

Συγκριτική ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων της χερσονήσου της Πυλίας (ΝΔ Πελοπόννησος)

Λαδάς Ι.

Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής, Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 15784, Αθήνα, Ελλάδα, iladas@geol.uoa.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική μελέτη των ποσοτικών μορφομετρικών παραμέτρων των έξι μεγαλύτερων υδρογραφικών δικτύων της Πυλιακής χερσονήσου για να προσδιοριστεί έμμεσα, βάσει της σύγκρισης των διαφόρων παραμέτρων, η επίδραση της τεκτονικής και της λιθολογίας στη μορφοτεκτονική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής. Η χερσονήσος της Πυλίας, που αποτελεί το νοτιοδυτικότερο τμήμα της Πελοποννήσου, συνιστά μια από τις πιο ενεργές τεκτονικά περιοχές της Ελλάδας λόγω της γειτνίασής της με την Ελληνική τάφρο. Στην περιοχή αυτή παρατηρείτε ένα υδρογραφικό δίκτυο 6^{ης} τάξης και πέντε 5^{ης} τάξης που αποτελούν τους κυριότερους ποταμούς - χείμαρρους που την αποστραγγίζουν. Συγκεκριμένα αυτοί είναι i) το Καλόρρεμα, ii) ο ποταμός Έπις, iii) το Μιναγιώτικο ρέμα, iv) ο χείμαρρος της Μεθώνης, v) ο ποταμός Ξεριάς και vi) ο ποταμός Γιαννούζαγας, (Εικ. 1).

Μεθοδολογικά, αρχικά έγινε ποσοτική ανάλυση μιας σειράς μορφομετρικών παραμέτρων για κάθε υδρογραφικό δίκτυο και στη συνέχεια έγινε συγκριτική ποσοτική ανάλυση των μέσων τιμών τους μεταξύ όλων των υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας. Καθώς οι μελετηθείσες υδρολογικές λεκάνες παρουσιάζουν γεωγραφική κατανομή σε ολόκληρη τη χερσονήσο της Πυλίας από τις συγκριτικές παρατηρήσεις των μορφομετρικών τους δεικτών μπορούμε να οδηγηθούμε στον εντοπισμό των ιδιοτήτων που επικρατούν επιμέρους σε κάθε γεωγραφική περιοχή. Συμπερασματικά, για τα υδρογραφικά δίκτυα της Πυλίας προέκυψε ότι τη σημαντικότερη επίδραση στη διαμόρφωσή τους διαδραμάτισαν η λιθοστρωματογραφία και η νεοτεκτονική δραστηριότητα που επέδρασε στην περιοχή ενώ άλλοι παράγοντες όπως το ολικό ανάγλυφο και το κλίμα δεν φαίνεται να έπαιξαν σημαντικό ρόλο.

Comparative quantitative geomorphological analysis of Pylia peninsula drainage networks (SW Peloponnese, Greece)

Ladas I.

Department of Dynamic, Tectonic and Applied Geology, Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, 15784, Athens, Greece, iladas@geol.uoa.gr

Abstract

The aim of this paper is the comparative quantitative study of the main drainage networks of Pylia peninsula in order to determine the influence of tectonics and lithology in the morphotectonic development of the area. Pylia peninsula represents the southwestern part of Peloponnese and is one of the most tectonically and seismically active regions of the Hellenic arc system due to its proximity to the Hellenic trench. In Pylia one 6th order and five 5th order drainage networks have developed representing the main draining streams of the study area. Specifically these are i) Kalorrema R., ii) Epis R., iii) Minagiotiko, iv) the torrent of Methoni, v) Xerias R. and vi) Yannouzagas R., (fig. 1).

Originally the morphometric parameters of each drainage network were evaluated and studied and then a comparative analysis of their average values among all drainage networks was carried out. As the studied basins are distributed across the whole peninsula the comparative observations of their morphometric data have lead us to the identification of individual peculiarities prevailing in different geographical sections of the study area.

