

ГЕОЛОГОСТРУКТУРНИ И ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОЖКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В КАРИЕРА "ЮРТДЕРЕ" (ДИМИТРОВГРАД). I. ГЕОЛОГОСТРУКТУРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Венелин Желев, Антонио Лаков, Георги Айданлийски, Теменуга Георгиева

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; vjelev@yahoo.com, lakov_geot@mgu.bg, ajdansky@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. Кариерата "Юртдере" се намира в южния край на Димитровград. В нея се добиват палеогенски варовици, представляващи пачка в задругата на първия кисел вулканизъм. Тя се разкрива в южната периферия на Загорския грабен, на границата му с Родопите, в обхвата на Маришката разломна зона. Извършените геолого-структурни изследвания в кариерата са с цел определяне блоковия модел на скалния масив и оценка стабилността на бортовете на кариерата. Установена е периклиналата на една антиклинала и центриклиналите на две плитки синклинали със субмеридионална посока. Във варовиците е развита ортогонална пукнатинна система, включваща една субхоризонтална и две субвертикални пукнатинни групи. Закономерната ориентировка на трите ортогонални пукнатинни групи дава основание да се предположи, че те са свързани с глобалната ортогонална разривна мрежа, съществувала в края на палеогена, по време на савските деформации. Установени са множество разломи, маркирани главно от тектонска глина. Изследвана е тяхната морфология, кинематика и ориентировка. Разломите са развити главно по двете субвертикални пукнатинни групи от ортогоналната система. Установени са леви и десни отседи. Те сключват остър ъгъл 43° и най-вероятно са спрегнати, т. е. образувани са при един общ план на напреженията, с главно свиващо напрежение изток-запад. Логично е с този план да се свърже и образуването на субмеридионалните гънки.

GEOSTRUCTURAL AND ENGINEERING-GEOLOGICAL INVESTIGATIONS IN THE "URTDERE" QUARRY (DIMITROVGRAD). I. GEOSTRUCTURAL INVESTIGATIONS

Venelin Jeleve, Antonio Lakov, George Ajdanlijsky, Temenuga Georgieva

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; vjelev@yahoo.com, lakov_geot@mgu.bg, ajdansky@mgu.bg

ABSTRACT. The "Urtdere" quarry is situated in the southern part of the town of Dimitrovgrad. Paleogene limestones are mined here, representing a packet in the formation of first acid volcanism. It occupies the southern periphery of Zagore graben, along its boundary with the Rhodopes, in the embrace of the Maritsa fault zone. The geostructural investigations aim determination of the block model of the rock massif and evaluation of bench stability. One anticline and two shallow syndines with submeridional trend have been established. Limestones are featured by an orthogonal joint system including one subhorizontal and two subvertical joint groups. The regular trend of the three orthogonal joint groups gives reason to suppose that they are related to the global orthogonal rupture network existing at the end of Paleogene, during the Sava deformations. Multitude of faults marked by tectonic clay is documented. Their morphology, kinematics and trends are studied. The faults are developed mainly along the two subvertical joint groups of the orthogonal system. Sinistral and dextral strike-slip faults are observed. Most likely they are conjugated due to the acute angle 43° between them. Consequently, they are formed in a common stress-field with principal compression East-West trend. It is logically to refer to this stress-field the formation of the submeridional folds as well.

Въведение

Кариерата "Юртдере" се намира в южния край на Димитровград, южно от панорамния път на града. Геоморфоложки районът попада в южната периферия на Горнотракийската низина. В кариерата се добиват палеогенски (олигоценски) варовици от една пачка от органогенни варовици от задругата на първия кисел вулканизъм (Боянов и др., 1989, 1993). Тя се разкрива в южната периферия на Загорския грабен от Горнотракийския комплексен ров, на границата му с Родопите, в обхвата на интензивно тектонски преработените скали на Маришката разломна зона. Районът е изграден от метаморфни, вулкански и седиментни (морски и континентални) скали, включващи докамбийски и триаски високостепенни метаморфити, палеозойски зеленошистни метаморфити, палеогенски

морски седименти и вулканити, неогенски и кватернерни континентални наслаги.

