в районите на геоточки привличат много туристи и учени: **a**, Пустинен ландшафт в района на Слънчево Запад; **b**, Цъфтящи кактуси в района на „Белослав-Запад“; **c**, Полеви уъркшоп в района на „Център-Юг“ по време на международна конференция; **d**, Туристи в района на Център Юг.

Близостта на геоложкия феномен до град Варна и курорта „Златни пясъци“ предопределя голям туристически интерес. Той може да се развие като геопаркова зона с гарантирана висока посещаемост благодарение на добре развития крайбрежен туризъм. Както е посочено от [Newsome & Dowling \(2006\)](#), описания на еволюцията на ландшафта са написани за почти всяка част на света и впечатляващо разнообразие от скали и минерали е описано подробно. В този случай обаче става въпрос за добре разкрити уникални образувания от епохата на Еоцена, които заслужават да бъдат видени от посетители от цял свят. Това може да се постигне само в рамките на професионално проектиран геопарк. Геотуризмът трябва да се фокусира върху перфектно запазените оригинални морски условия и образуването на стълбовидни рифове. Разработването на специално изградени пътища за достъп, посетителски центрове, интерпретативни обекти, автобусни турове, велоалеи и пешеходни пътеки ще допринесе за бъдещата инфраструктура на геопарка.

Зона „Център-Юг“ на „Побитите камъни“ се посещава от много хора: геолози, географи, археолози, ботаници, както и туристи, натуралисти, пътешественици, студенти и участници в конференции (фиг. 16с,d). Въпреки това, посетителският център в зоните „Център Юг“ и „Център - Север“ с кратка и непрофесионална информация за колоните е крайно недостатъчен.

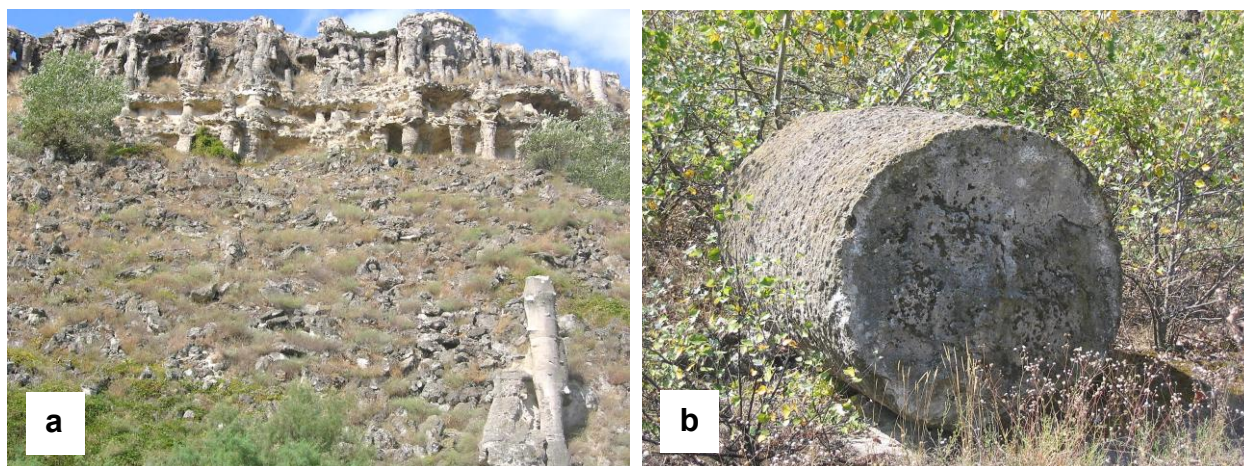
Варненските рифове имат много висок научен потенциал и заслужават устойчива защита и популяризиране. Защитените територии трябва да бъдат интегрирани в национален геопарк, който да бъде предложен на Европейската мрежа от геопаркове. Високата палеонтоложка значимост на геотопите, предвид богатото им нумулитно съдържание, трябва да се използва за подготовка на колекции от фосили с цел геообразование. Откриването на нови посетителски центрове, „откривателски центрове“, интерпретативни центрове и др. ще бъде успешно допълнение към традиционно развивания във Варненски регион устойчив крайбрежен и морски туризъм. За тази цел, създаването на посетителски център във Варна изглежда подходящо, с геоложки музей и оборудване за представяне на геоложката история на региона, произхода на рифовете, биоразнообразието и информация за полусухия ландшафт, необичаен за тази географска ширина.