In this context the following parameters were taken into account in the quantitative analysis: i) number of branches per order (N1, N2, ... Nu), ii) total stream number (ΣN), iii) stream length per order (L1, L2, ... Lu), iv) total stream length (ΣL), v) basin area (A), vi) bifurcation

ratio (Rb), vii) drainage density (D), viii) stream frequency (F), ix) mean stream length per order, x) stream length ratio (RL), xi) basin perimeter (P), xii) basin relief (H) and xiii) circulator ratio (Rc).

In conclusion, the comparative quantitative analysis showed that:

- The variations in the values of certain parameters (e.g. ΣN & Lu) are mainly due to the diversification of bedrock in each basin, the existence of permeable or impermeable formations, karstification and the erosion resistivity of the formations.
- Some parameters (e.g. Rl & Rb) are not dependent on the lithostratigraphy in the same degree as on the neotectonics, due to the observation of different range of values for basins with the same bedrock.
- Apart from the effect of lithology and tectonics, other factors, such as morphological gradients and climate, does not appear to play an important role in the configuration of the calculated parameters.

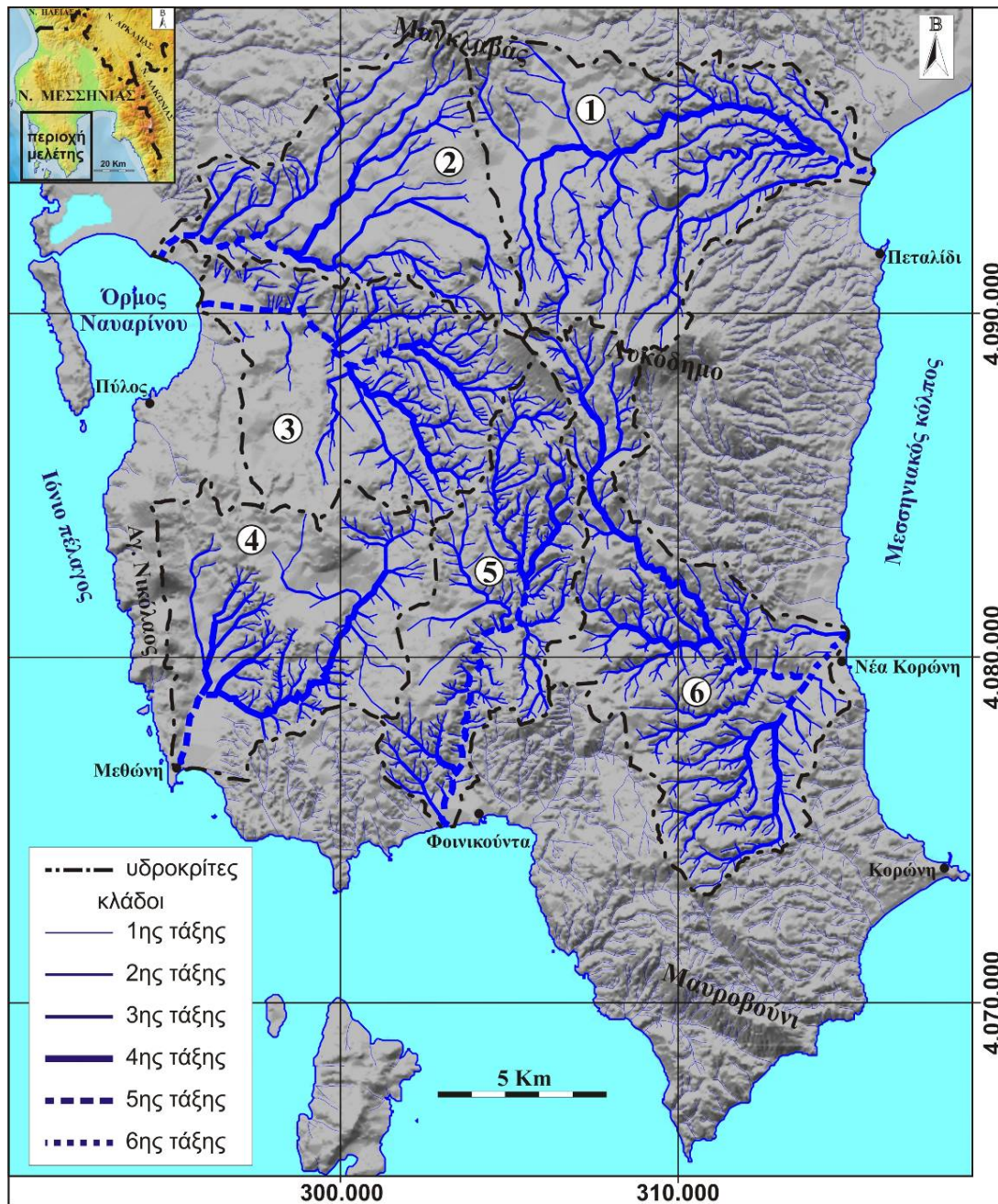
Λέξεις κλειδιά: Πυλία, Μεσσηνία, ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση, μορφομετρικοί παράμετροι

