

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΠΑΓΕΤΩΔΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΑΓΕΤΩΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Δρ. Α. Μέττος

Δ/ντης, Δ/ση Γεωλογίας και Γεωλογ. Χαρτογραφίσεων ΙΓΜΕ

Δρ. Αν. Κουτσουβέλη

Πετρώλογος Τεταρτογενούς, Δ/ση Γεωλογίας και Γεωλογ. Χαρτ/σεων ΙΓΜΕ

Μέσα στη μακρόχρονη ιστορία της Γης των 4,5 δισεκατομμυρίων χρόνων, που στο μεγαλύτερο μέρος της μας είναι άγνωστη, έλαβαν χώρα γεωλογικά φαινόμενα, από την επίδραση ενδογενών (ορογένεση, ηφαιστειότητα, σεισμοί κλπ.) και εξωγενών δυνάμεων (αποσάθρωση, διάβρωση κλπ.), τα οποία συνεχώς μετέβαλλαν την επιφάνειά της. Σε όλο αυτό το διάστημα επικρατούσαν θερμές περιόδους μεγάλης διάρκειας, που διακόπτονταν από μικρότερης διάρκειας παγετώδεις.

Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η πρώτη παγετώδης περίοδος τοποθετείται λίγο πριν από την έναρξη του Παλαιοζωικού (600 εκατ. χρόνια) στη Ν. Αφρική, Βραζιλία και Αυστραλία (King, 1961), καθώς επίσης και στη Σκανδιναβία, στη Γροιλανδία και στις περιοχές της Αρκτικής (Schwarzbach, 1963). Η δεύτερη μεγάλη παγετώδης περίοδος τοποθετείται στο Λιθανθρακοφόρο-Πέρμιο, 250 εκατ. χρόνια περίπου (Schwarzbach, 1963, και King, 1961), στη Ν. Αμερική, Ν. Αφρική, Ινδία και Αυστραλία. Η τελευταία παγετώδης περίοδος αρχίζει στο Ανώτερο Μειόκαινο, δηλαδή πριν από 9 εκατ. χρόνια, και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Από άποψη παλαιοκλιματολογίας, οι παγετώνες του Τεταρτογενούς (2,0 ή 1,6 εκατ. χρόνια) ονομάζονται και νεοπαγετώνες, των οποίων η προέλευση δεν είναι πλήρως διασαφηνισμένη (σχ. 1). Τα κλιματικά αυτά γεγονότα έχουν σημάδεψει έντονα την πιο πρόσφατη ιστορία της Γης.

Η θεωρία των παγετώνων αναπτύχθηκε στην περιοχή των Άλπεων, γιατί εκεί τα ιζήματα που απετέθησαν θεωρήθηκαν χαρακτηριστικά για τη μελέτη της στρωματογραφίας των παγετώνων της πλειστοκαινικής περιόδου.

Οi Penck και Brückner (1909) έδωσαν τις ονομασίες Günz-Mindel-Riss και Würm (από τέσσερα ποτάμια των ΒΔ Άλπεων), για να περιγράψουν τους τέσσερις μεγάλους παγετώνες του Τεταρτογενούς. Καθένας απ' αυτούς είναι αρκετά περίπλοκος, γιατί χαρακτηρίζεται από ψυχρά στάδια, με αύξηση των πάγων, και μεσοστάδια

με κατά το μάλλον ή ήττον εύκρατο ή θερμό κλίμα. Τα μεσοστάδια αυτά ονομάστηκαν μεσοπαγετώδεις περιόδους και αναφέρονται ως Günz/Mindel, Mindel/Riss και Riss/Würm (σχ. 2, 3). Ακόμη έχουν καταγραφεί δύο παγετώνες προηγούμενοι του Günz, που ονομάστηκαν Donau (Eberl, 1930) και Biber (Sclafe, 1965).

Οι παραπάνω ονομασίες των Penck και Brückner δεν χρησιμοποιούνται για όλη την Ευρώπη, και πολύ περισσότερο για όλες τις περιοχές της Γης. Έτσι ο όρος Würm χρησιμοποιείται κυρίως για τις περιοχές των Άλπεων και της Ν. Ευρώπης, ενώ οι όροι Weichsel και Wisconsin για τη Β. Ευρώπη και τη Β. Αμερική αντίστοιχα (σχ. 2, 3, 4).

Η τελευταία εξάπλωση των πάγων εκτεινόταν από τον Ατλαντικό έως τα Ουράλια και τον Καύκασο και από τον Ανταρκτικό ως τη Μεσόγειο, οπότε η γενική εικόνα της Ευρώπης ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή (σχ. 5). Κατά τη διάρκεια του Πλειστόκαινου, οπότε είχαμε και τη μεγαλύτερη ανάπτυξη των παγετώνων, η Γη καλυπτόταν από πάγους σε ποσοστό 32%, ενώ σήμερα οι μόνιμοι πάγοι καλύπτουν το 10% περίπου της επιφάνειας της Γης.