Цел и задачи

Целта на извършените геологоструктурни и инженерногеоложки изследвания в кариера „Юртдере“ е да се оцени стабилността на бортовете на отделните стъпала (хоризонти) на кариерата и на скалния масив като цяло, с оглед определяне на геоложкия риск, свързан с височината на стъпалата и ъгъла на откоса на бортовете. Постигането на тази цел изисква решаването на няколко задачи:

- Геологоструктурна картировка на бортовете.
- Геологоструктурна документация на характерни точки с оглед извеждане ориентировката на основните

систематични пукнатинни групи и определяне на гъстотата им.

- Инженер-геоложки измервания на характера на пукнатините.

Материал и методика

Теренни изследвания. Геологоструктурните и инженерногеоложките изследвания се провеждат в три етапа.

Първи етап – рекогносцировка на бортовете на кариерата с цел определяне на представителни разкрития за извършване на геологоструктурните и инженерногеоложките изследвания;

Втори етап – фотодокументация с геологоструктурна интерпретация и инженерногеоложки измервания на характерни точки. Полевата документация включва заснемане на части от бортовете по възможност в две неупоредни сечения, измерване ориентировката на пукнатинните групи, определяне гъстотата на пукнатинните групи с оглед изясняване блоковия модел на масива, определяне състоянието на стените на пукнатините и измерване на твърдостта на запълнителя с чук Schmidt тип L (фиг. 2, т. 390).

В част от документираните точки ориентировката на бортовете съпада приблизително с ориентировката на една от субвертикалните пукнатинни групи, което не позволява определянето на гъстотата на тази пукнатинна група. В такива случаи, при изчисленията е приемана гъстотата на тази група, определена в най-близката точка. Гъстотата на болшинството от пукнатините е определяна на терена, като само е демонстрирана и допълнена за някои точки от фотодокументацията. Определянето на гъстотата е извършвано нормално на разпространението на пукнатините, като е определян броят им на линеен метър.

Трети етап – картиране на главните разломни структури. Основните критерии за разпознаване на разломните структури са разместване на характерни стратиграфски нива (пластове), тектонска глина по пукнатинните (разривни) структури, тектонски огледала (харниши) с бразди на триене и окисидация на разломните повърхнини.

При теренните изследвания е използван структурен геоложки компас на немската фирма Фрайберг, а за определяне местоположението на точките е използван GPS приемник (GPSmar 60CSx) на фирмата Garmin, който позволява определяне на X и Y координатите с точност под 5 m. Тъй-като тези приемници и GIS-програмите не поддържат официалната българска координатна система, на терена координатите са определяни в системата UTM (WGS84), а след това са трансформирани в официалната българска координатна система.

Камерална работа. Тя включва следните процедури:

- обработка на теренните данни и съставяне на геологоструктурна карта на кариерата (фиг. 1);
- съставяне на структурни диаграми за ориентировката на пукнатинните групи: построени са 29 структурни диаграми в отделни точки и една обобщена диаграма за

пукнатините и разломите в цялата кариера (фиг. 1); използвана е равноплосната стереографската мрежа на Schmidt, като данните са представени върху долна полусфера; статистическата обработка на масовите измервания на пукнатините е извършена с програмата StereoNet версия 2.46 на J. Duyster (фиг. 1);

- оформяне на фотодокументацията и интерпретиране на пукнатинния модел, получен на диаграмите и в разкритията (фиг. 1-2);

- изчисляване на SCR (Surface Condition Rating), SR (Structure Rating) и GSI (Geological Strength Index).