Key words: Pylia, Messinia, quantitative geomorphological analysis, morphometric parameters.

1. Εισαγωγή

Η χερσόνησος της Πυλίας αποτελεί το νοτιοδυτικότερο τμήμα της Πελοποννήσου. Συνιστά μια πολύ ενεργή σεισμοτεκτονικά περιοχή καθώς βρίσκεται κοντά στην Ελληνική Τάφρο η οποία αντιπροσωπεύει μια μεγάλη ζώνη σύγκλισης λιθοσφαιρικών πλακών. Παρουσιάζει μια πολύπλοκη μορφολογική δομή λόγω της ύπαρξης πολλών μικρών μορφοτεκτονικών ενοτήτων που έχουν ποικίλες διευθύνσεις, (Λαδάς 2000, Ladas et al. 2004). Οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι είναι: i) το Λυκόδημο (960μ) στο βορειοανατολικό τμήμα της χερσονήσου, το οποίο παρουσιάζει ένα χαρακτηριστικό κωνικό σχήμα, ii) το Μαυροβούνι (518μ) στο νοτιοανατολικό τμήμα της χερσονήσου, που παρουσιάζει ένα επίμηκες σχήμα σε ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση, iii) ο Μαγκλαβάς (711μ) στο βορειοκεντρικό τμήμα της χερσονήσου και iv) ο Αγ. Νικόλαος (484μ) που παρουσιάζει ένα επίμηκες σχήμα σε διεύθυνση Β-Ν ανάμεσα στην Πύλο και στη Μεθώνη (Εικ. 1).

Τα υδρογραφικά δίκτυα της Πυλιακής χερσονήσου διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα δίκτυα της Μεσσηνίας με ένα βασικό υδροκρίτη γενικής διεύθυνσης Α-Δ που αναπτύσσεται μέσα στο τεκτονικό βύθισμα Καλαμάτας - Πύλου. Ο υδροκρίτης αυτός ξεκινάει από τον όρμο του Ναυαρίνου περνάει από την κορυφογραμμή του όρους Μαγκλαβάς και καταλήγει στο Μεσσηνιακό κόλπο στην περιοχή βόρεια του Πεταλιδίου (Εικ. 1). Τα κυριότερα υδρογραφικά δίκτυα που αποστραγγίζουν τη χερσόνησο της Πυλίας, όπως παρουσιάζονται και στην εικόνα 1, είναι τα ακόλουθα: i) του Καλορρέματος, ii) του ποταμού Έπι, iii) του Μιναγιώτικου ρέματος, iv) του χείμαρρου της Μεθώνης, v) του ποταμού Ξεριά και vi) του ποταμού Γιαννούζαγα (Εικ. 1). Από αυτά ο π. Έπις συνιστά δίκτυο 6^{ης} τάξης ενώ οι υπόλοιποι πέντε ποταμοί – χείμαρροι δημιουργούν δίκτυα 5^{ης} τάξης. Το Καλόρεμμα και ο π. Έπις εκβάλλουν στον Μεσσηνιακό κόλπο ενώ οι π. Ξεριάς και Γιαννούζαγας εκβάλλουν στον όρμο του Ναυαρίνου ακολουθώντας αντίθετη κατεύθυνση. Το Μιναγιώτικο ρέμα και ο χείμαρρος της Μεθώνης έχουν εκβολές στο νότιο τμήμα της χερσονήσου (Εικ. 1).



