

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΖΑΚΥΝΘΟ

ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ Γ.*, ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ Α. **

* Τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολις 157 85 Αθήνα

** Ταμέας Γεωλογικών Επιστημών Ε.Μ.Π., Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου 157 80

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Ζάκυνθος βρίσκεται στο Ιόνιο Πέλαγος, 20 Km δυτικά της Πελοποννήσου και 13 Km νότια της Κεφαλονιάς. Η συνολική έκταση του νησιού είναι 406 Km².

Στην εργασία αυτή μελετάται η γεωμορφολογία του νησιού και διερευνώνται τα αίτια δημιουργίας των παρατηρουμένων γεωμορφών. Οι παρατηρήσεις προέρχονται από την υπαίθριο εργασία, από τη μελέτη των αεροφωτογραφιών και του γεωλογικού χάρτη και την επεξεργασία των δεδωμένων σε Η/Υ. Κατασκευάστηκε επίσης και μελετήθηκε χάρτης υδρογραφικού δικτύου.

Από το συνδυασμό και την επεξεργασία των στοιχείων εξήχθησαν και παρουσιάζονται συμπεράσματα σχετικά με την γεωμορφολογική εξέλιξη του νησιού.

ABSTRACT

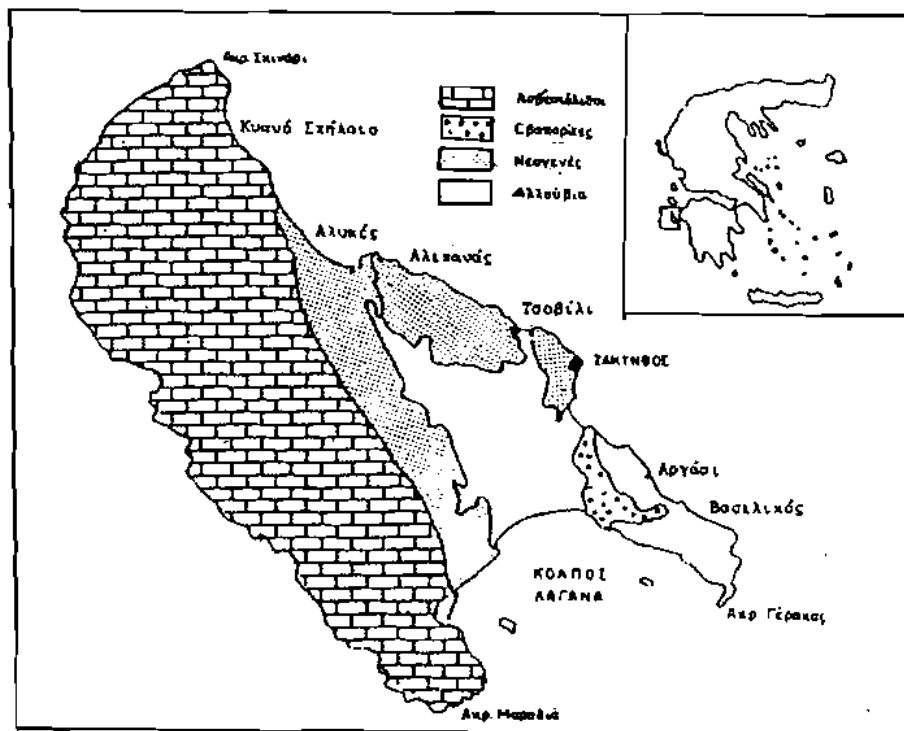
Zakynthos belongs to the Ionian islands, which are situated in western Greece.

This paper deals with the geomorphology of the island, investigates the creation and the shaping of the landforms and studies the quantitative characteristics (parameters) of the greater drainage systems. The data drawn from the field work, the study of the map and the air photos were processed by a computer and the derived results concerning the evolution of the island are presented.

ΘΕΣΗ – ΣΚΟΠΟΣ

Η Ζάκυνθος είναι το νοτιότερο από τα Ιόνια νησιά και βρίσκεται 20 Km Δυτικά της Πελοποννήσου. Έχει έκταση 406 Km² και τριγωνικό σχήμα. Στις τρεις κορυφές του τριγώνου σχηματίζονται τα ακρωτήρια Σκινάρι προς Βορρά και Μαραθιά, Γέρακας, προς Νότο (Σχ. 1).

Κίνητρο για την έρευνα αυτή αποτέλεσε η διερεύνηση του τρόπου και του χρόνου εκδήλωσης των γεωμορφολογικών διεργασιών που ακολούθησαν την πρόσφατη ανάδυση της νήσου, η οποία έγινε μετά τα κατώτερο Πλειστόκαινο. Η μελέτη των γεωμορφών γίνεται κατά ενότητες, οι οποίες στη Ζάκυνθο διαχωρίζονται με σαφήνεια, διερευνώνται τα αίτια δημιουργίας τους και γίνεται προσπάθεια να χρονολογηθούν. Οι παρατηρήσεις προέρχονται από την υπαίθριο εργασία, από τη μελέτη αεροφωτογραφιών και χαρτών καθώς και από την επεξεργασία δεδομένων σε Η/Υ.



Σχ. 1. Γεωλογικό σκαρίφημα της Ζακύνθου.
Fig. 1. Geological sketch map of Zakynthos island.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η νήσος Ζάκυνθος αποτελεί τμήμα των εξωτερικών ελληνίδων. Το ΝΑ τμήμα, όπου ευρίσκεται το όρος Σκοπός, σχηματίζεται από πετρώματα της Ιονίου ενότητας, κυρίως εβαπορίτες τριαδικής ηλικίας (Μπορνόβας 1964), ενώ ολόκληρο το Δυτικό τμήμα, όπου αναπτύσσεται ο ορεινός όγκος της Βραχιώνας, ανήκει στην ενότητα Παξών (Προαπούλια) και αποτελείται από ανθρακικά ιζήματα. Τα ιζήματα αυτά αρχίζουν από το Ιουρασικό (δεν εμφανίζονται επιφανειακά) και συνεχίζουν κατά το Κρητιδικό, Ηώκαινο και Ολιγόκαινο. Η ανθρακική ακολουθία από το Κρητιδικό μέχρι το Νεογενές είναι σχεδόν συνεχής και παρουσιάζει μια εναλλαγή πελαγικών και δειτρικών ασβεστολίθων (Αυβουίη, Dercaurt 1962, Horstmann 1969, Μίρκου 1974, Sorel 1976). Τα ιζήματα του Νεογενούς απαντώνται στην ανατολική πλευρά της Βραχιώνας, στην κεντρική πεδινή περιοχή και σε ολόκληρο το ανατολικό τμήμα της νήσου. Τα ιζήματα αυτά ανήκουν στο Μειόκαινο και φθάνουν μέχρι το Αν. Πλειόκαινο (Horstmann 1967, Karaudren 1971, Μίρκου 1974, Δερμιτζάκης 1978). Οι τεταρτογενείς αποθέσεις αποτελούνται από θαλάσσια ιζήματα Καλάβριας ηλικίας (καλκορενίτες), που απαντώνται κυρίως στο Ανατολικό τμήμα του νησιού, καθώς και από αλλουβιακές αποθέσεις της Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

κεντρικής πεδιάδας και τα ριπίδια των ανατολικών κλιτύων της Βραχιώνας.

Όσον αφορά στην παλαιογεωγραφική εξέλιξη, η Ζάκυνθος εμφανίστηκε κατά το Κατ. Πλειόκαινο, ξαναβυθίστηκε κατά τη διάρκεια του Μέσου Πλειόκαινου και δεν ξαναεμφανίστηκε, παρά κατά τη φάση Gunz-Mindel του Τεταρτογενούς (Sorel 1976). Η πλειοκαινική επίκλυση έχει αποδειχθεί από τον G. Horstmann (1967). Η Ζάκυνθος παρέμεινε κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας από το Μέσο Πλειόκαινο μέχρι και το Κατ. Πλειστόκαινο.