Резултати

Събраните теренни данни от геологоструктурното картиране са представени на фигура 1, представляваща геологоструктурна карта, съставена въз основа главно на собствени данни. Тази карта се различава съществено от картата в М 1:100000 (Боянов и др., 1989). Според нашите данни, геологоструктурната обстановка в района на кариерата е следната.

Литостратиграфия. По-голямата част от площта на кариерата е заета от органогенни и ядчести (на места кластични) варовици от задругата на първия кисел вулканизъм (Боянов и др., 1989). Подложката ѝ не се разкрива на повърхността. С рязък литоложки контакт тя се покрива от глините на Ахматовската свита (миоцен-плиоцен). Последната има съвсем ограничено разпространение в рамките на кариерата – запазена е в югоизточната ѝ част под формата на малко петно. Най-вероятно тук тя запълва голяма карстова форма (фиг. 1). Във варовиковата пачка могат да се отделят поне две стратиграфски нива. Долното включва органогенни (рифови) варовици, а горното – ядчести варовици (фиг. 2, т. 367 и 376). Органогенните варовици се разкриват в централната част на южния борт на кариерата, в ядката на антиклинална структура (фиг. 1). Ядчестите варовици изграждат северния борт и периферните участъци на южния борт, като са запазени в две синклинални структури.

Гънкови структури. Слоестостта (ss) във варовиците е много ясно изразена. Тя е нормална, като потъва на северозапад, север и североизток с наклони, вариращи от 5 до 18°. По слоестостта са конструирани структурни контурни линии (фиг. 1), които очертават много ясно периклиналата на една антиклинала и центриклиналите на две синклинали. Осите на тези гънки са с посока около 18° и потъват полегато 10-12° на ССИ.

Пукнатини. Първите впечатления за строежа на варовиковия масив в кариерата са за интензивна напуканост без закономерна ориентировка. Извършените изследвания обаче показаха, че това е привидно и се дължи на ядчестия характер на голяма част от варовиците, който в съчетание с първичните пукнатини и разломите създава впечатление за интензивна и безразборна напуканост. Това впечатление се подсилва и от няколко частично взривени полета, които образуват големи купчини от натрошени варовици в основата на стъпалата. Статистическите измервания на пукнатините в 29 точки и обобщената диаграма на руптурите в кариерата (фиг. 1) показват, че във варовиците е много добре развита

ортогонална пукнатинна система, включваща една субхоризонтална и две субвертикални пукнатинни групи. Пукнатините от тези групи имат систематичен характер и са ориентирани закономерно в пространството. В отделни точки са развити и несистематични пукнатини, но те имат локален характер и значение.

Систематичните пукнатинни групи имат следните характеристики:

- j_1 е субхоризонтална (полегата) и съвпада със слоеостта ss. В долните части на разреза (долните хоризонти) тя е затворена, трудно различима, поради което гъстотата ѝ е сравнително малка. В горните части на разреза, близо до земната повърхност, гъстотата ѝ се увеличава, което се дължи на намаляването на литостатичния натиск и увеличаване влиянието на ерозията. Тази група (=ss) е полегата ($5-18^\circ$), като в отделните точки потъва на СЗ, С и СИ. Както бе споменато по-горе, тези вариации се дължат на факта, че в рамките на кариерата слоеостта оформя периклиналата на една антиклинала и центриклиналите на две плити синклинали. Не се наблюдава оксидация или други изменения по тази пукнатинна група. В едно разкритие (Фиг. 2, т. 390) по една от пукнатините на групата е развита бяла тектонска глина (25-30 cm), маркираща разлом на отлепване.

- j_2 е субекваториална и субвертикална. Посоката ѝ варира от ЮЗ-СИ до СЗ-ЮИ, а наклонът е в двете посоки, като преобладава южният. Статистическата ѝ ориентировка, изведена за всички руптури в кариерата, е 160/78. Морфологията на двете субвертикални пукнатинни групи е аналогична. Пукнатините са гладки и издържани. Гъстотата им варира, като се увеличава в близост до разломните зони, които са успоредни на тях. Пукнатините от горните хоризонти са отворени и оксидирани. Преобладават незапълнените пукнатини – единични са случаите на тънък калцитен или глинест пълнеж.