Εικ. 1. Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης και τα υδρογραφικά της χερσονήσου της Πυλίας που μελετήθηκαν. Οι αριθμοί αντιστοιχούν στις λεκάνες απορροής των εξής ποταμών – χειμάρρων: 1. Καλόρρεμα, 2. π. Γιαννούζαγας, 3. π. Ξεριάς, 4. χειμάρρος Μεθώνης, 5. Μιναγιώτικο ρέμα, 6. π. Έπις.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η συστηματική μελέτη των ποσοτικών μορφομετρικών παραμέτρων των κυριότερων υδρογραφικών δικτύων της Πυλιακής χερσονήσου με σκοπό να προσδιορίσουμε έμμεσα, βάσει της σύγκρισης των διαφόρων παραμέτρων, την επίδραση της τεκτονικής και της λιθολογίας στη διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας και γενικότερα στην μορφοτεκτονική της εξέλιξη. Οι υδρολογικές λεκάνες των μελετηθέντων υδρογραφικών δικτύων παρουσιάζουν γεωγραφική κατανομή σε ολόκληρη τη χερσόνησο της Πυλίας. Καθώς κάθε δίκτυο είναι αντιπροσωπευτικό για την περιοχή του, από τις συγκριτικές παρατηρήσεις των μορφομετρικών τους στοιχείων μπορούμε να οδηγηθούμε στον εντοπισμό των ιδιοτήτων που επικρατούν επιμέρους σε κάθε γεωγραφική ενότητα της μελετηθείσας περιοχής.