Στις περιοχές της Μεσογείου που αντιστοιχούν σε χαμηλά γεωγραφικά πλάτη, οι κλιματικές αλλαγές κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαινού δεν είναι τόσο ευδιάκριτες όσο στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Έτσι παλαιότερες ερμηνείες που δίνονται για το παλαιοκλίμα των περιοχών αυτών ήταν ελλιπείς. Τα τελευταία όμως χρόνια έχουν γίνει αξιολογές μελέτες και έχουμε πολ-

Σχ. 1. Διάγραμμα μεταβολής μέσης θερμοκρασίας στην Ευρώπη κατά τα τελευταία 65 εκατ. χρόνια (Teichmüller).

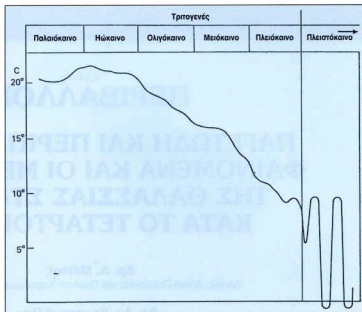
λές πληροφορίες για τις κλιματικές συνθήκες και το περιβάλλον της πλειστοκαινικής περιόδου.

Σε γενικές γραμμές κατά το Ανώτ. Πλειστόκαινο οι κλιματικές αλλαγές (σχ. 4) στο μεσογειακό χώρο (που αφορούν και τη χώρα μας) χαρακτηρίζονται από:

1. Περίοδο αρχικής απόσυρσης της θάλασσας (κατά την έναρξη του Würm) και πρωόθησης των ηπειρωτικών παγετώνων, που είχε ως αποτέλεσμα:

- τη βαθμιαία ταπείνωση των θερμοκρασιών,
 - τις αλλοβιακές αποθέσεις των ρεμάτων και τη δημιουργία πλευρικών κορημάτων στις πλαγιές (Butzer, 1958a, 1963a).
2. Παρατεταμένη περίοδο χαμηλής στάθμης της θάλασσας και άνοδο αυτής στη συνέχεια (στο τέλος του Würm), που είχε ως αποτέλεσμα:

- την ανάπτυξη εδάφους σε κλίμα ημίημερο,
- την οικολογική δραστηριότητα,
- την ανοικτή βλάστηση (κυρίως ποώδη φυτά και μικρή

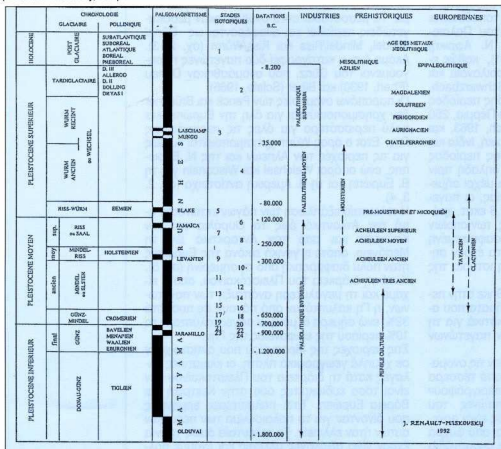


συχνότητα δέντρων),
- τη συνολική πτώση της θερμοκρασίας στις περιοχές που καλύπτονταν από πάγους (6-9 °C).
Μελέτες που έχουν γίνει από τον R. Paere (1984) αναφέρουν ότι στον ελληνικό χώρο: - κατά το Κατώτερο Πλειστόκαινο επικρατούσαν τροπικές

συνθήκες σαβάνας,
- κατά το Μέσο Πλειστόκαινο το κλίμα ήταν ημίημερο, - κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο οι συνθήκες έγιναν ξηροερημικές,
- Ίχνη από φαινόμενα παγετώνων έχουν παρατηρηθεί σε πολλά όρη της Ελλάδας, π.χ. Όλυμπος, Πιερία όρη, Αθιάμνια και όρη της Κεντρικής Πελοποννήσου (σχ. 5).
Ο Όλυμπος, το υψηλότερο όρος της Ελλάδας, παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ενδιάμερα. Οι μελέτες των G. Smith, et al. (1990), αναφέρουν ότι στον Όλυμπο έχουν καταγραφεί φαινόμενα που πιστοποιούν την παρουσία πάγων για μεγάλο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαινού. Ακόμη αναφέρουν ότι υπάρχουν ενδείξεις πως στον Όλυμπο είχαν πάγους για περισσότερες από μια φορές και πως το ίχνος της γραμμής των πάγων έφθασε 1.200 μ. πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το ίδιο συνέβη και σε γειτονικές περιοχές, όπου εκτίθενται τα Πιερία όρη. Οι χαρακτηριστικοί τύποι Ciqiques (βαθύ και με απότομα τοιχώματα κοιλώμα που προκύπτει από παγετώδη διάβρωση) και Ciqiques forms, με τις αντίστοιχες αποθέσεις των λιθώνων (moraines), καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις στα ανώτερα υψόμετρα.