Таблица 1. Защитени територии от побити камъни във Варненска област

Име	Населено място	Община	Горско стопанство	Площ
Баново	Баново	Суворово	Суворово	29,1 ha
Кариера Белослав	Белослав	Белослав	Суворово	30,5 ha
Слънчево Запад	Слънчево	Аксаково	Варна	79,8 ha
Слънчево Юг	Слънчево	Аксаково	Варна	33,7 ha
Център Север	Слънчево	Аксаково	Варна	0,9 ha
Център Юг	Слънчево	Аксаково	Варна	16,3 ha
Кариера Запад	Слънчево	Аксаково	Варна	1,2 ha
Острия хълм	Страшимирово	Белослав	Варна	1,1 ha
Страшимирово	Страшимирово	Белослав	Варна	2,4 ha
Тетерлика	Белослав	Белослав	Варна	5,3 ha
Белослав Запад	Белослав	Белослав	Варна	3,7 ha
Голия връх	Белослав	Белослав	Варна	2,7 ha
Авренска поляна	Белослав	Белослав	Варна	0,5 ha
Пчелина	Аврен	Аврен	Варна	7,7 ha

Първата заповед за защита датира от 1937 г., но оттогава статутът на района се е променял многократно - от природна забележителност до защитена зона и част от Природен парк „Златни пясъци“. Съгласно наредбата на Министерството на околната среда и водите от 1995 г. „Комплексът Побити камъни“ е обявен за „защитен природен обект с международно значение за опазване на уникални геоложки формации“. Съгласно следващата наредба за защита от 2002 г. районът е

прекласифициран в защитена зона под наименованието „Побити камъни“ с обща площ 253,3 ха, но скалните монументи са обединени в 14 защитени зони с обща площ 215 ха (Таблица 1). Разликата се дължи на допълнително включените площи на горските стопанства Суворово и Варна съгласно последния горски проект. Всъщност общият горски фонд, включително защитените територии от побити камъни, е 2965,2 ха на Държавно горско стопанство Суворово и 2070,9 ха на Държавно горско стопанство Варна. Цялата тази площ, включително 18 геотопа в 14 групи, би могла да бъде обединена в геопарк с обща площ от 5036,1 хектара.



Фигура 17. Почистването на склона по фронта на Кариера „Белослав“ (а) ще осигури големи фрагменти от колони (b) за музеи на открито в цялата страна.

Заклучение

Тази защитена зона не е достатъчно голяма, за да стимулира местната икономическа активност и устойчиво развитие. Тя обаче ще бъде успешно допълнение и алтернатива на добре развития традиционен крайбрежен туризъм във Варненска област и ще допринесе за популяризирането на местните традиции и специфичното културно-историческо наследство на района. От друга страна, това ще даде възможност за популяризиране на уникалния геоложки феномен „Побити камъни“ сред туристите, идващи тук от цял свят.

Развиването на Национален геопарк трябва да се извърши в светлината на четирите вида стойности: присъща стойност, културна и естетическа стойност, икономическа стойност, изследователска и образователна стойност (Doyle & Bennett, 1998), но икономическата стойност трябва да се ограничи до разумното използване на пясък при евентуалното разкриване на рифовете.