- j_3 е субмеридионална и субвертикална. Посоката ѝ варира от СЗ-ЮИ до СИ-ЮЗ, а наклоните ѝ са около 90° , като варират в двете противоположни посоки, дори и в една и съща точка. Статистическата ѝ ориентировка, изведена за всички 176 руптури, измерени в кариерата, е 255/85. В много точки пукнатините от тази група са окислени. Преобладават незапълнените пукнатини – много рядко се наблюдават тънки (mm) калцитни прожилки. На места се наблюдават и тънки глинести примазки. Гъстотата на тази пукнатинна група зависи от местоположението ѝ в разреза – тя е най-голяма в горните стратиграфски нива, в близост до земната повърхност. Ориентировката на двете субвертикални пукнатинни групи j_2 и j_3 съвпада и с ориентировката на двете основни разломни групи.

Трите ортогонални пукнатинни групи обуславят много ясен призматичен строеж на варовиците (фиг. 2, т. 389). Призмите представляват паралелепипеди с дълги вертикални и къси хоризонтални стени. Съотношението къса/дълга стена зависи от развитието на субхоризонталната пукнатинна група j_1 , съвпадаща със слоеостта ss, т.е. близо до повърхността то е малко, а в дълбочина се увеличава.

Закономерната ориентировка на трите ортогонални пукнатинни групи дава основание да се предположи, че те са свързани с глобалната ортогонална разливна мрежа,

съществува в края на палеогена, по време на савските деформации.

Останалите пукнатини, документирани в отделните точки, са несистематични и имат случаен (локален) характер. Те са използвани при определяне на блоковия модел в конкретните разкрития (точки). Към тази група се отнасят и т. нар. гравитачни тензионни пукнатини на скъсване, наблюдавани на много места в откосите на хор. 100. Те са резултат от освобождаването на големи пространства от скалния масив в процеса на експлоатацията, което води до неговото разтоварване. То от своя страна предизвиква гравитационно отваряне и „закукване“ на пукнатините по посока на свободното пространство и образуване на нови пукнатини с неравни повърхнини. Те са коси на борта и на главните субвертикални систематични групи, но са по-полегати и винаги наклонени към свободното (иззетото) пространство (фиг. 1, т. 355, 374, 393 и др.).

Важно значение за устойчивостта на откосите на стъпалата имат и взривните пукнатини (фиг. 2, т. 402). Те са техногенни, резултат от взривяването на варовиковия масив и се наблюдават на разстояние до 2 m от горния ръб на стъпалата. Пукнатините са широко отворени в горната си част (до 30 cm) и бързо изкливат в дълбочина. Генералната им посока е успоредна на ръба на борта, но много често те повтарят конфигурацията на главните пукнатинни групи.

Разломи. Изследвана е морфологията, кинематиката и ориентировката на разломите, и е направена съпоставка с ориентировката на пукнатините.

Морфология на разломите. Най-широко разпространение имат разломите, маркирани от тектонска глина (фиг. 2, т. 354) с дебелина от cm до 2 m. По повърхнините на тези разломи обикновено се наблюдава оксидация. По някои от разломите са развити и тектонски брекчи. По-редки са разломите, по които се установяват тектонски огледала (харниши) с бразди на триене и минерална линейност по калцита.