Επάνω στους κρητιδικούς ασβεστολίθους και στο ανάγλυφο που είχε δημιουργηθεί, αποτέθηκαν ασύμφωνα τα ιζήματα του Αν. Πλειόκαινου και οι καλκαρενίτες του Καλαβρίου.

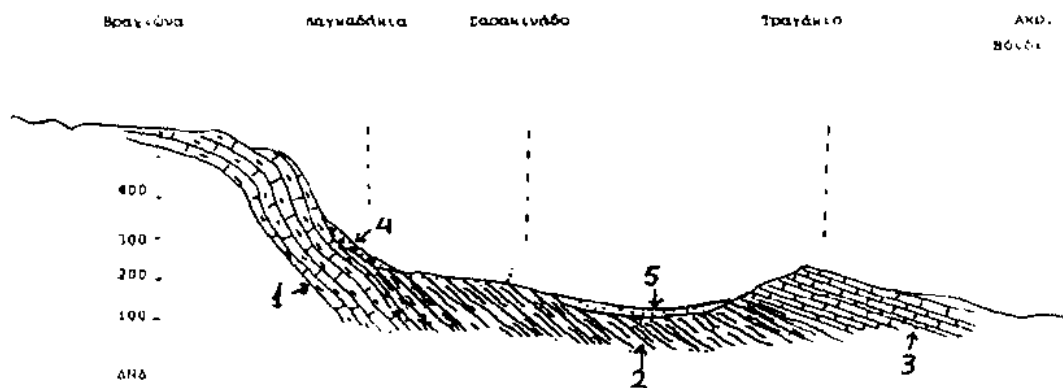
Μετά την απόθεση και των Καλαβρίων αποθέσεων, ανεδύθη ολόκληρο το νησί, έχοντας περίπου τα σημερινά γεωγραφικά όρια. Η περιοχή της Βραχιώνας κατά τη συμπιεστική τεκτονική φάση του Μέσου Πλειστοκαίνου ανήλθε περί τα 800 μέτρα (Sorel 1976). Ακολούθησε διάβρωση των νεογενών ιζημάτων, που εκάλυπταν τους ασβεστολίθους και καρστικοποίηση αυτών κατά τα μεσοπαγετώδη διαστήματα του Ανωτ. Πλειστοκαίνου.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Στο δυτικό τμήμα του νησιού κυριαρχεί ο ορεινός όγκος της Βραχιώνας (ύψ. 750), ενώ στο νοτιοανατολικό τμήμα σχηματίζεται το όρος Σκοπός με υψόμετρο 492.

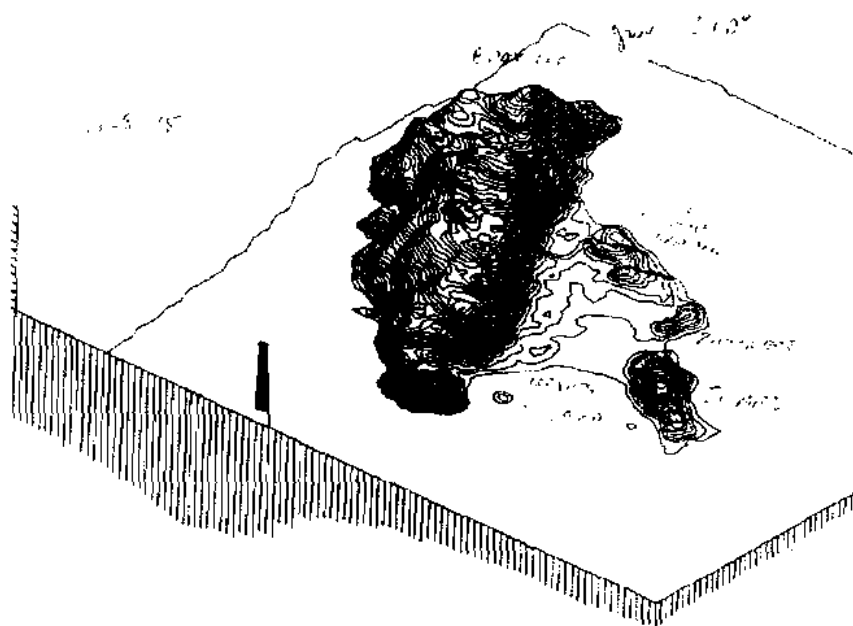
Μεταξύ των ορεινών όγκων της Βραχιώνας και του Σκοπού, αναπτύσσεται το πεδινό τμήμα του νησιού που έχει χαμηλό και σχετικά ήπιο ανάγλυφο. Το δυτικό τμήμα είναι ορεινό, αποτελείται από ασβεστολίθους έντονα καρστικοποιημένους, μεταξύ των οποίων σχηματίζονται μικρές εκτάσεις με καλλιεργήσιμα εδάφη. Η γεωγραφική-μορφολογική εικόνα του νησιού καθορίζει και την κοινωνική-οικονομική κατάσταση των κατοίκων. Στη δυτική άκρη και ορεινή περιοχή συγκεντρώνεται το 1/10 του πληθυσμού και μόνο σε ορισμένα καλλιεργήσιμα οροπέδια, όπως στις Βολίμες. Αντίθετα, το πολύ μικρότερης έκτασης ανατολικό τμήμα συγκεντρώνει τα 9/10 του πληθυσμού και έχει έντονη τουριστική ανάπτυξη, γιατί αφ' ενός αποτελείται από εύφορες πεδιάδες και αφ' ετέρου σ' αυτό βρίσκονται όλες οι ομαλές αμμώδεις παραλίες, ενώ στο δυτικό και βορειοανατολικό τμήμα οι ακτές είναι απόκρημνες και βραχύδεις σε όλο τους το μήκος.

Η μορφολογική εικόνα που παρουσιάζει η Ζάκυνθος αποτελείται από τρεις σαφείς και καλά διαχωριζόμενες ενότητες, οι οποίες παρουσιάζουν τελείως διαφορετική μορφολογία. Το γεγονός αυτό είναι αποτέλεσμα της διαφορετικής για κάθε ενότητα, παλαιογεωγραφικής εξέλιξης, αλλά και του διαφορετικού πετρολογικού υλικού επί του οποίου αναπτύσσεται το ανάγλυφο κάθε ενότητας. Οι μορφολογικές ενότητες διακρίνονται στα Σχ. 2 και 3.



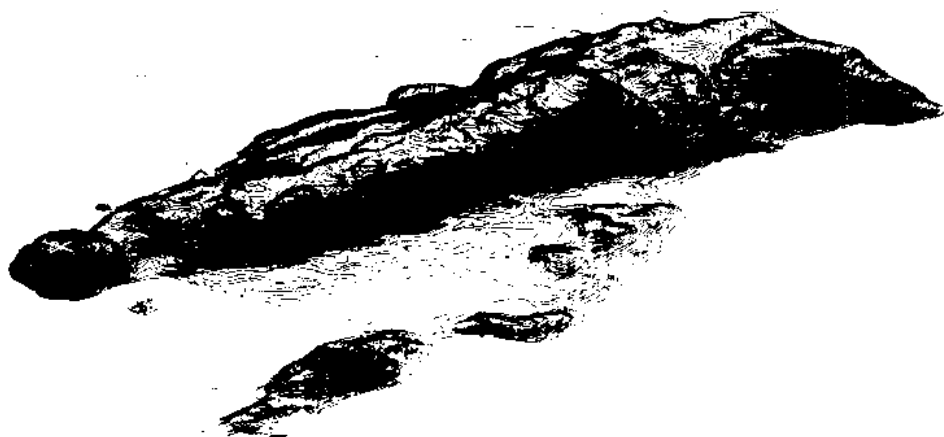
Σχ. 2. Γεωλογική τομή με διεύθυνση ΔΝΔ - ΑΒΑ στο κέντρο περίπου του νησιού: (1) Ασβεστόλιθοι, (2) Μειοκαινικά ιζήματα, (3) Πλειοκαινικά ιζήματα, (4) Ριπίδια, (5) Αλλοσύβια.