Добра инициатива би била почистването на най-представителния геотоп - Кариера Белослав за научен и образователен туризъм. Това ще създаде условия за включване на обекта в национални образователни програми, посветени на българското природно наследство, като ученически и студентски екскурзии или например голяма обиколка за популяризиране на геоложкото наследство, подобна на италианската инициатива за популяризиране на геоложкото наследство в средните училища (Magagna et al. 2013). От друга страна, почистването на тази голяма площ ще осигури фрагменти от колони (фиг. 17a,b) за природните музеи в страната или например организиране на музеи на открито в училища, общини, университети и др., както предлагат Синьовска и Синьовски (2011). Това може да бъде решаваща стъпка към широко разпространение на принципите и ценностите на геоконсервацията и развитието на модерен европейски геопарк „Побити камъни“.

Литература

- Аладжова-Хрисчева, К. 1984. Стратиграфия на еоценските седименти при с. Белослав, Варненско. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 45, 1, 33-44.
- Аладжова-Хрисчева, К. 1990. Стратиграфия на долноеоценските седименти в част от платата на Североизточна България. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 60, 1, 21-31.
- Бакалов, П. 1921. Побитите камъни (Дикилিতаш) Варненско. – *Природа*, 22, 1, 4-6.
- Бакалов, П. 1922. Каменните стълбове – Варненско. – *Бълг. турист*, 13, 3, 37-39.
- Баньковский, Л., В. Баньковская. 1972. Что такое “Побитые камни”? – *Химия и жизнь*, 6, 77-79.
- Белмустаков, Е. 1968. Палеоген. В: Цанков, В., Х. Спасов (Ред.) *Стратиграфия на България*. С., Наука и изкуство, 309-339.
- Бончев, Е. 1949. Какво знаем за произхода на “Побитите камъни”. – *Природа и знание*, 2, 9-10, 41-43.
- Бончев, Е. 1955. Побитите камъни. – *Природа*, 3, 29-31.
- Бончев, Е. 1970. Произход на Побитите камъни. – *Природа и знание*, 6-7, 30-37.
- Бончев, С. 1934. Произходът (генезисът) на “Изправените камъни” (Дикилিতаш) или “стърчила” във Варненско. – *Геол. Балканите*, 1, 1, 5-15.
- Бончев, С. 1938. Върху произхода на “Побитите камъни” (Дикилиташ) във Варненско. – *Природознание*, 1, 1, 17-22.
- Гочев, П. 1933. Палеонтологички и стратиграфски изследвания на Еоцена във Варненско. – *Сп. Бълг. Геол. д-во*, 5, 1, 1-83.
- Давиташвили, Л. Ш., К. Захаријева-Ковачева. 1963а. О произхождението “каменного леса” близ Варны (в Болгарии). – *Сообщ. АН ГрССР*, 30, 2, 441-446.
- Давиташвили, Л. Ш., К. Захаријева-Ковачева. 1963б. Загадка “каменного леса” в Болгарии. – *Природа*, 9, 90-91.
- Давиташвили, Л. Ш., К. Захаријева-Ковачева. 1975. Произхождение каменных лесов. – Мецниереба, Тбилиси, 196 с.
- Дачев, Д. 1975. Стратиграфия на палеоценските отложения в Плевенско. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 36, 1, 37-48. (In Bulgarian)