Δυστυχώς στην Ελλάδα πολύ λίγοι ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη μελέτη του φαινομέ-

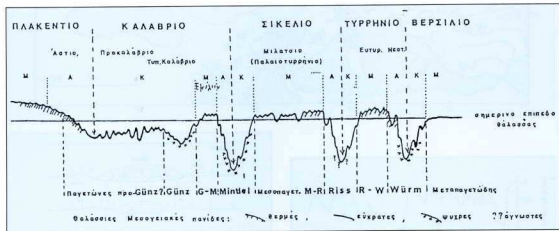
Σχ. 2. Χρονοστρωματογραφικός συσχετισμός των ηπειρωτικών αποθέσεων Άλπων και ΒΔ Ευρώπης, παλαιοκλιματολογία και προϊστορία του Τεταρτογενούς. (J. Renault - Miskovsky, 1992).



νου των παγετώνων που κάλυπταν σημαντική έκταση των ελληνικών ορέων.
 Έλληνες γεωλόγοι έχουν καταγράψει τις χαρακτηριστικές γραμμώσεις που σχηματίζονται σε τεμάχια ασβεστολιθών κατά τη μεταφορά των παγετώνων αποθέσεων υπό μορφή κροκαλοπαγών (τηλίτες) από τα υψηλότερα στα χαμηλότερα μέρη. Τέτοια φαινόμενα έχουν καταγραφεί σε γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ (φ. Άγναντα, φ. Καστανάδα κ.ά.).
 Σήμερα αρκετοί ερευνητές, κυρίως ξένοι, ασχολούνται με τη μελέτη των παγετώνων, τις

χως, χρώμα καστανό και αποτελούνται από αργιλόγους πηλούς, που είναι πλούσιοι σε αργιλικό υλικό και εναλλάσσονται με καλά ανεπτυγμένο παλαιό έδαφος (palaeosol).
 Η συσσώρευση των πάγων και οι παγετώδεις διεργασίες έχουν άμεση σχέση με τον υδάτινο όγκο των ωκεανών, με αποτέλεσμα τις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας σε κλίμακα σφαιρής (ευστατισμός).
 Οι μέχρι τώρα μελέτες δείχνουν ότι σε παγκόσμια κλίμακα το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας σε όλη τη διάρκεια των διαφόρων γεωλογικών ε-

τα 100.000 χρόνων περίπου. Μικρότερες διακυμάνσεις έχουν καταγραφεί με χρονική περιοδικότητα 41.000 και 23.000 χρόνια (σχ. 6).
 Όλες αυτές οι διακυμάνσεις (fluctuations), σύμφωνα με τη θεωρία του Milankovitch, αντιστοιχούν σε μεταβολές της γήινης ηλιοφάνειας, αστρονομικής προέλευσης, οι οποίες προκαλούν το σχηματισμό ή το λιώσιμο των παγετώνων στο Βόρειο ημισφαίριο της Γης.
 Οι κυκλικές λοιπόν μεταβολές της ευστατικής στάθμης της θάλασσας, κλιματικής προέλευσης (μεταφορά των μαζών



Σχ. 3. Σχηματική παράσταση των κλιματολογικών μεταβολών και των εναλλαγών των πανίδων από το Πλακένιο μέχρι σήμερα (E. Bonifay, 1979).

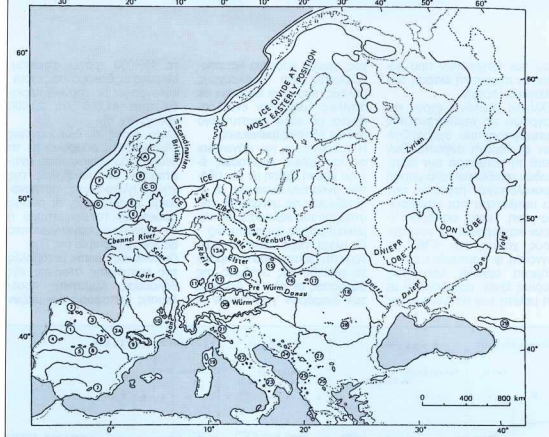
περιπαγετώδεις αποθέσεις και το κλίμα που επικρατούσε κατά τη διάρκεια των περιόδων αυτών.
 Οι παγετώδεις διεργασίες είναι υπεύθυνες για τη διάβρωση και τη μεταφορά τεράστιων ποσοτήτων επιφανειακών υλικών. Αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών είναι η δημιουργία νέων γεωμορφιών.
 Κατά τη μετακίνηση των παγετώνων έχουμε λιώσιμο των πάγων και του χιονιού, ενώ με τη δημιουργία χειμάρρων ή ποταμών μεταφέρονται σε χαμηλότερες υψομετρικά περιοχές, όπου και αποτίθενται, τα υλικά της διάβρωσης. Τα υλικά αυτά, εξαιτίας των κλιματικών συνθηκών, είναι εκτεθειμένα στις αολιακές διεργασίες. Έτσι έχουμε τη δημιουργία αποθέσεων loess (υλός και ασβεστοστόχος άργιλος), που στην Ελλάδα απαντούν κοντά στην παραλία των χωριών Κίτρος και Μακρύγιαλος (Γεωλογικός Χάρτης ΙΓΜΕ, φ. "Κατερίνη", 1986). Οι αποθέσεις loess στην περιοχή έχουν μικρό πά-