Fig. 2. Geological profile on the direction WSW - ENE: (1) Limestones, (2) Miocene, (3) Pleiocene, (4) Fans, (5) Alluvial deposits.



Σχ. 3. Τρισδιάστατη απεικόνιση της Ζακύνθου με ισοδιάσταση 15 m. Διακρίνονται: δυτικά ο ορεινός όγκος της Βραχιώνας, στο κέντρο η πεδινή περιοχή και ανατολικά η λοφώδης περιοχή.

Fig. 3. Three-dimensional representation of Zakynthos island. Three morphological units are distinguished: Vrachiona mountain at the western-side of the island, in the middle the plainy area and at the eastern-side the hilly area.



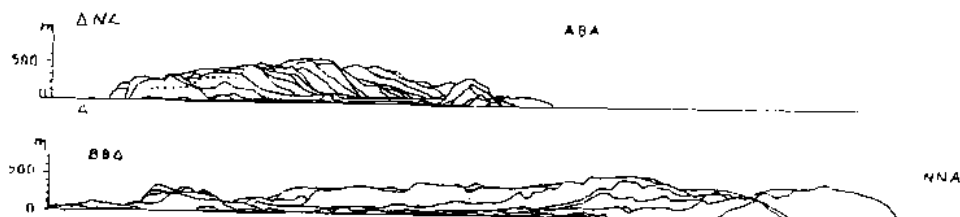
Σχ. 4. Τρισδιάστατη απεικόνιση της Ζακύνθου στην οποία διακρίνεται η κλίση της επιφάνειας της Πλειοκαινικής επίκλισης.

Fig. 4. Three-dimensional representation of Zakynthos island. The dip of the surface of Pleiocene transgression is obvious.

Α. Ορεινός όγκος της Βραχιώνας:

Καταλαμβάνει το δυτικό ήμισυ του νησιού, το ύψος του φθάνει τα 750 μέτρα και αποτελείται από ασβεστολίθους του Αν. Κρητιδικού καθώς και από μαργαίλους ασβεστολίθους του Ηωκαίνου και Ολιγοκαίνου. Πρόκειται για ένα ευρύ αντίκλινο με άξονα ΒΑ-ΝΔ, το οποίο διασχίζεται από πολυάριθμα ρήγματα.

Ο G. Horstmann (1967) διακρίνει τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων: ένα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, παράλληλη προς τον αντικλινικό άξονα και δύο άλλα συστήματα με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και Α-Δ. Η ηλικία των ρηγμάτων είναι Τεταρτογενής. Στο κορυφαίο τμήμα του αντικλίνου σχηματίζεται ένα οροπέδιο που βρίσκεται σε υψόμετρο 200-500 m και είναι έντονα καρστικοποιημένο. Στο οροπέδιο διακρίνονται τρεις επιφάνειες επιπέδωσης (Σχ. 5). Η χαμηλότερη σε υψόμετρο 200-220 m απαντάται στο νότιο και δυτικό τμήμα του οροπεδίου, η δεύτερη σε υψόμετρο 300-350 αναπτύσσεται κυρίως



Σχ. 5. Παράλληλες επικαλυπτόμενες τομές ανά 1 km., κατά τις διευθύνσεις α) ΔΝΔ - ΑΒΑ και β) ΒΒΔ - ΝΝΑ.

Fig.5. Parallel morphological profiles per kilometer, on the direction: a) WSW - ENE and b) NNW - SSE.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Λεκάνη α/α	Αριθμός ρευμάτων κατά τάξη				Συντελεστής διακλάδωσης				Μήκος ρευμάτων Km					Μέσο μήκος Km					Συντελεστής μήκους ρευμάτων			
	N1	N2	N3	N4	ΣN	Rb12	Rb23	Rb34	Rb	L1	L2	L3	L4	ΣL	L1	L2	L3	L4	ΣL	R2-1	R3-2	R4-3
1	9	3	1		13	3,00	3,00		3,00	6,00	7,00	0,70		11,30	0,66	2,33	0,70		3,69	3,53	0,30	
2	11	5	1		17	2,20	5,00		3,60	4,00	1,50	4,50		12,60	0,36	0,80	4,50		5,66	2,22	5,62	
3	4	2	1		7	2,00	2,00		2,00	0,40	4,10	2,00		8,50	0,10	2,05	2,00		4,15	20,55	0,97	
4	10	3	1		14	3,33	3,00		3,16	4,00	3,50	4,00		15,66	0,40	1,16	4,00		5,56	2,90	3,44	
5	8	2	1		11	4,00	2,00		3,00	3,00	1,50	4,00		11,50	0,37	0,75	4,00		5,12	2,02	3,33	
6	7	2	1		10	3,50	2,00		2,75	3,00	1,00	2,00		6,00	0,42	0,50	2,00		2,92	1,19	4,00	
7	9	2	1		12	4,50	2,00		3,25	4,00	2,00	1,00		7,00	0,50	1,00	1,00		2,50	2,00	1,00	
8	10	2	1		13	5,00	2,00		3,50	2,00	1,00	1,00		4,00	0,20	0,50	1,00		1,70	2,50	2,00	
9	6	2	1		9	3,00	2,00		2,50	1,00	1,00	1,00		3,00	0,16	0,50	1,00		1,66	3,12	2,00	
10	6	2	1		9	3,00	2,00		2,50	1,20	1,20	0,50		2,90	0,20	0,60	0,50		1,30	3,00	0,83	
11	7	3	1		11	3,50	3,00		3,25	3,00	1,50	1,00		5,50	0,42	1,00	1,00		2,42	2,38	1,00	
12	12	3	1		16	4,00	3,00		3,50	3,50	3,00	2,00		8,50	0,29	1,00	2,00		3,29	3,44	2,00	
13	4	2	1		7	2,00	2,00		2,00	1,00	7,50	0,10		8,60	0,25	3,75	0,10		4,10	15,00	0,02	
14	6	3	1		10	2,00	3,00		2,50	3,50	1,50	0,40		5,40	0,58	0,50	0,40		1,48	0,86	0,80	
15	4	2	1		7	2,00	2,00		2,00	1,20	2,90	1,00		5,10	0,30	1,45	1,00		2,75	4,83	0,68	
16	9	3	1		13	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00	0,20		6,20	0,33	1,00	0,20		1,53	3,03	0,20	
17	13	4	1		18	3,25	4,00		3,62	4,00	4,00	4,00		12,00	0,30	1,00	4,00		5,30	3,33	4,00	
18	8	3	1		12	2,66	3,00		2,82	4,00	2,00	2,00		8,00	0,50	0,66	2,00		3,16	1,32	3,03	
19	11	2	1		14	5,50	2,00		3,75	7,50	2,00	5,50		15,00	0,68	1,00	5,50		7,28	1,47	5,50	
20	13	6	1		20	2,16	6,00		4,08	17,00	4,50	9,00		30,50	1,30	0,75	9,00		2,05	0,57	0,81	
21	10	5	1		16	2,00	5,00		3,50	4,50	3,00	5,00		12,50	0,45	0,60	5,00		1,55	1,33	8,33	
22	19	7	3	1	30	2,71	2,33	3	2,66	19,00	27,60	8,00	10,00	64,00	1,00	3,88	2,66	10,00	17,54	3,88	0,68	3,75
23	15	6	3	1	25	2,50	2,00	3	2,5	10,00	6,00	1,50	4,00	21,50	0,66	1,00	0,50	1,00	6,16	1,51	0,5	8,00