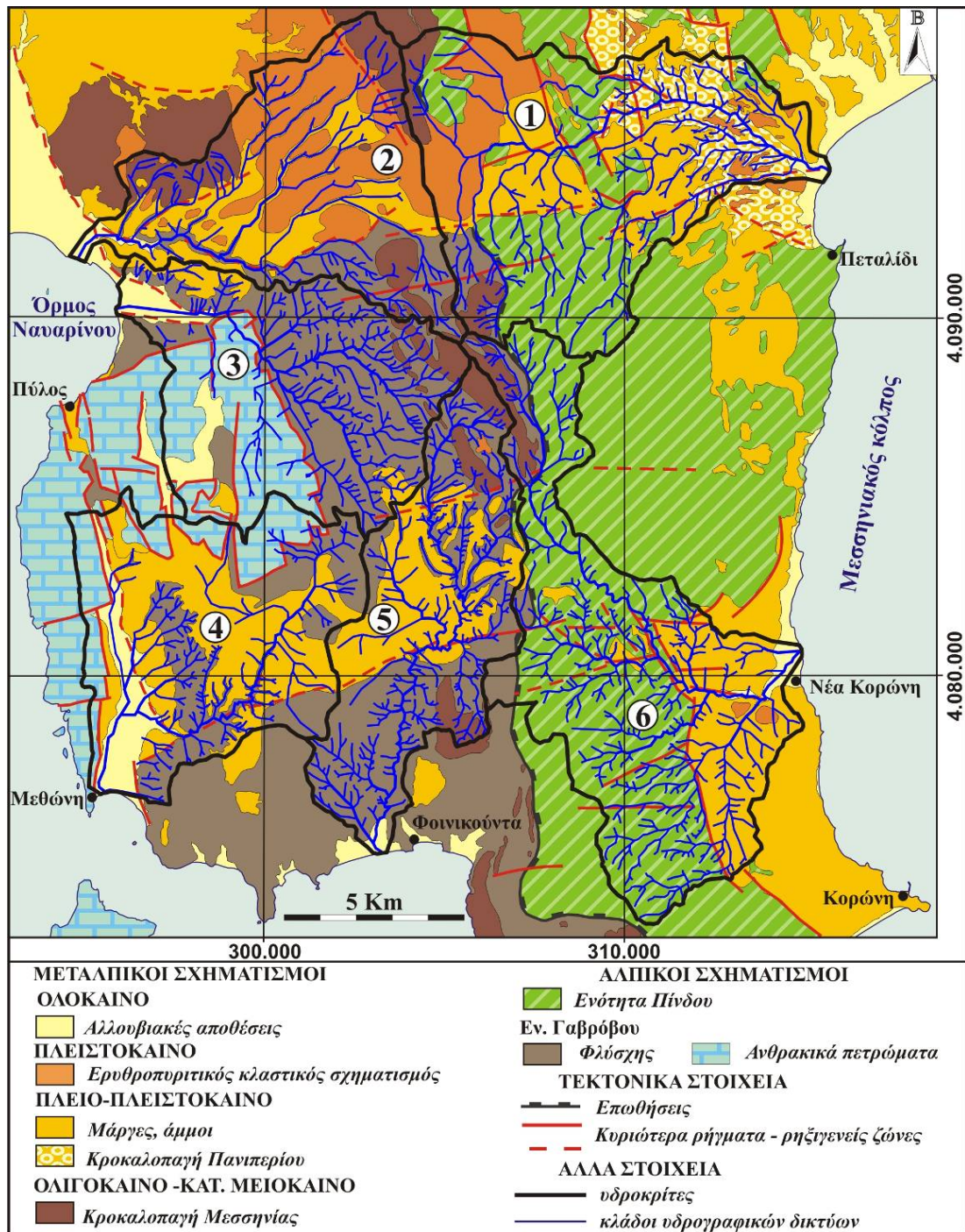
2. Γεωλογία – Τεκτονική δομή

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της χερσονήσου της Πυλίας ταξινομούνται σε αλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς. Οι αλπικοί σχηματισμοί ανήκουν στις γεωτεκτονικές ενότητες Γαβρόβου-Πύλου και Πίνδου, (Φυτρολάκης 1971, 1980). Η ενότητα Γαβρόβου-Πύλου, που αντιπροσωπεύει τη σχετικά αυτόχθονη ενότητα της περιοχής, καταλαμβάνει το δυτικό τμήμα της χερσονήσου και συνίσταται από νηριτικούς παχυπλακώδεις έως άστρωτους ασβεστόλιθους και φλύσχη (Εικ. 2). Η ενότητα Πίνδου, η οποία έχει επωθηθεί πάνω στην προηγούμενη ενότητα, εμφανίζεται στο ανατολικό τμήμα της χερσονήσου και συνίσταται από όλους τους γνωστούς χαρακτηριστικούς σχηματισμούς της δηλαδή: τον Τριαδικό κλαστικό σχηματισμό, τους πελαγικούς ασβεστόλιθους (ηλικίας Αν. Τριαδικό – Κατ. Ιουρασικό), τους ραδιολαρίτες και τον αποκαλούμενο “πρώτο φλύσχη” (Αν. Ιουρασικό – Κατ. Κρητιδικό), τους λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους (Αν. Κρητιδικό) και τον τυπικό φλύσχη Ηωκαινικής ηλικίας στην κορυφή της στρωματογραφικής κολώνας. Όλοι αυτοί οι σχηματισμοί είναι έντονα πτυχωμένοι και ρηγματωμένοι δημιουργώντας διαδοχικά τεκτονικά λέπη με διεύθυνση κίνησης από τα ανατολικά προς τα δυτικά.