ποχών δεν έχει αλλάξει παρά μόνο κατά μερικές εκατοντάδες μέτρα.
 Οι μεταβολές αυτές της στάθμης μπορεί, ως προς το χρόνο, να οφείλονται:
 - σε γεωδυναμικά γεγονότα (πολλά εκατομ. χρόνια),
 - σε κλιματικά ή ισοστατικά γεγονότα (10.000 - 1.000.000 χρόνια),
 - σε τεκτονικούς, υδρολογικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες.
 Η μελέτη των μεταβολών της στάθμης της θάλασσας με τα ισότοπα οξυγόνου, σε καρότα γεωτρήσεων από τα βόθρα των ωκεανών, έδειξε ότι οι πλέον σημαντικές διακυμάνσεις στο επίπεδο της στάθμης της θάλασσας έχουν γίνει εδώ και 2,4 εκατομμύρια χρόνια τουλάχιστον. Μέχρι πριν από 2,4 εκατομμύρια χρόνια περίπου οι κλιματικές μεταβολές ήταν πολύ βραδείες. Έχει βρεθεί ότι πριν από 1 εκατ. χρόνια περίπου οι ευστατικές μεταβολές (διακυμάνσεις) πλησίασαν τα 100 μέτρα, με μια περιοδικότη-

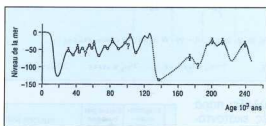
Μαγνητο-στρατι-γραφία	Σταθες παρ. ισοτόπων οξυγόνου	EUROPE NW	ALPES
	1	Weichsel sup.	Miséricen sup.
	3	→	T
	4	→ Weichsel inf.	→ Valentin inf.
	5	→ Loess P T	T
	6	→ → We	T G
	7	→ →	P T
	9	→ → Saale s.s.	P T 3 G
	10	→ P T	P T 3 G
	11	→ → Holstein s.s. P T	P T
	12	→ → →	P T 3 G
	13	→ → →	P T
	14	→ → →	T 3 G
	15	→ → →	T 3 G
	16	→ → →	T 3 G
	17	→ → →	T 3 G
	18	→ → →	T 3 G
	19	→ → →	T 3 G
	20	→ → →	T 3 G
	21	→ → →	T 3 G
	22	→ → →	T 3 G
	23	→ → →	T 3 G
	24	→ → →	T 3 G
	25	→ → →	T 3 G
	26	→ → →	T 3 G
	27	→ → →	T 3 G
	28	→ → →	T 3 G
	29	→ → →	T 3 G
	30	→ → →	T 3 G
	31	→ → →	T 3 G
	32	→ → →	T 3 G
	33	→ → →	T 3 G
	34	→ → →	T 3 G
	35	→ → →	T 3 G
	36	→ → →	T 3 G
	37	→ → →	T 3 G
	38	→ → →	T 3 G
	39	→ → →	T 3 G
	40	→ → →	T 3 G
	41	→ → →	T 3 G
	42	→ → →	T 3 G
	43	→ → →	T 3 G
	44	→ → →	T 3 G
	45	→ → →	T 3 G
	46	→ → →	T 3 G
	47	→ → →	T 3 G
	48	→ → →	T 3 G
	49	→ → →	T 3 G
	50	→ → →	T 3 G
	51	→ → →	T 3 G
	52	→ → →	T 3 G
	53	→ → →	T 3 G
	54	→ → →	T 3 G
	55	→ → →	T 3 G
	56	→ → →	T 3 G
	57	→ → →	T 3 G
	58	→ → →	T 3 G
	59	→ → →	T 3 G
	60	→ → →	T 3 G
	61	→ → →	T 3 G
	62	→ → →	T 3 G
	63	→ → →	T 3 G
	64	→ → →	T 3 G
	65	→ → →	T 3 G
	66	→ → →	T 3 G
	67	→ → →	T 3 G
	68	→ → →	T 3 G
	69	→ → →	T 3 G
	70	→ → →	T 3 G
	71	→ → →	T 3 G
	72	→ → →	T 3 G
	73	→ → →	T 3 G
	74	→ → →	T 3 G
	75	→ → →	T 3 G
	76	→ → →	T 3 G
	77	→ → →	T 3 G
	78	→ → →	T 3 G
	79	→ → →	T 3 G
	80	→ → →	T 3 G
	81	→ → →	T 3 G
	82	→ → →	T 3 G
	83	→ → →	T 3 G
	84	→ → →	T 3 G
	85	→ → →	T 3 G
	86	→ → →	T 3 G
	87	→ → →	T 3 G
	88	→ → →	T 3 G
	89	→ → →	T 3 G
	90	→ → →	T 3 G
	91	→ → →	T 3 G
	92	→ → →	T 3 G
	93	→ → →	T 3 G
	94	→ → →	T 3 G
	95	→ → →	T 3 G
	96	→ → →	T 3 G
	97	→ → →	T 3 G
	98	→ → →	T 3 G
	99	→ → →	T 3 G
	100	→ → →	T 3 G