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Λεκάνη α/α	Εκτασή Au Km ²	Μήκος L Km	Πλάτος W Km	Περιφέρως P Km	Πυκν. αποχ. D=Km/Km ²	Συχνότητα F=N/Km ²	D ₁	F ₂	S=L/W	Κυκλικότητα C	Σταθ. διατ. κάτης 1/D	Μέγιστο υψόμετρο m	Στόμιο λεκάνης m	Λόγος αναγλ. Rh	Επιμήκυνση Ei=d/L	Τραχήτητα αναγλ. Rn
1	1,75	2,25	1,35	5,7	6,475	7,228	3,43	5,14	1,66	0,67	0,15	280	0	0,124	1,19	1,80
2	5,06	5,20	1,55	12,0	2,490	3,359	0,79	2,17	3,35	0,44	0,40	600	0	0,126	0,30	1,49
3	2,06	4,20	0,90	9,0	4,126	3,398	0,19	1,94	4,66	0,31	0,24	509	0	0,121	0,58	2,10
4	4,75	3,50	2,20	9,0	3,296	2,947	0,84	2,10	1,59	0,73	0,30	582	0	0,166	0,46	1,91
5	2,68	3,20	1,50	8,0	4,291	4,104	1,12	2,98	2,13	0,52	0,23	440	0	0,137	0,67	1,91
6	1,43	1,90	1,50	5,9	4,195	6,993	2,09	4,89	1,26	0,51	0,23	450	0	0,236	1,56	1,88
7	3,06	2,75	1,75	6,7	2,287	3,921	1,31	2,94	1,57	0,85	0,43	450	0	0,163	0,67	1,88
8	1,43	2,00	1,20	5,0	2,797	9,090	1,39	6,99	1,66	0,71	0,35	355	0	0,177	1,48	1,02
9	1,18	1,75	1,50	5,0	2,542	7,620	0,84	5,08	1,16	0,59	0,39	316	0	0,180	1,86	0,99
10	1,00	1,90	1,80	4,0	2,900	9,000	1,20	6,00	1,05	0,78	0,34	320	0	0,168	1,86	0,80
11	2,06	3,00	1,00	6,2	2,669	5,339	0,19	3,39	3,00	0,67	0,37	390	0	0,130	0,82	1,04
12	4,06	4,00	1,50	9,0	2,093	3,940	0,86	2,95	2,66	0,62	0,47	490	0	0,122	0,44	1,02
13	5,25	5,25	2,00	13,0	1,638	1,333	0,19	0,76	2,62	0,39	0,61	490	0	0,093	0,29	0,80
14	2,50	4,30	1,75	6,2	2,160	4,000	1,40	2,40	2,45	0,81	0,46	429	0	0,099	0,52	0,92
15	4,06	4,00	1,85	11,0	1,256	1,724	0,29	0,98	2,16	0,42	0,79	450	0	0,112	1,43	0,56
16	1,81	3,00	0,75	7,0	3,425	7,182	1,66	4,97	4,00	0,46	0,29	410	0	0,136	0,88	1,40
17	8,43	5,87	3,10	14,0	1,423	2,135	0,47	1,54	1,87	0,54	0,70	440	0	0,074	0,21	0,62
18	3,43	4,50	1,10	10,0	2,332	3,498	1,16	2,33	4,09	0,43	0,42	606	0	0,134	0,42	1,41
19	15,75	8,25	4,00	15,0	0,952	0,888	0,47	0,69	2,06	0,88	1,05	606	0	0,073	0,10	0,576
20	12,31	7,00	3,50	18,0	2,477	1,624	1,38	1,05	2,00	0,47	0,40	606	0	0,086	0,14	0,501
21	5,81	4,00	3,75	15,0	2,151	2,753	0,77	1,72	1,06	0,32	0,46	600	20	0,150	0,37	1,29
22	38,75	15,00	5,75	29,0	1,651	0,774	2,04	0,49	2,60	0,57	0,61	640	0	0,042	0,04	1,05
23	9,31	6,70	2,80	16,0	2,309	2,625	1,07	1,61	2,39	0,45	0,41	520	0	0,070	0,17	1,20

στο κεντρικό τμήμα, ενώ η υψηλότερη επιφάνεια των 450-500 m στην βόρεια περιοχή. Οι καρστικές μορφές απαντώνται σε υψόμετρα 200-300 και 350-500 m. Το καρστ του οροπεδίου είναι αυθιγενές (Jakucs, 1977) και σχηματίζεται σε μια ζώνη πλάτους 3-5 Km και μήκους 30 Km, η οποία αντιστοιχεί με το κορυφαίο του αντικλίνου αλλά και με την επιφάνεια της επίκλυσης του μέσου Πλειοκαίνου.

Το επίπεδο της επίκλυσης είναι κεκλιμένο προς ΝΔ, όπως φαίνεται στην τρισδιάστατη απεικόνιση του Σχ. 4, η οποία κατασκευάστηκε με τη χρήση Γ.Σ.Π. από ψηφιοποιημένους τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ. Η κλίση της επιφάνειας επίκλυσης οφείλεται σε τεκτονικό γεγονός που έλαβε χώρα μετά την απόθεση των ιζημάτων του Ανωτέρου Πλειοκαίνου και των Καλαβρίων καλκαρενιτών, που εκάλυπταν την επιφάνεια του οροπεδίου.

Οι καρστικές μορφές που απαντώνται στο οροπέδιο της Βραχιώνας είναι επιμήκεις ξηρές κοιλάδες μήκους 1-3,5 Km και πλάτους 100-400 m. Συνήθως το δάπεδο των κοιλάδων καλύπτεται από ερυθρογαίες. Σε αρκετές παρατηρούνται καταρροφητικές καταβόθρες, οι οποίες πολλές φορές φράσουν και κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων το δάπεδο των κοιλάδων καλύπτεται περιοδικά από νερό. Οι ξηρές καρστικές κοιλάδες που αναπτύσσονται στους κρητιδικούς ασβεστολίθους, έχουν διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ, είναι δηλαδή παράλληλες προς τον αντικλινικό άξονα, όπως επίσης και προς το σύστημα ρηγμάτων ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσεως. Παρ' όλο που υπάρχουν αρκετές καρστικές κοιλάδες που ελέγχονται από αυτά τα ρήγματα, οι περισσότερες δεν σχετίζονται με την ύπαρξη ρηγμάτων, αλλά αναπτύσσονται κατά την παράταξη των στρωμάτων. Πρόκειται δηλαδή για δομικό καρστ. Στο νότιο τμήμα της Βραχιώνας, στην περιοχή Φάρου Κερίου και στη λίμνη Κερίου, τα ανθρακικά πετρώματα είναι ασβεστολίθοι του Ηωκαίνου. Στις περιοχές αυτές, αντίθετα από ότι συμβαίνει στο υπόλοιπο τμήμα της Βραχιώνας, οι καρστικές μορφές ελέγχονται από ρήγματα που έχουν διεύθυνση Α-Δ και ΒΒΑ-ΝΝΔ. Κάθετα προς τη διεύθυνση των επιμήκων ξηρών καρστικών κοιλάδων, αλλά και κάθετα προς τον αντικλινικό άξονα, αναπτύσσεται ένα ενεργό υδρογραφικό δίκτυο που ελέγχεται από ρήγματα ΒΒΑ-ΝΝΔ και Α-Δ. Τα ρεύματα του δικτύου αυτού, τα μεν του δυτικού τμήματος φθάνουν με μεγάλες κλίσεις στις ακτές του Ιονίου, τα δε του ανατολικού τμήματος, σκάβουν βαθιά τους ασβεστολίθους και κατέρχονται με μεγάλες κλίσεις προς την κεντρική πεδιάδα, όπου σχηματίζουν ριπίδια.