Ιδιαίτερη περίπτωση συνιστά ο σχηματισμός των κροκαλοπαγών της Μεσσηνίας. Πρόκειται για πολύ συνεκτικά πολύμικτα κροκαλοπαγή, ολιγοκαινικής – κατωμειοκαινικής ηλικίας, με κροκάλες που προέρχονται από τους επιμέρους σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου. Έχουν αποτεθεί κυρίως πάνω στο φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου-Πύλου, (όπου παρατηρούνται και λεπίσσεις τους μαζί με το φλύσχη), αλλά και πάνω σ’ αυτήν την ίδια την ενότητα της Πίνδου (Ladas et al. 2004). Το πάχος αυτών των κροκαλοπαγών είναι αρκετά σημαντικό και φθάνει σε κάποιες θέσεις τα 700m.

Οι μεταλπικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε (i) θαλάσσιους, (ii) χερσαίους και (iii) λιμναίους σχηματισμούς. Οι θαλάσσιες αποθέσεις συνίστανται από μάργες, ψαμμίτες και πολύμικτα κροκαλοπαγή. Εμφανίζονται σε όλες τις λεκάνες της Πυλιακής χερσονήσου με το πάχος τους να ποικίλει από, θέση σε θέση. Η θαλάσσια ιζηματογένεση έλαβε χώρα στο διάστημα Ανώτερο Πλειόκαινο – Κατώτερο Πλειστόκαινο, με διαφορετική χρονική κατανομή για κάθε επιμέρους λεκάνη ιζηματογένεσης (Koutsouveli 1987, Frydas 1990, Mariolakos et al. 2001, Fountoulis et al. 2014). Οι υπερκείμενες χερσαίες αποθέσεις συνίστανται κυρίως από ερυθρές πυριτικές άμμους, ψαμμίτες κροκαλοπαγή (ερυθροπυριτικός κλαστικός σχηματισμός) που αποτέθηκαν τα τελευταία 500.000 χιλιάδες χρόνια (κατά το Μέσο – Ανώτερο Πλειστόκαινο). Οι νεώτερες αποθέσεις Ολοκαινικής ηλικίας αντιπροσωπεύονται από αλλουβιακές αποθέσεις, κορήματα και κώνους κορημάτων. Λιμναίες αποθέσεις εμφανίζονται μόνο στο δυτικό περιθώριο της λεκάνης της Κορώνης και συνίστανται από μάργες με ενδιαστρώσεις ξυλιτών που αποτέθηκαν κατά το Κατώτερο Πλειόκαινο (Koutsouveli 1987).

Η νεοτεκτονική μακροδομή της ΝΔ Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων τεκτονικών βυθισμάτων και εξαρμάτων που οριοθετούνται από μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες που έχουν γενική διεύθυνση Β-Ν και Α-Δ, (Mariolakos et al. 1995). Οι 1^{ης} τάξης νεοτεκτονικές μακροδομές στην περιοχή μελέτης είναι: (i) το σύνθετο τεκτονικό κέρασ των ορέων της Πυλίας και (ii) το τεκτονικό βύθισμα Πύλου – Καλαμάτας, (Fountoulis et al. 2014). Οι μακροδομές αυτές οριοθετούνται με μια μεγάλη ρηξιγενή ζώνη διεύθυνσης Ανατολής – Δύσης που ξεκινάει από την Πύλο και καταλήγει στον Μεσσηνιακό κόλπο βόρεια του Πεταλιδίου (Εικ. 2). Η περιθωριακή αυτή ρηξιγενή ζώνη διαχωρίζει την ανυψωμένη περιοχή της Πυλίας στα νότια, όπου εμφανίζονται οι αλπικοί σχηματισμοί, από το βύθισμα Καλαμάτας - Πύλου στα βόρεια που αντιπροσωπεύει μια περιοχή η οποία είχε κατακλυστεί από τη θάλασσα κατά τη διάρκεια του Κατ. Πλειστοκαίνου.