Σχ. 4. Συνομοιογένεια των παγετώνων της ΒΔ Ευρώπης και των Άλπεων με τα ομοιογενή στάδια ονομαζόμενα (Silbrava, et al., 1986).

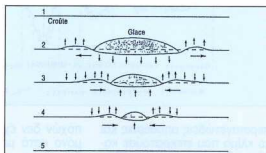
Σχ. 5. Θέσεις (A ... G, και 1 ... 29) των παγετώνων κατά το Ανώτερο Πλειστόκαινο (R. Flind, 1971).



Σχ. 6. Μεταβολές της σχετικής στάθμης της θάλασσας τα χρονία 240.000 χρόνια (J. Chappel & N. Shackleton, 1986).



Σχ. 7. Σχηματική παράσταση των σταδίων της παγετοισόστασίας, όπου φαίνεται η κυκλική μεταβολή του ελαστικού γης από την αύξηση του όγκου-βάρους των πάγων (R. Daly, 1934).



του H_2O υπό μορφή πάγου στις ηπείρους, σε ψυχρές περιόδους, και υπό υγρή μορφή στους ωκεανούς, σε θερμές περιόδους), δημιουργήσαν ισοστατικά φαινόμενα, που διαφέρουν από τόπο σε τόπο ως προς το εύρος τους και ως προς τη χρονική τους διάρκεια. Στην πραγματικότητα κάθε καινούργια παγετώνας ή μεσοπαγετώνας αρχίζει προτού το σύνολο των ισοστατικών γεγονότων επανέλθει στην προϋπάρχουσα ισορροπία (σχ. 7).

Σε κάθε παραλία μπορούν να παρατηρηθούν μόνο οι σχετικές μεταβολές της θάλασσας, και οι οποίες διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με την τεκτονική σταθερότητα ή μη της περιοχής.

Έτσι, σε περιοχές τεκτονικά σταθερές, οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, που οφείλονται στις ευστατικές κινήσεις και στις συνοδές ισοστατικές κινήσεις, καταγράφονται σε μια λωρίδα, εντός της οποίας επαναλαμβάνονται περιοδικά οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας, δηλαδή κάθε καινούργια επίκλιση της θάλασσας τείνει να καταστρέψει (διαβρώνοντας) ή να καλύψει (αποθέτοντας νέα ιζήματα) τα ίχνη προηγούμενων επίκλισεων. Αντίθετα, σε τεκτονικά ασταθείς περιοχές οι τεκτονικές κινήσεις είναι υπεύθυνες για τη μετακίνηση

ση προς τα άνω ή προς τα κάτω αυτών των λωρίδων καταγραφής, δημιουργώντας συγχρόνως και νέες μορφολογίες.

Τυπικό παράδειγμα είναι ταξινόμηση (étagement) των θαλασσίων αναβαθμίδων, των οποίων η σχεδόν οριζόντια επιφάνεια απόθεσης έρχεται σε αντίθεση με το ανάγλυφο της γύρω περιοχής.

Στις (τεκτονικά) βυθιζόμενες περιοχές οι ευστατικές και ισοστατικές μεταβολές προκαλούν αποθέσεις παράκτιων ιζημάτων (επικλύσεις), που εναλλάσσονται με χερσαία ιζήματα, τα οποία αποτίθενται κατά τις περιόδους χαμηλής στάθμης της θάλασσας (απόσυρσης). Αυτές οι ιζηματογενείς διαδοχές είναι χαρακτηριστικές πολλών περιοχών "Δέλτα". Ακόμη οι περιοχές βύθισης χαρακτηρίζονται από την απουσία ιγμών της στάθμης της θάλασσας του Τεταρτογενούς, που επικείμενη της σημερινής στάθμης της θάλασσας.