Β. Κεντρική πεδινή περιοχή:

Σχηματίζεται μεταξύ της ασβεστολιθικής οροσειράς της Βραχιώνας και της λοφώδους περιοχής των ανατολικών ακτών. Η έκτασή της υπερβαίνει τα 80 Km², το ανάγλυφο είναι ομαλό και έχει υψόμετρο από 0 έως 40 m. Το ομαλό ανάγλυφο διακόπτεται από μικρούς λόφους, που αποτελούνται από ανθεκτικούς στη διάβρωση ορίζοντες των μειοκαινικών στρωμάτων, είτε από γύψους. Προς Βορρά η πεδιάδα φθάνει μέχρι τον κόλπο των Αλυκών και προς Νότο μέχρι τον κόλπο του Λαγανά. Και στις δύο περιοχές αναπτύσσονται παράκτιες θίνες. Οι θίνες είναι περισσότερο αναπτυγμένες

στην περιοχή του Λαγανά, όπου έχουν ύψος μέχρι και 12 μέτρα. Οι θίνες καταλαμβάνουν μια ζώνη, που το πλάτος της φθάνει περίπου 800 m από την ακτή έως στην περιοχή των αποξηραμένων βαλτότοπων, όπου σήμερα βρίσκεται το αεροδρόμιο.

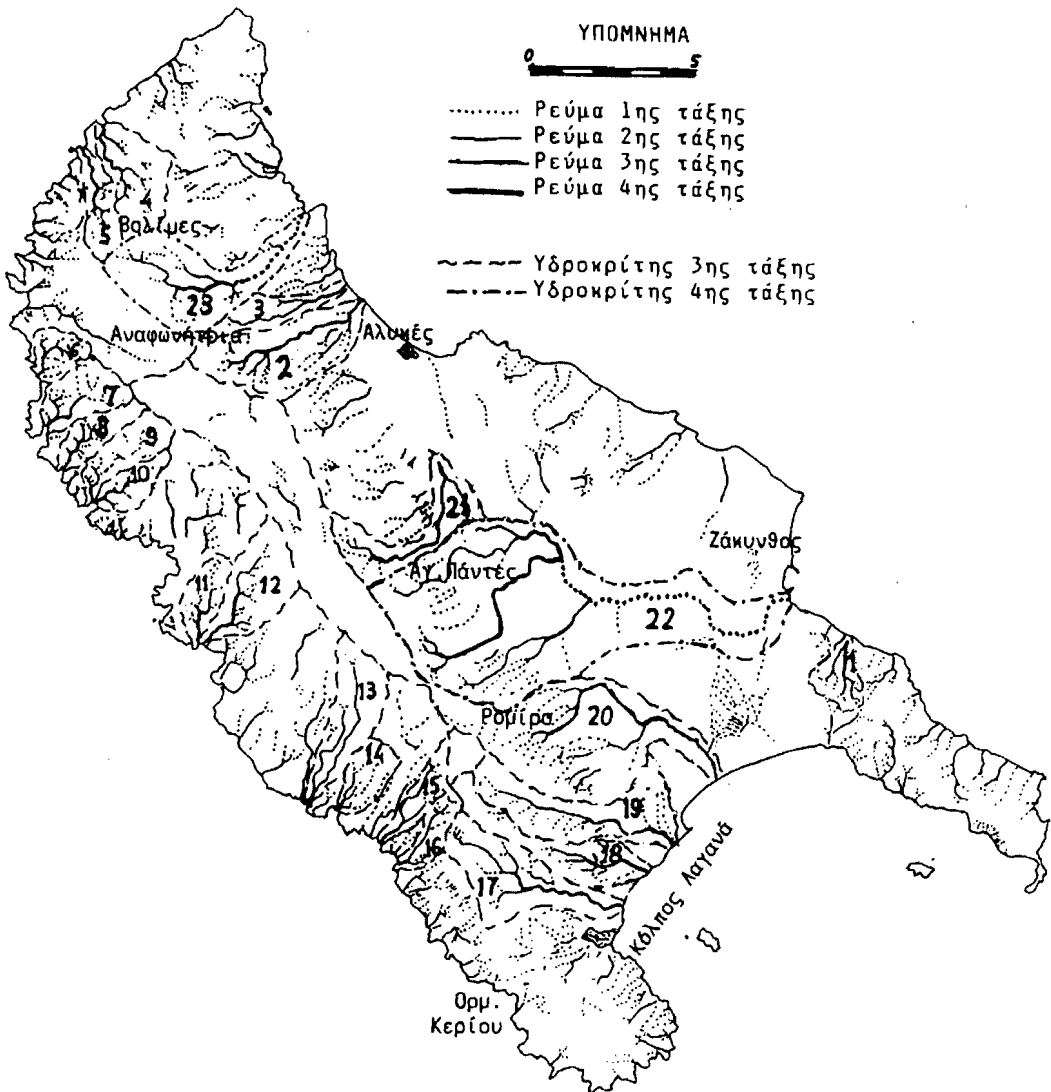
Το δυτικό τμήμα της περιοχής αποτελείται από Μειοκαινικές αποθέσεις (Δερμιτζάκης 1978) και φθάνει μέχρι τις απότομες ασβεστόλιθικές κλιτύες της Βραχιώνας. Η επαφή της Μειοκαινικής σειράς με τους ασβεστόλιθους είναι τεκτονική (Μίρκου 1974, Sorel 1976) και εμφανίζεται από τον όρμο των Αλυκών μέχρι τον όρμο Κερίου σε μήκος 20 Km περίπου. Στην τεκτονική επαφή σχηματίζονται ριπίδια εκεί όπου φθάνουν εποχικά ρεύματα από το οροπέδιο. Τα ριπίδια είναι λίγα γιατί λίγα είναι και τα ρεύματα που φθάνουν στην πεδιάδα. Τα ρεύματα αυτά προέρχονται από τις καρστικές κοιλάδες μήκους 3 έως 5 Km, των οποίων το δάπεδο αποτελείται από ερυθρογαίες. Πρέπει να αναφερθεί ότι μετά την ανάδυση της νήσου, που έγινε μετά την απόθεση των καλαβρίων καλκαρενιτών (Κατ. Πλειστόκαινο), η επιφάνεια του οροπεδίου καλυπτόταν από ιζήματα μεγάλου πάχους της Πλειοκαλαβρίου σειράς. Η διάβρωση αυτών των υλικών τροφοδότησε με υλικό τα ρεύματα και αυτό δείχνει ότι η προσφορά υλικού, αμέσως μετά την ανάδυση, ήταν μεγάλη. Σήμερα τα ριπίδια δεν αναπτύσσονται πλέον, αφ' ενός μεν λόγω κλιματολογικών συνθηκών, αλλά κυρίως λόγω έλλειψης υλικού, εφ' όσον το οροπέδιο μετά τη διάβρωση της Πλειοκαλαβρίου σειράς δεν έχει άλλο υλικό να δώσει, εκτός από τις περιορισμένης έκτασης, ερυθρογαίες. Τα ριπίδια διαυλακώνονται από ρεύματα και σε πολλές περιπτώσεις έχουν απομονωθεί από τις απότομες κλιτύες λόφοι, με υλικό ριπιδίων, όπως συμβαίνει στις περιοχές Παντοκρότωρ, Βουγιάτο, Μαχαιράδο και Αγ. Πάντες. Η έκταση των ριπιδίων πρέπει να ήταν πολύ μεγαλύτερη όπως φαίνεται στην περιοχή Αγ. Πάντων, όπου λόφος με υψ. 80 m αποτελούμενος από υλικό ριπιδίου, απέχει 1,5 Km από την κορυφή του ριπιδίου.