- Захаријева-Ковачева, К. 1969. Отново по въпроса за “Каменната гора” (Дикилиташ) в околностите на Варна. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 30, 3, 365-368.
- Мандев, П. 1955. Върху палеогена в област Сталино. – *Год. СУ, Биол.-геогр.-фак.*, 49, 2, 79-154.
- Мандев, П. 1970. Върху образуването на “Побитите камъни” във Варненско. – *География*, 20, 9, 18-21.
- Мандев, П. 1971. Чудните конкреции във Варненско. – *Природа и знание*, 24, 6-7, 46-51.
- Начев, И. К. 1989. Побитите камъни – морски образувания. – Сп. Фар, 354-364.
- Начев, И. К., П. Д. Мандев, С. К. Желев. 1986а. Побитите камъни – водораслови биохерми. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 47, 3, 1-13.
- Начев, И. К., П. Д. Мандев, С. К. Желев. 1986б. Нова хипотеза за произхода на Побитите камъни. – *Природа*, 35, 6, 15-21.
- Начев, И. К., Ч. И. Начев. 2001а. “Побитите камъни” – Бактериално-водораслови колони. – *Сп. геол. минер. ресурси*, 8, 4.
- Начев, И. К., Ч. И. Начев. 2001б. “Побитите камъни” – Бактериално-водораслови колони. С., 140 с.
- Памукчиев, А. М. 1996. Рифостроящи организми и органогенни постройки от България, Алжир, Тунис и Заир (Късен Протерозой, Креда, Палеоген). Автореферат докт. дисерт. СУ, С., 50 с.
- Радев, В. Г. 1939. Дикилиташките стълбове от биогенна гледна точка. – *Год. СУ, ФМ фак., ест. история*, 35, 3, 201-224.
- Синьовска, Д., Д. Синьовски. 2011. Музейна експозиция от скални и фосилни образци от геоложкия феномен “Побити камъни”, Варненско. – *Год. МГУ Св. Иван Рилски*, 54, 1, Геол. и геофиз., 56-61.
- Тепляков, В. 1833. *Письма из Болгарии*. – М., 104-112.
- Чешитев, Г., В. Миланова, Н. Попов, Е. Коюмджиева. 1992. Геоложка карта на България, М 1:100 000. С., Комитет по геология и минерални ресурси, Предпр. за геофиз. проучвания и геол. картиране.
- Шкорпил, Г., К. Шкорпил. 1921. Двадесетгодишна дейност на Варненското археологическо дружество, 1901-1921 г. – *Изв. Археол. д-во*, 7, 3-84.
- Botz, R., V. Georgiev, P. Stoffers, K. Khrishev, V. Kostadinov. 1993. Stable isotope study of carbonate-cemented rocks from the Pobitite Kamani area, North-Eastern Bulgaria. – *Geol. Rundsch.*, 82, 663-666.
- De Boever, E., R. Swennen, L. Dimitrov. 2006. Lower Eocene cemented chimneys (Varna, NE Bulgaria): Formation mechanisms and the biological mediation of chimney growth? – *Sedimentary geology*, 185, 159-173.
- De Boever, E., M. Huysmans, R. Swennen, P. Muchez, L. Dimitrov. 2008a. Controlling factors on the morphology and spatial distribution of hydrocarbon-related tubular concretions - study of a Lower Eocene seep system. – *Marine and Petroleum Geology* doi:10.1016/j.marpetgeo.2008.1011.1004.
- De Boever, E., L. Dimitrov, P. Muchez, R. Swennen. 2008b. The Pobiti Kamani area (Varna, NE Bulgaria) – study of a well preserved paleo-seep system. – *Rev. Bulg. geol. soc.*, 69, 1-3, 61-68.