Θαλάσσιο πλειστοκαινικό και ολοκαινικό σχηματισμοί στον ελλαδικό χώρο

Κατά το τέλος του Πλειοκαινού, βόρεια των Κυκλάδων έχουμε μια ελαφρά απόσυρση, με αποτέλεσμα κατά μήκος των δυτικών ακτών του

Βιβλιογραφία

- Bonifay, E. (1975): "L'ère quaternaire, définition, limites et subdivisions sur la base de la chronologie méditerranéenne". B.S.G.E. (7), xviii, pp. 3.
- Butzer, K. (1971): "Environment and Archaeology and ecological approach to prehistory. Aldine publishing Company.
- Eberl, X. (1930): "Die Eiszeitfolge im nördlichen Alpenvorlande. Dr Benno Filser, Augsburg.
- Faugère, L. (1969): "Problems created by the geomorphology of Olympus, Greece. Assoc. Franc. Etude Quatern. Flemming, N.C., Woodward P.L. (1968): "Monthly mean sea levels in Greece during 1969-83 compared to relative vertical land movements measured over different timescale". Tectonophysics 148, 59-72.
- Flind, R. (1964): "Glacial and Quaternary Geology. J. Wiley and Sons, Inc. N. York.
- Kambouroglou, E. (1989): "Eretria Palaeogeographic and Geomorphological Evolution During the Holocene - Relationship between ancient environment and ancient inhabitation". Ph. D. Athens University.
- Koraiden, B. (1970-72): "Les formations quaternaires marines de la Grèce". Bul

Αιγαίου πελάγους να παρατηρείται εξαπλωση ολιγόχλων μαλακοπαχιδών με συγγενείς προερχόμενων από την Κασπία. Αντίθετα, η θαλάσσια ζήσηση συνεχίζεται σε πολλά σημεία του εξωτερικού τώδου και φάνει ως το Καλάβριο.

Το κεντρικό Πλειστόκαινο αναφέρεται στη βιογραφία ως Καλάβριο και Σικέλι. Η εξαπλωση των θαλάσσιων φώσεων, που οι διάφοροι ερευνητές κατά καιρούς έχουν χαρακτηρίσει ως καλάβριες, είναι μεγάλη του εξωτερικού τμήμα της επικρατείας της Αιγίδας (ιόνια νήσα, Δωδεκάνησος, Πελοπόννησος, Κρήτη). Έτσι, καλάβριες αποθέσεις είναι γνωστές στη Ρόδο (Κρητικά, Αγουρούς, Κάμπος), Κω, Κάρπαθο, Πελοπόννησο (Νεάπολη, Γύθειο, Δ. Μεσσηνία) και κοντά στην Κόρινθο και ίσως στη Θήρα. Όσον αφορά τις σικελικές αποθέσεις, είναι σπάνιες και αμφίβολες και μόνο στη Ρόδο μπορεί κανείς να πει ότι απαντώνται, ενώ εκείνες της Θήρας είναι αμφιβόητες.

Το Μέσο Πλειστόκαινο αναφέρεται στη βιογραφία ως βαθμίδα του Μιλαιούσι και απαντάται σπανίως στον ελλαδικό χώρο. Οι κύριες αποθέσεις βρίσκονται στην Κάμφο (Ρόδος), Σκύρο, Τρία Νησιά (Δωδεκάνησος), στη Νέα Κερδίλα κοντά στην Αμφίπολη (Μακεδονία), στη Μύκονο, στη Μεγάλη Ρήγεια (Κυκλάδες) και στο Κιάτο (Πελοπόννησος). Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η χρησιμοποίηση του Σικελίου και του Μιλαιούσι στην Ελλάδα έχει από καιρό εγκαταλειφθεί ή αναθεωρηθεί από ουρμένους ερευνητές (σχ. 3).

Το Ανωτερο Πλειστόκαινο περιλαμβάνει τις βαθμίδες Τυρρηγίου και Βερσίλου. Στην Ελλάδα ως τυρρηγίως χαρακτηρίζονται οι αποθέσεις που περιέχουν *Strobilus bubonius*. Το μεγαλύτερο μέρος των τυρρηγιών αποθέσεων βρίσκεται στο τόδο του Αιγαίου και κυρίως στην Πελοπόννησο και την Κρήτη. Οι αποθέσεις αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με τις συνθήκες απόθεσης, την πανίδα και τις ηπειρωτικές αποθέσεις με τις οποίες συνυπάρχουν στον ελλαδικό χώρο. Η πρώτη αντιστοιχεί σε μια περίοδο "βιοσταθιάς" και είναι αντιστοιχί του Τυρρηγιού. Τέτοιες αποθέσεις απαντώνται στην Κόρινθο, Περαχώρα, Κατάκωλο (Ηλεία), Ελιά (Λακωνία), Άρφη, Παλαιοχώρα, Ιεράπετρα (Κρήτη), Κάρπαθο κ.α., ενώ οι εμφανίσεις στο Κίβρι, Πορταράκι, Ναυπλίου ανήκουν στο νεοτυρρηγίο. Το Βερσίλιο στην Ελλάδα αντιπροσωπεύεται από μικρές πρόσφατες προσεγγίσεις που προέρχονται από τη θαλάσσια διάβρωση, πάνω στις οποίες απαντάται συχνά λεπτό στρώμα από φύκη και σκώληκες. Βερσίλιες αποθέσεις βρίσκονται στην Κέρκυρα, Λοκρίδα, Πελοπόννησο, Κρήτη, Κάρπαθο, Ρόδο κ.α.