Το κεντρικό τμήμα της πεδιάδας καλύπτεται από αλλουβιακές αποθέσεις μικρού πάχους, κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται οι μάργες του νεογενούς. Η πεδιάδα διαρρέεται από ένα ρεύμα με μικρή κλίση, το οποίο εκβάλλει νότια της πόλης της Ζακύνθου. Σε πολλά σημεία λόγω του χαμηλού αναγλύφου της αλλουβιακής πεδιάδας, αλλά και λόγω των αδιαπεράτων υποκειμένων μαργών, δημιουργούνται εκτάσεις με λιμνάζοντα νερά. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η περιοχή Μακρή, όπου είναι το αεροδρόμιο, τα νερά της οποίας με αποστραγγιστικά κανάλια παροχετεύονται στο ρεύμα που εκβάλλει στον όρμο του Λαγανά.

Γ. Λοφώδης περιοχή ονατολικού τμήματος

Καταλαμβάνει το ΒΑ τμήμα της νήσου, από τον Αλικανά μέχρι την πόλη της Ζακύνθου. Έχει υψόμετρο από 70-200 και αποτελείται από ιζήματα της Πλειοκαλαβρίου σειράς. Τα Πλειοκαινικά στρώματα αποτελούνται από ένα κατώτερο ορίζοντα από αργίλους και κυανές μάργες και έναν ανώτερο ορίζοντα από ψαμμίτες και αργιλόμαργες (Μίρκου 1974). Ασύμφωνα επίκεινται Καλάβριες αποθέσεις (Karaudren 1970, Μίρκου 1974), που αποτελούνται από θαλασσογενή πορώδη βιο-

κλαστικό ασβεστόλιθο (καλκαρενίτη). Τα υποκείμενα Πλειοκαινικά στρώματα κλίνουν προς ΒΑ με κλίση 13° - 20° , ενώ τα υπερκείμενα Καλάβρια είναι σχεδόν οριζόντια ή με μικρή κλίση 2° - 3° προς ΝΑ. Η πλειοκαινική σειρά παρουσιάζει μονοκλινή δομή, που κλίνει προς ΒΑ. Λόγω της ύπαρξης οριζόντων με διαφορετική αντοχή στη διάβρωση (Μάργες, Αργιλόμαργες, Ψαμμίτες) σχηματίζονται διαδοχικοί λόφοι με ομαλές κλίσεις προς ΒΑ, που έχουν κλίση ίδια με την κλίση των στρωμάτων (13° - 20°) ενώ οι ΝΔ



Σχ. 6. Χάρτης Υδρογραφικού Δικτύου της Ζακύνθου.

Fig. 6. Map of the drainage systems of Zakynthos island.

κλιτύες είναι απότομες. Η μορφή αυτή του αναγλύφου αντιστοιχεί προς την Cuesta. Οι πλέον χαρακτηριστικές μορφές Cuesta βρίσκονται στην περιοχή Καλλιπάδο-Τραγάκι-Ακρ. Γάιδαρος καθώς και στην πόλη της Ζακύνθου, η οποία ευρίσκεται στους πρόποδες της Cuesta.

Εκτός από τις τρεις κύριες ενότητες διακρίνονται ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά και στον ορεινό όγκο του Σκοπού (υψ. 492), ο οποίος έχει μια σύνθετη τεκτονική και αποτελείται από ιζήματα της Ιονίου ενότητας (Τριαδικό βιτουμενιούχο ασβεστόλιθοι, γύψος, ανυδρίτης). Η περιοχή αυτή εμφανίζει έντονο ανάγλυφο που οφείλεται και στο ευκολοδιάβρωτο των πετρωμάτων, αλλά και στη μεγάλη τεκτονική καταπόνηση.

Υδρογραφικά Συστήματα

Το υδρογραφικό δίκτυο της Ζακύνθου αναπτύσσεται κυρίως στις ανατολικές και δυτικές κλιτύες του όρους Βραχιώνα και του όρους Σκοπός, ενώ ουσιαστικά απουσιάζει από ένα μεγάλο μέρος του ανατολικού τμήματος του νησιού, όπου παρατηρούνται σποραδικά λίγιοι κλάδοι 1ης τάξης (Σχ. 6). Το νησί διασχίζεται από δύο παράλληλους επιμήκεις υδροκρίτες κατά τη διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ οι οποίοι αφορίζουν μια ζώνη μήκους περίπου 15 Km και πλάτους 1,5-2,0 Km, όπου έχουν αναπτυχθεί καρστικές μορφές και δεν παρατηρείται επιφανειακή απορροφή.

Οι κύριοι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου στις ανατολικές και δυτικές κλιτύες, έχουν διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΒΔ, ενώ στο βόρειο και νότιο τμήμα, που καθορίζονται από τη διεύθυνση των κύριων τεκτονικών γραμμών ΒΒΔ-ΝΝΔ. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα ρεύματα που αναπτύσσονται στην κεντρική πεδιάδα δεν εκβάλλουν στη θάλασσα, αλλά ένα μεγάλο μέρος απ' αυτά χάνονται στις προσχώσεις, κυρίως κοντά στις Αλυκές, ενώ άλλα κάμπτονται προς νότον, συμβάλλουν με άλλα ρεύματα και αναπτύσσεται μια κοίτη μεγαλύτερης τάξης που τελικά καταλήγει στη θάλασσα.

Η μορφή των κυρίων κλάδων των υδρογραφικών δικτύων είναι υποπαράλληλη (όπως χαρακτηρίζεται από τον Howard, 1967), που δείχνει ότι το δίκτυο ελέγχεται, ως επί το πλείστον, από την τεκτονική δομή της περιοχής και συνδέεται με την ύπαρξη πετρωμάτων με απότομη κλίση. Οι κλάδοι 1ης τάξης των ρευμάτων, καθώς και μερικά ρεύματα στο βορειοανατολικό τμήμα της κεντρικής Ζακύνθου, που αναπτύσσονται σε νεογενείς αποθέσεις, παρουσιάζουν δενδριτική μορφή υδρογραφικού δικτύου ή συνδυασμό δενδριτικής μορφής με διευθυνόμενη κλιμακωτή (Howard, 1967). Η δενδριτική μορφή ευνοείται σε ομαλές περιοχές με ομοιόμορφη κατασκευή, ενώ η διευθυνόμενη κλιμακωτή και η υποπαράλληλη μορφή αναπτύσσονται σε περιοχές που έχουν υποστεί τεκτονισμό και εμφανίζουν πτυχές κεκλιμένα στρώματα ή ρήγματα.

Στη Ζάκυνθο έχουν αναπτυχθεί αρκετές αυτοτελείς λεκάνες 1ης τάξης, περίπου 50 λεκάνες 2ης τάξης, 21 λεκάνες 3ης τάξης και 2 λεκάνες 4ης τάξης. Στατιστική

ανάλυση έγινε στις αυτοτελείς λεκάνες 3ης και 4ης τάξης, τα αποτελέσματα της οποίας παραθέτουμε στους Πίνακες I και II.

Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης

Ο αριθμός των κλάδων των διαφόρων τάξεων στις λεκάνες απορροής είναι ο θεωρητικά αναμενόμενος.

Οι συντελεστές διακλάδωσης (Rb) στο 57% των λεκανών τρίτης τάξης κυμαίνονται μεταξύ 3,0-4,08 και δείχνουν καλά αναπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο, ενώ στις υπόλοιπες λεκάνες καθώς και στις λεκάνες 4ης τάξης οι Rb είναι μικρότεροι του 3 και δείχνουν ότι το υδρογραφικό δίκτυο των λεκανών αυτών δεν είναι ολοκληρωμένο και αυτό οφείλεται στο πολύ νέο στάδιο εξέλιξης.