Кинематика на разломите. Болшинството от разломите са маркирани от тектонска глина и/или тектонска брекча и оксидирани повърхности. Те не разместват слоеостта и по тях липсват бразди на триене, т. е. няма критерии за установяване на кинематиката им. Само в единични случаи може да се установи разседна компонента по разместване на слоеостта. Разседите са с малка вертикална амплитуда – 20-30 cm. Единични са и случаите на разломи с харнишови повърхности с бразди на триене (фиг. 1, т. 350 и 380; фиг. 2, т. 352). Наблюдаваните бразди на триене са субхоризонтални и маркират ляво или дясно отсядане. В рамките на кариерата се наблюдава и разлом на междуформационно плъзгане (разлом на отлепване). Той е установен в т. 390 (фиг. 2, т. 390) и се маркира от 20-25 cm тектонска глина, развита между два варовикови пласта с различна компетентност. Горната граница на разломната зона е рязка, а долната – преходна.

Ориентировка на разломите. Статистическата обработка на данните за разломите и всички разливни структури (разломи и пукнатини) показва (фиг. 1,

обобщената диаграма), че разломите са развити главно по двете субвертикални пукнатинни групи (j_2 и j_3) от ортогоналната пукнатинна система. Разломите, съвпадащи с j_1 (ss) са много редки. Съществува обаче още една добре изявена пукнатинна група ($j_4=16/84$), която съвпада с ориентировката на разломите от Маришката разломна зона. В две изолирани едно от друго разкрития (фиг. 1, т. 354 и 380) са установени отседни движения – ляво отсядане по $f=j_4$ и дясно отсядане по $f=j_2$. Двете сключват остър ъгъл (около 43°) и най-вероятно са спрегнати, т. е. образувани са при един общ план на напреженията, като главното свиващо напрежение е било в посока запад – изток. Логично е с този план да се свърже и образуването на гънките, които имат субмеридионална посока (фиг. 1).

Карстификация. Карстовите явления са повсеместно развити в кариерата, но се наблюдават по-отчетливо в централната част на южния борт на хор. 100, където в ядката на антиклинална структура се разкриват по-долните части на разреза. Те се маркират от карстови кухини, запълнени с почва, на места смесена с варовикови късове. Карстовите кухини са привързани предимно към разломни зони, но се наблюдават и такива, развити по слоестостта.

Заклучение

Извършените геологоструктурни изследвания показаха, че при разработването на варовиковия масив в кариера “Юртдере”, пукнатинният блоков модел и по-точно ориентировката на главните разрывни нарушения не е използван рационално. Тук шлицовете рядко съвпадат с някоя от двете субвертикални пукнатинни групи, а северния и южния борт са коси на тях. Това създава гребеновиден релеф на откосите, който от своя страна води до образуването на опасни скални клинове. На места откосите на стъпалата съвпадат с разломни структури, успоредни на j_4 и на Маришката разломна зона (фиг. 1), но това е в много малки участъци.

В голяма част от кариерата, наклонът на бортовете съвпада приблизително с наклона на j_2 или j_3 . В отделни случаи обаче, пукнатинната група потъва срещу наклона на борта, като се образуват висящи блокове и корнизиди, представляващи риск за работниците в кариерата и за машините.

Друг проблем е много голямата височина на стъпалата – 20 m между хоризонти 100 и 120. Колкото и добре да изглежда статистически изведения блоков модел, той е теоретичен. На практика, в отделните разкрития пукнатините от една група варират, като създават опасни клинове. Освен това, освобождаването на големи пространства от скалния масив води до неговото разтоварване, а то от своя страна предизвиква гравитационно отваряне и “закукване” на пукнатините по посока на свободното пространство. С този процес е свързано и образуването на гравитачни тензионни пукнатини (j_i – пукнатини на скъсване). Те са с неравни повърхнини, коси са на главните систематични групи и винаги са наклонени към освободеното (извезотото) пространство.