Κατά την περίοδο του Ολοκαινού όλες οι μελέτες που έχουν γίνει στην Κεντρική Μεσόγειο δείχνουν μια σχετικά σταθερότητα στις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή, με μια τάση ανύψωσης της τάξεως των 0,2 - 0,3 mm/έτος. Στην Ανατολική Μεσόγειο όμως, όπου ανήκει και η Ελλάδα, δεν μπορούμε να έχουμε τέτοια στοιχεία ως προς το σύνολο της περιοχής, ένεκα της έντονης τεκτονικής δραστηριότητας που επικρατεί. Η τεκτονική αυτή αστάθεια έχει ως αποτέλεσμα σε άλλη περιοχή να επικρα-

τει ανύψωση και σε άλλη βύθιση, όπως φαίνεται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Κατά μήκος της ακτής της Χαλκίδας υπάρχουν ίχνη ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας κατά τα τελευταία 5000 χρόνια, που αποδίδονται σε ευστατικές κινήσεις (Καμπούρογλου 1989).

- 20 χλμ. ΒΔ της Χαλκίδας κατά μήκος της ακτής της Εύβοιας υπάρχουν ίχνη βύθισης (2,2 μ.), την οποία ακολουθεί ανύψωση (1,1 μ.) (Pirazzoli et al.) κατά το Ανώτ. Ολοκαινο.

- Στις ακτές της ΒΔ Εύβοιας και σε μήκος 20 χλμ. αναφέρονται (Stiros, et al., 1992) ανυψωτικές κινήσεις κατά τα τελευταία 2000-3000 χρόνια, οι οποίες προφανώς δεν μπορούν να θεωρηθούν ευστατικές προεξέσεις.

- Στην Αργολίδα (Kraft, et al., 1977, Van Andel et Lianos 1983, 1984) από μελέτη γεωτήρισεων και σεισμικά προφίλ έχει διαπιστωθεί ότι η περιοχή βρίσκεται από καθέστως βύθισης.

- Οι ακτές του Μεσογειακού κόλπου (Kraft, et al., 1975) έφθασαν στο ακραίο σημείο ανύψωσης 9 μ. κατά την περίοδο 5600 2000 π.Χ. Στον κόλπο του Ναυαρίου (Δ. Μεσσηνία) (Kraft, et al., 1980a) περιγράφουν μια ελαφρά ανύψωση τα τελευταία 9000 χρόνια.

- Στις ανατολικές ακτές της Λευκάδας και στην απέναντι ακτή (Παπαγεωργίου & Στερός, 1990) έχουν βρεθεί ίχνη μιας σχετικά βραδείας ανύψωσης κατά την περίοδο 300 π.Χ.-600 μ.Χ.

- Στα Αντικύθηρα και στη Δυτ. Κρήτη οι ακτές του έχουν αναυθεί (Thommeret, et al., 1981, Pirazzoli, et al., 1981, 1982) δείχνουν ότι από το 4000-1700 π.Χ. έχουν γίνει 10 μικρές καταβυθίσεις, ενώ γύρω στο 1530 π.Χ. έχει καταγραφεί μια μεγάλη ανυψωτική κίνηση ύψους περίπου 4 μ.

- Τέλος στη Ρόδο έχουν καταγραφεί ανώδικες κινήσεις πριν από 5000 χρόνια (Pirazzoli, et al., 1989, Flemming, 1972, 1978, Flemming and Webb, 1986, Flemming and Woodworth, 1988).

Glacial and Periglacial Phenomena and Sea-Level Changes During the Quaternary

Dr. A. Mettos - Dr. A. Koutsouveli

The Quaternary, the most recent and short geologic period in the Earth's 4.5 billion years long history, is characterized by the appearance of Man and the large glaciers. Hence sedimentation is directly related to cold climatic conditions and to rapid changes in sea-level. These in turn are related to alternations of short climatic cycles (cold-warm, glacial and interglacial stages).

The theory of glaciers was first developed in the Alps, where four major glacial stages (Günz, Mindel, Riss, Würm) were described. In Greece, traces of glaciers have been identified, among others, in Olympus, Pieria and Athamania mountains. Glacier accumulation and glacial processes are directly related with the volume of the ocean water and fluctuations of eustatic sea-level do not depend only on climatic changes, but also on the isostatic and tectonic processes active in each region.