Όσον αφορά στο μέσο μήκος των κλάδων των λεκανών σχεδόν σε όλες τις λεκάνες και σε όλες τις τάξεις, εκτός εξαιρέσεων, παρατηρούνται μεγάλες αποκλίσεις των τιμών προς τα κάτω από τις θεωρητικά αναμενόμενες. Αυτό οφείλεται στις μεγάλες πρωτογενείς κλίσεις και στο ανάγλυφο.

Η υδρογραφική πυκνότητα (D) παρουσιάζει τιμές που περιλαμβάνονται μεταξύ 0,95-6,45. Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου είναι χομηλή έως μέτριο, παρά το ύψος των βροχοπτώσεων που δέχεται το νησί (973,9 mm Hg/έτος) και πρέπει να αποδοθεί αφ' ενός στη δυσμενή επίδραση της λιθολογίας, γιατί το μεγαλύτερο τμήμα των λεκανών απορροής αναπτύσσεται σε ανθρακικά πετρώματα, που είναι έντονα καρστικοποιημένα, και αφ' ετέρου στην έλλειψη βλάστησης.

Ανάλογη εικόνα προς την υδρογραφική πυκνότητα παρουσιάζει και η υδρογραφική συχνότητα (F) του υδρογραφικού δικτύου με ελαφρά υψηλότερες τιμές που κυμαίνονται από 0,77-9,00. Προκειμένου να καθορίσουμε αν οι διαφορές στην υδρογραφική πυκνότητα των λεκανών προήλθε από την ούξηση ή τη δημιουργία νέων κοιτών ή στην επιμήκυνση των προϋπαρχουσών κοιτών 1ης τάξης μελετήσαμε την πυκνότητα (D_1) και συχνότητα (F_1) των κλάδων 1ης τάξης. Οι τιμές συχνότητας F_1 , είναι σαφώς υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές συχνότητας D_1 και αυτό δείχνει δημιουργία νέων κοιτών 1ης τάξης, που δηλώνει νεαρό στάδιο εξέλιξης του υδρογραφικού δικτύου.

Οι τιμές διοτήρησης της κοίτης (C) είναι γενικά σχετικά υψηλές για τις λεκάνες 3ης τάξης 0,23-1,05 Km²/Km και αυτό πρέπει να αποδοθεί στη λιθολογία, γιατί το μεγαλύτερο ποσοστό των λεκανών ανοιπύσσονται σε ασβεστολιθικά πετρώματα και παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές με τιμές από 0,15 έως 0,61 Km²/Km. Κατά τους Clock (1931, 32) και Parker (1976) (από Αστάρο 1980), σε μια λεκάνη απορροής η υδρογραφική συχνότητα (F) αυξάνει αρχικά καθώς προχωρεί η διάβρωση από το στάδιο νεότητας στο στάδιο ωριμότητας, με αποτέλεσμα να μειώνεται η C. Στο δυτικό τμήμα όμως, η σχέση αυτή μειώνεται και σχηματίζονται λεκάνες σχεδόν κυκλικές. Αυτό οφείλεται στην ταχεία υποχώρηση των οκτών εξαιτίας καταπτώσεων ή ρηγμα-

των, που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του μήκους του κλάδου της μεγαλύτερης τάξης. Στις λεκάνες 9-10 και 11-12 έχει αποκοπεί ο μεγαλύτερος κλάδος και έχουν δημιουργηθεί ανά 2 λεκάνες μικρότερης τάξης.

Οι λόγοι αναγλύφου (R_h) δείχνουν τον ολικό βαθμό κλίσης των λεκανών απορροής, αλλά δείχνουν και την ένταση των διεργασιών διάβρωσης που έλαβαν χώρα μέχρι σήμερα. Οι μικρές τιμές δείχνουν εντονότερη διάβρωση και μικρότερη κλίση της λεκάνης απορροής. Στις λεκάνες απορροής 3ης τάξης οι τιμές R_h κυμαίνονται από 0,073 έως 0,236. Μικρότερες τιμές παρουσιάζουν οι λεκάνες προς το νότιο τμήμα σε σχέση με τις άλλες που βρίσκονται βορειότερα. Πολύ χαμηλές τιμές έχουν οι λεκάνες απορροής 4ης τάξης.

Η τραχύτητα αναγλύφου (R_n) παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές που κυμαίνονται από 0,383 έως 0,718. Τις υψηλότερες τιμές παρουσιάζουν οι λεκάνες απορροής που βρίσκονται στο δυτικό τμήμα και παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις. Από τον τύπο προκύπτει ότι εφ' όσον η υδρογραφική πυκνότητα είναι χαμηλή, οι υψηλότερες τιμές οφείλονται στο εντονότερο ανάγλυφο.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μορφολογία της Ζακύνθου καθορίζεται από την τεκτονική δομή, που είναι ένα ασύμμετρο βραχυαντίκλινο με άξονα ΒΒΔ-ΝΝΑ. Το κορυφαίο του αντικλίνου βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του νησιού στην περιοχή του ορεινού όγκου της Βραχίωνας το ύψος του οπαίου φθάνει τα 750 μέτρα. Η δυτική πλευρά του αντικλίνου, προς το Ιόνιο Πέλαγος, είναι απότομη και σχηματίζει κρημνούς μεγάλου ύψους (Λειβαδίτης 1987), ενώ η ανατολική πλευρά είναι ομαλότερη, έχει μεγαλύτερο μήκος και σχηματίζεται από μια μονοκλινή διαδοχική ακολουθία στρωμάτων από το Κρητιδικό μέχρι το Πλειοκαλάβριο. Η ακολουθία των στρωμάτων είναι σχεδόν συνεχής με μικρές μόνο διακοπές στην ιζηματογένεση (Δερμιτζάκης 1978).

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι ολόκληρη η νήσος αναδύθηκε μόλις κατά το Τεταρτογενές, οπότε άρχισαν οι διαδικασίες διάβρωσης ταυτόχρονα σε όλους τους λιθολογικούς σχηματισμούς. Οι μορφολογικές ενότητες εμφανίζονται σε μια διαδοχική σειρά, παράλληλη προς τον αντικλινικό άξονα και καθορίζονται από το είδος των πετρωμάτων, την κλίση τους, τις κατακόρυφες τεκτονικές κινήσεις και τη σχέση κάθε ενότητας με τις γειτονικές της. Δυτικά του αντικλινικού άξονα, οι κλιτύες κατέρχονται προς τη θάλασσα με μεγάλες κλίσεις και σε παλλές περιπτώσεις σχηματίζουν κρημνούς ύψους 100άδων μέτρων. Το απότομο ανάγλυφο συνεχίζεται και υπό την επιφάνεια της θάλασσας με μεγάλες κλίσεις.

Το κεντρικό τμήμα του αντικλίνου είναι καρστικοποιημένο έντονα. Οι καρστικές μορφές είναι επιμήκεις κοιλάδες που αναπτύσσονται παράλληλα προς την παράταξη και το σύστημα ρηγμάτων BBA-NNA διευθύνσεως. Η καρστικοποίηση, η οποία ακολούθησε την διάβρωση των πλειοκαλάβριων ιζημάτων, που είχαν αποτεθεί ασύμφωνα στους ασβεστολίθους του αντικλίνου, θα πρέπει να έγινε κατά τα μεσοπαγετώδη στάδια του Μέσου και του Αν. Πλειστοκαίνου.