- De Boever, E., D. Birgel, V. Thiel, P. Muchez, J. Peckmann, L. Dimitrov, R. Swennen. 2009. The formation of giant tubular concretions triggered by anaerobic oxidation of methane as revealed by archaeal molecular fossils (Lower Eocene, Varna, Bulgaria). – *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 280, 1-2, 23-36.
- Doyle, P., M. R. Bennett. 1998. Earth heritage conservation: past, present and future agendas. In: Bennett, M. R., P. Doyle (Eds.) *Issues in Environmental Geology: A British Perspective*. Geol. Society, London, 41–67.
- Flickr. 2007. Stromatolites in Shark Bay. https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Stromatolites_in_Shark_Bay.jpg
- Ehrenberg, K. 1938. Gedanken zur Entstehung des Dikili Tasch. – *Wiss. Jahrb. Erst. Donau-Dampf. Schif. Ges. 1, Wien*, 97-107.
- Gellert, I. 1929. Die Neogenbucht von Varna und ihre Umrandung. – *Balkanforsch. Geol. Inst. Univ. Leipzig VII Abh. Math. Phys. Kl. Sachs. Ak. Wiss.*, 41, 2, 91 pp.
- Gellert, I. 1932. Die eigenartigen Verwitterungen und Landschaftsformen des Dikilitasch. Sandsteines in Nordost Bulgarien. – *Geol. Rundschau*, 23, 3-4, 173-178.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity, valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons, 434 pp.
- Hose, T. A. 2012. 3G's for Modern Geotourism. - *Geoheritage*, 4, 1-2, 7-24.
- Kauffman, E., W. Elder, B. Sageman. 1991. High-resolution correlation: a new tool in chronostratigraphy. In: Einsele, G., W. Ricken, A. Seilacher (Eds.) *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer - Berlin Heidelberg New York, 795-819.
- Kidwell, S., D. Jablonski. 1983. Taphonomic feedback: ecological consequences of shell accumulation. In: Tevesz, M. J. S., P. L. McCall (Eds.) *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*. Topic Geobiol 3 Plenum New York, 195-248.
- Lahn, E. 1934. Der "Steinerne Wald" von Varna (Ostbulgarien). – *Zentralblatt Min. Geol. Paleont., Abt. B*, 391-394.
- Magagna, A., E. Ferrero, M. Giardino, F. Lozar, L. Perotti. 2013. A Selection of Geological Tours for Promoting the Italian Geological Heritage in the Secondary Schools. - *Geoheritage* 5, 4, 265-273.
- Margos, A. 1960. *The wonderful stone forest*. State Publishing House Varna 39 pp.
- Nachev, I., D. Sinnyovsky. 2014. Eocene Varna reefs in NE Bulgaria. – *Springer, Geoheritage*, 6, 4, 271-282.
- Newsome, D., R. Dowling. 2006. The scope and nature of geotourism. In: Dowling, R., D. Newsome (Eds.) *Geotourism*, Elsevier, 3-25.
- Panos, V., J. Skacel. 1966. Zur Frage der Entstehung der Steinsäulen ("Pobitite Kameni") und anderer eigenartiger Formen zwischen Varna und Beloslav in Nordost-Bulgarien. – *Zeitschr. Geomorphologie N F* 10, 2, 105-118.
- Parks and Wildlife Service. 2017. Lake Thetis. Dept. of Parks and Wildlife, Western Australia, <https://parks.dpaw.wa.gov.au/site/lake-thetis>
- Riding, R. 2000. Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. - *Sedimentology* 47, 179-214.
- Skacel, J. 1963. Ke vzniku sloupovitých tvarů "Pobiti kamni" u Varny v Bulgarsku. – *Zpravy Slozského Ustavu CSAV v Oprave Přírodní věd*, 128-B, 1-12.
- Spratt, T. 1856. On the Geology of Varna and its Vicinity, and of other Parts of Bulgaria. – *Quart. J. Geol. Soc. London, Proc. Geol. Soc.* 12, 1, 387-388.
- Spratt, T. 1857. On the Geology of Varna and the neighboring Parts of Bulgaria. – *Quart. J. Geol. Soc. London, Proc. Geol. Soc.* 13, 1, 72-73.
- Toula, F. 1890. Geologische Untersuchungen im Östlichen Balkan und in den Angrenzenden Gebieten. – *Denkschr. Ak. Wiss. Wien, Mat.-Nat. Kl.* 592, 323-400.
- Ulbrich, H. 1939. Ein "Steinerer Wald". Kosmos H I Stuttgart.
- Walter, H. W. 1993. Der steinerne Wald von Varna, Bulgarien-Tertiäre Steinsäulen ungeklärter Genese. – *Z. Ford. Berghaus und Hutten. Techn. Univ.*, 2-1992, 1-1993, 14-19.
- Walter, H. W. 1994. The stone forest near Varna, Bulgaria – Tertiary rock pillars of unknown origin. – *Z. angew. Geol.*, 40, 1, 50-55.