In Greece, traces of Pleistocene marine deposition or erosion have been identified in many sites along the external Aegean Arc (Ionian Islands, W. Peloponnese, Crete, Dodecanese). During Holocene there was an intense tectonic activity in the Eastern Mediterranean. In Greece this tectonic activity was evident, either as uplift like in NW Euboea, or as subsidence, as in Argolid.

Mus. Antr. Préhist. de Monaco. No 16, 17, 18.

Kraft, C. (1961): "The paleoclimatology of Gondwanaland during the palaeozoic and mesozoic". In *ANNUAL* Kraft, J. C., Rapp G. J., Aschenbrenner S. E. (1975): "Late Holocene paleogeography of the coast plain of the Gulf of Messenia, Greece, and its relationship to archaeological settings and coastal change". *Geol. Soc. Am. Bul.* 86, 1191-1208.

Kraft, J. C., Aschenbrenner S. E., Rapp G. J. (1977): "Holocene reconstructions of coastal Aegean archaeological sites". *Science* 195 (4282): 941-947.

Kraft, J. C., Rapp G. J., Aschenbrenner S. E. (1980a): "Late Holocene Pleistocene: tectonism in the area of the Bay of Navarino, Sandy Pylus". *J. Archaeol. Sci.* 7, 187-210.

Koutsouveli A., Ioakim Ch., Tsala S. (1980): "Υλικούς Βιοχρονολογικούς-τοπογραφικούς μεθόδους μελέτης (Παλαιο)τοπογραφίας της Μεσογείου και Βαλκανίων, αναφορικά μεν ιστορικών συγκολλημάτων στον Ελλαδικό χώρο". *Mineral Wealth* 56, pp. 29-46.

Μεττος Α., Κουτσουβέλι Α., Ιωακίμ Χ. & Στερός Γ. (1983): "Το Γεωλογικό Τμήμα Τυρρηγιανό και η σημασία της στη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου". *Πρακτικά του Γεωλογικού Συνεδρίου 2 & 3, Αθήνα*.

Μεττος Α., Κουτσουβέλι Α. (1985): "Γεωλογικές σχέσεις τ. φ. Κατάρτι", ΙΓΜΕ, Αθήνα.

Pagee R. (1984): "Landscape Changes in Greece as a result of changing climate during the Quaternary. Desiccation in Europe. D. Reidel publishing company".

Papaioannou S., Stiros St. (1990): "Environmental changes seismic activity and archaeological research in NW Greece". *Proceeding 1st Archaeol. and Hist. Congr. of W. Greece*, pp. 233-241.

Pirazzoli P. A. (1983): *Les littoraux*, Ed. Nathan Univ. 191 p.

Pirazzoli P. A., Thommeret J., Thommeret Y., Laborel J., Montaggioni L. F. (1981): "Les naves émergées d'Asiathia correlations avec la Crète occidentale et implications géologiques". *Revue de Géodynamique CNRS et Univ. Paris 7, Paris*, pp. 49-65.

Pirazzoli P. A., Thommeret J., Thommeret Y., Laborel J., Montaggioni L. F. (1982): "Crystal block movements from Holocene shorelines, Crete and Antikythira (Greece)". *Tectonophysics* 86, 27-43.

Pirazzoli P. A., Montaggioni L. F., Saligne J. F., Bognaz G., Thommeret J., Vergnaud-Grazzini C. (1989): "Crystal block movements from Holocene shorelines - Rhodus island (Greece)". *Tectonophysics* 170, 89-114.

Pirazzoli P. A., Pliet J. (1991): *World Atlas of Holocene Sea level Changes*. Elsevier, 300 p.

Renard J., Mikovsky J. (1991): "L'environnement au temps de la Préhistoire Massise". 200 p.

Sowatzbach (1963): "Climates of the past". Van Nostrand Co., London.

Smith G., Nance R., Giese A. (1992): "Pleistocene and recent history of mount Olympus, Greece". B. S. G. F. (sous presse).

Stiros St., Arnold M., Pirazzoli P., Laborel J., Papaioannou S. (1992): "Historical co-seismic uplift in Euboea island, Greece". *Earth Planet. Sci. Lett.* 100, 1-16.

Thommeret R., Thommeret J., Laborel J., Montaggioni L. F., Pirazzoli P. A. (1981): "Late Holocene shoreline changes and eustatic-tectonic displacements in western Crete (Greece)". *Z. Geomorph. Suppl.* 40: 127-149.

Van Andel T. H., Lianos N. (1983): "Pleistocene and historic shorelines of the southern Argolic peninsula: a sediment pollen study". *Int. J. Nat. Archaeol. Underw. Explor.* 12 (4): 303-324.