Κάθετα προς τον αντικλινικό άξονα, στον ορεινό όγκο της Βραχιώνας, αναπτύσσεται ένα ενεργό υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο στις Δυτικές απόκρημνες περιοχές προς το Ιόνιο εμφανίζει κλάδους με μεγάλη κλίση. Από τους κλάδους αυτούς άλλοι φθάνουν στη θάλασσα διότι μπόρεσαν να εξελιχθούν συνεχώς, ενώ άλλοι σχηματίζουν κρεμασμένες κοιλάδες, γεγονός που δείχνει ότι οι καταπτώσεις ή τα ρήγματα που απέκοψαν τους κλάδους αυτούς είναι πολύ πρόσφατης ηλικίας. Στις ανατολικές πλευρές του αντικλίνου τα ενεργά ρεύματα σχηματίζουν ριπίδια προς την κεντρική πεδιάδα. Το υλικό που μεταφέρουν τα ρεύματα, μετά τη διάβρωση των πλειοκαλάβριων ιζημάτων, είναι λίγο και η ανάπτυξη των ριπιδίων δεν γίνεται σήμερα.

Στο ανατολικό τμήμα του νησιού, από την περιοχή Αλικανά μέχρι την πόλη της Ζακύνθου, λόγω της μονοκλινούς δομής των πλειοκαινικών στρωμάτων και της ύπαρξης οριζόντων με διαφορετική αντοχή στη διάβρωση σχηματίζεται Cuesta.

Από όσα αναφέρθηκαν προκύπτει ότι οι μορφολογικές ενότητες της νήσου παρουσιάζουν μια ζωνώδη διάταξη παράλληλη προς τον αντικλινικό άξονα, που βρίσκεται στο βουνό Βραχιώνα με διεύθυνση BBA-NNA. Η μόνη περιοχή που δεν ακολουθεί την διάταξη αυτή, είναι η περιοχή του όρους Σκοπός στο ΝΑ τμήμα του νησιού, η οποία αποτελείται από πετρώματα της Ιόνιας ενότητας, που είναι επωθημένη στην ενότητα Παξών. Η περιοχή αυτή εμφανίζει έντονο ανάγλυφο, που είναι αποτέλεσμα της σύνθετης τεκτονικής δομής, του ευκολοδιάβρωτου χαρακτήρα των πετρωμάτων και των φαινομένων διαπηρισμού.

Η μορφή των κυρίων κλάδων των υδρογραφικών δικτύων είναι υποπαράλληλη (Howard, 1967), που δείχνει ότι ελέγχεται επί το πλείστον από την τεκτονική δομή και συνδέεται με την ύπαρξη πετρωμάτων με απότομη κλίση, ενώ οι κλάδοι 1ης τάξης καθώς και ρεύματα του βορειοανατολικού τμήματος της κεντρικής Ζακύνθου, που αναπτύσσονται σε νεογενείς αποθέσεις, παρουσιάζουν συνδυασμό υδρογραφικού δικτύου δενδριτικής μορφής με διευθυνόμενη κλιμακωτή. Η υδρογραφική πυκνότητα (D) καθώς και η συχνότητα (F) είναι γενικά χαμηλές έως μέτριες παρά το ύψος των βροχοπτώσεων, που δέχεται το νησί και αυτό οφείλεται στη λιθολογία (καρστικοποιημένα ανθρακικά πετρώματα) και στην έλλειψη βλάστησης.

Οι τιμές όμως F_1 (συχνότητα κλάδων 1ης τάξης) είναι σαφώς υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές D_1 και δείχνει δημιουργία νέων κοπών 1ης τάξης, που οφείλεται στο νεαρό στάδιο εξέλιξης του υδρογραφικού δικτύου.

Οι τιμές διατήρησης της κοίτης (C) είναι γενικά υψηλές και οι μεταβολές οφείλονται στο στάδιο εξέλιξης που βρίσκεται κάθε λεκάνη και σε λιθολογικά αίτια.

Από τη σχέση $S=L/W$ παρατηρούμε ότι δημιουργούνται επιμήκεις λεκάνες με ασύμμετρη ανάπτυξη κλάδων εκατέρωθεν της κυρίας κοίτης. Στο δυτικό τμήμα όμως, η σχέση αυτή μειώνεται και δημιουργούνται σχεδόν κυκλικές λεκάνες. Αυτό οφείλεται στην ταχεία υποχώρηση των ακτών εξ απίας καταπτώσεων ή ρηγμάτων.

Οι λόγοι αναγλύφου (Rh) δείχνουν ότι εντονότερη διάβρωση έχουν υποστεί και παρουσιάζουν μικρότερες κλίσεις οι λεκάνες απορροής που βρίσκονται στο νότιο τμήμα καθώς και οι λεκάνες απορροής 4ης τάξης.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους συναδέλφους, κ. Β. Νάκο, που μας διέθεσε το ψηφιοποιημένο τοπογραφικό υπόβαθρο της Ζακύνθου και τον κ. Σ. Πλέσσα που μας βοήθησε στη χρήση των Γ.Σ.Π.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALEXOULI-LIVADITI A., 1989. Sedimentology of the surficial sediments of Laganas Bay (Zakynthos, Greece). Geobound, 3. Brussels.
- ALEXOULI-LIVADITI A., 1989. Sedimentological and Minerological study of the coastal sediments of Zakynthos island (Greece). Geobound 3, Brussels.
- ΑΣΤΑΡΑΣ Θ., (1980), Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκου (Κ. Μακεδονία). Διδ. Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- BIZON G., et MULLER C., 1977. La limite Pliocene - Pleistocene dans l' ile de Zante. La coupe de la Citadelle. C.R. somm. Soc. Geol. Fr. 4, p. 212-216, Paris.
- BIRD E., 1968. Coasts. An introduction to systematic geomorphology, vol. 4 Canverra: Aust. Nat. Univ. Press.
- DERMITZAKIS M., PAPANIKOLAOU D., and KAROTSIERIS Z., 1977. The marine Quaternary deposits of SE Zakynthos island and their paleographic implications. VI Inter. Congress of Aegean Region, Athens.
- ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ Μ., 1978. Στρωματογραφία και Ιστορία ιζηματογένεσης του Μειοκαίνου της νήσου Ζακύνθου. An. Geol. des pays Hell. 29, Αθήνα.
- FLEMMING N.C., 1965. Form and relationship to present sea levels of Pleistocene marine erosion features. I. Geol., 73, p. 799-811.
- GOUDIE A., 1983. Environmental change. Oxford. Univ. Press, London.
- JAKUCS L., 1977. Morphogenetics of karst regions. A. HILGER, Bristol.

- ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ Γ., 1987. Μορφολογία των ακτών της νήσου Ζακύνθου. Πρακτ. 1ο Πανελ. Γεωγραφ. Συν., σ. 195-203, Αθήνα.
- MARGARITOULIS D., LASKARATOS A., LIVADITIS G., ALEXOULI-LIVADITI A., ARIANOUTSOU M., 1987. Nesting activity and factors affecting breeding of Logger head sea turtle *Caretta Caretta* (L) in Greece. Ministry of Env., Phis. Plan. and Public Works. p. II-1-24, Athens.
- ΜΙΡΚΟΥ-ΠΕΡΙΠΟΠΟΥΛΟΥ Ρ., 1974. Στρωματογραφία και Γεωλογία του Βορ. Τμήματος της Ζακύνθου.
- SOREL D., 1976. Etude Neotectonique dans l' arc Egeen Externe Occidentale. Les iles Ioniennes de Kephallinia et Zakynthos et l' Elide Occidentale. Acad. de Paris. Univ. de Paris XI - Centre d' Orsay.
- UNDERHILL J., 1985. Neogene and Quaternary and Sedimentation in Western Greece. Ph. D. in Univ. of Wales.