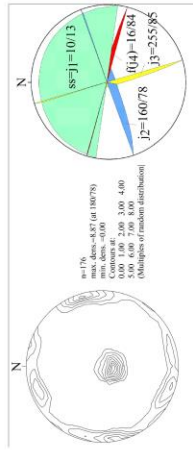
Друга потенциална опасност, свързана както с технологията на прокарване на взривните сондажи, така и с добивните работи, е процесът на карстификация. Карстовите явления са повсеместно развити в кариерата, но се наблюдават по-отчетливо в централната част на южния борт на хор. 100, където в ядката на антиклинална структура се разкриват по-долните части на разреза. Те се маркират от карстови кухини, запълнени с почва, на места смесена с варовикови късове. Карстовите кухини са привързани предимно към разломни зони, но се наблюдават и такива, развити по слоестостта. Някои от карстовите кухини са със значителни размери и трябва да се имат предвид при проектирането на взривните сондажи и при експлоатацията.

Литература

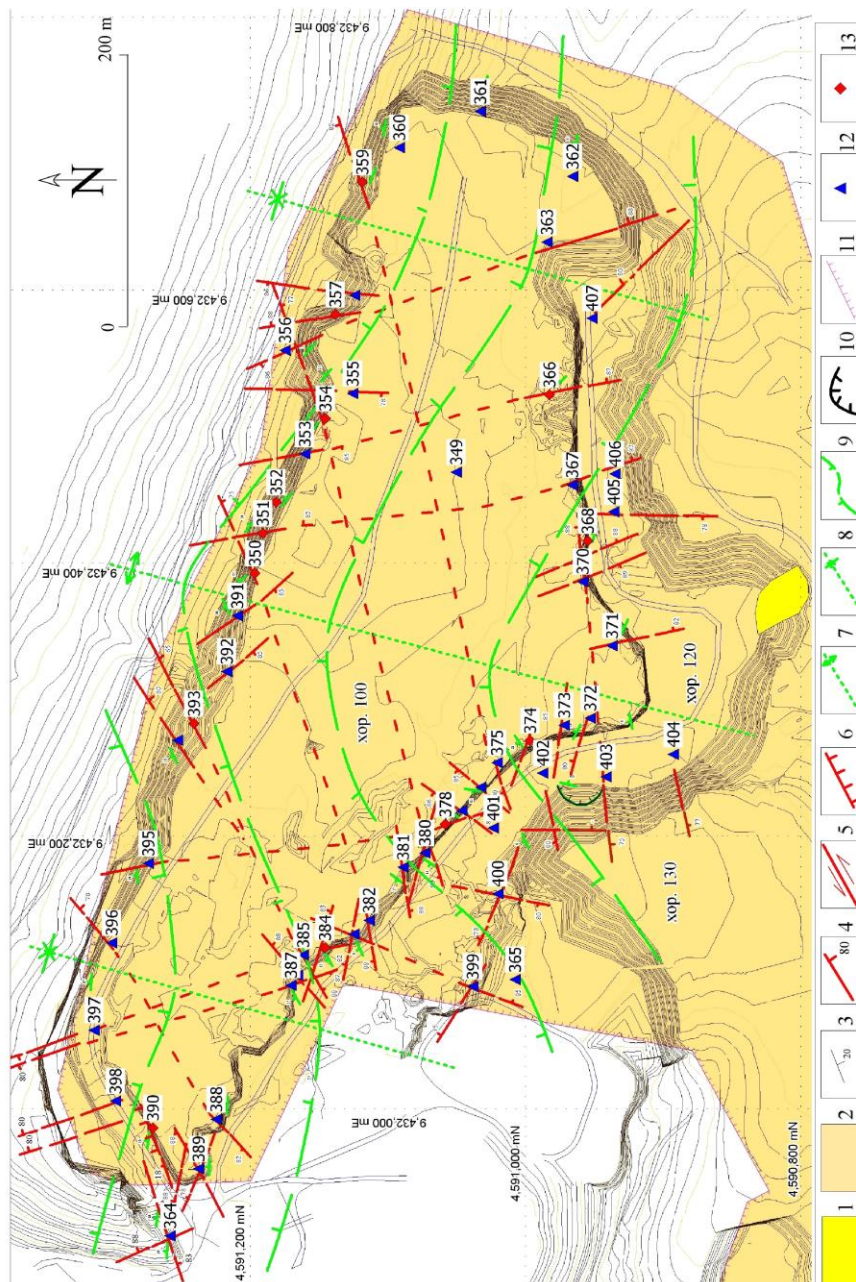
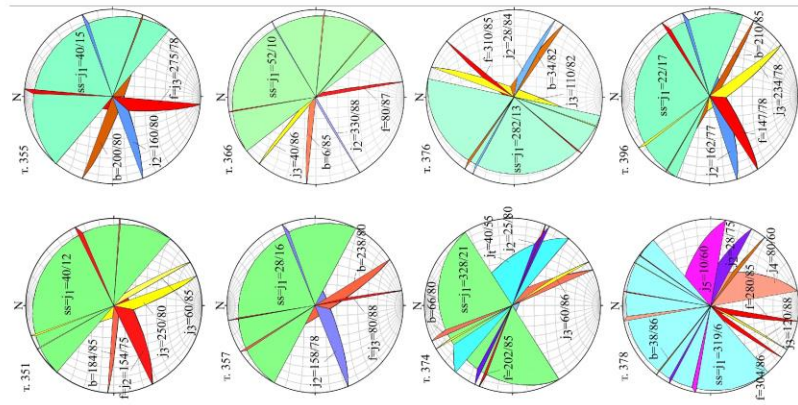
- Боянов, И., А. Горанов, Ж. Шилияфова, М. Русева. 1989. *Геоложка карта на България в М 1:100000 (к. л. Димитровград)*. Комитет по геология, ПГПГК.
- Боянов, И., Ж. Шилияфова, А. Горанов, М. Русева. 1993. *Обяснителна записка към Геоложка карта на България в М 1:100000 (к. л. Димитровград)*. Комитет по геология и минералните ресурси, Геология и геофизика АД, 67 с.
- Duyster, J. Stereo-nett. <http://homepage.ruhr-unibochum.de/Johannes.P.Duyster/stereo/stereo1/htm>.

Препоръчана за публикуване от
Катедра “Геология и палеонтология”, ГПФ

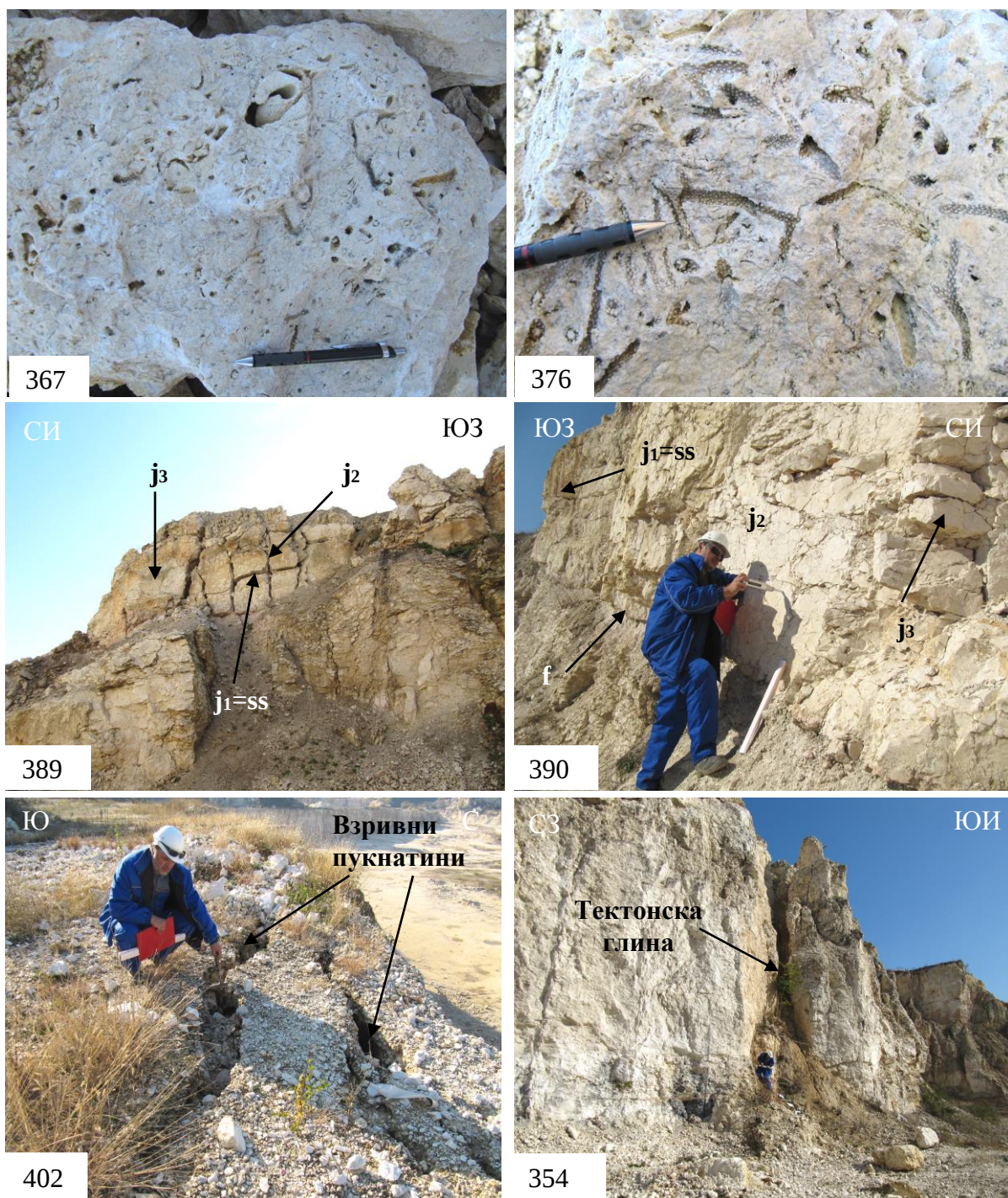
Обобщени диаграми на разривните структури



Структурни диаграми на характерни разкрития



Фиг. 1. Геологоструктурна карта на кариера "Юртдере"
 На картата: 1 - Миоцен-плиоцен: Ахматовска свита - чакъли, пясъци и глини; 2 - Палеоген (Олигоцен): Задруга на първия кисел вулканизъм - пачка от рифови варовици; 3 - ориентировка на слоестостта; 4 - разсед или разлом с неопределена кинематика; 5 - отсед; 6 - разлом на отлепване; 7 - ос на антиклинала; 8 - ос на синклинала; 9 - структурни контурни линии; 10 - свлачище; 11 - контур на концесията; 12 - точки с инженерно-геоложка документация и измервания; 13 - картировъчни точки
 На диаграмите: b - повърхност на борта, ss - слоестост j_{1-3} - систематични пукнатини, j_4 - несистематични пукнатини, j_5 - пукнатини на скъсване, f - разломи (равноплоскостна проекция - долна полусфера)



Фиг. 2. Фотодокументация на характерни разкрития от кариера „Юртдере“: горе – органогенни (рифови) варовици, богати на корали, бивалвии, гастроподи и ехиниди (т. 367 и 376); среда – първични пукнатини ($j_1=ss$, j_2 и j_3), оформящи ортогонална система (т. 389 и т. 390) и разлом на отлепване (f), развит по $ss=j_1$ (т. 390); долу – взривни пукнатини в южния борт (т. 402) и субвертикален разлом, маркиран от тектонска глина и оксидирана повърхност с бразди на триене (т. 354)