Εικ. 2. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης των λεκανών απορροής των μελετηθέντων υδρογραφικών δικτύων. 1. Καλόρρεμα, 2. π. Γιαννούζαγας, 3. π. Ξεριάς, 4. χείμαρρος Μεθώνης, 5. Μιναγιώτικο ρέμα, 6. π. Έπις, (από Λαδάς 2000, Ladas et al. 2004).

Στο εσωτερικό ή στα περιθώρια αυτών των μακροδομών εντοπίζεται ένας σημαντικός αριθμός μακροδομών μικρότερης τάξης, (Mariolakos et al. 1995, Ladas et al. 2004). Αυτές οι 2^{ης} τάξης νεοτεκτονικές μακροδομές παρουσιάζουν διεύθυνση είτε υποπαράλληλη είτε εγκάρσια προς τις δομές μεγαλύτερης τάξης. Από δυναμικής άποψης συνδέονται μεταξύ τους αλλά παρουσιάζουν διαφορετική κινηματική εξέλιξη που έγινε είτε στα πρώτα στάδια της δημιουργίας τους είτε αργότερα κατά τη διάρκεια της εξέλιξής του, (Mariolakos et al. 1995).

3. Μεθοδολογία

Για την πραγματοποιηθείσα ποσοτική μορφολογική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρωτογενή στοιχεία:

- Τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000 (φύλλα ΚΟΡΩΝΗ, ΠΥΛΟΣ, ΜΕΛΙΓΑΛΑΣ και ΦΙΛΙΑΤΡΑ) της Γεωγραφικής Υπηρεσίας στρατού.
- Γεωλογικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000 (φύλλα ΚΟΡΩΝΗ-ΠΥΛΟΣ-ΣΧΙΖΑ, ΜΕΛΙΓΑΛΑΣ και ΦΙΛΙΑΤΡΑ) του Ι.Γ.Μ.Ε.
- Αδημοσίευτος νεοτεκτονικός χάρτης Πυλίας κλίμακας 1:50.000 (Λαδάς 2000).
- Παρατηρήσεις και καταγραφές από προσωπικές εργασίες πεδίου.

Για την αποτύπωση των επιμέρους κλάδων των υδρογραφικών δικτύων ελήφθησαν υπόψη από τους τοπογραφικούς χάρτες μόνο οι γαλάζιες γραμμές που υποδηλώνουν τις μισγάγκιες. Για την ταξινόμηση των ποτάμιων κλάδων ακολουθήθηκε η μέθοδος του Horton (1945) η οποία συμπληρώθηκε αργότερα από τον Strahler (1954, 1957). Η οριοθέτηση των λεκανών απορροής των μελετηθέντων δικτύων έγινε με την χάραξη των επιμέρους υδροκριτικών γραμμών ύστερα από την αποτύπωση των ισούψων γραμμών από τους προαναφερθέντες τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ. Όλα τα παραπάνω στοιχεία ψηφιοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού ArcGis με τη βοήθεια του οποίου στη συνέχεια δημιουργήθηκε μια χωρική βάση δεδομένων για όλες τις παραμέτρους και δείκτες που μελετήθηκαν.

Οι μορφομετρικοί παράμετροι και δείκτες των υδρογραφικών δικτύων και των λεκανών απορροής τους που μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν στην ποσοτική ανάλυση είναι οι εξής:

- i) Αριθμός κλάδων ανά τάξη (N_1, N_2, \dots, N_u)
- ii) Σύνολο κλάδων (ΣN)
- iii) Μήκος κλάδων ανά τάξη (L_1, L_2, \dots, L_u) σε Km
- iv) Συνολικό μήκος κλάδων ΣL σε Km
- v) Έκταση της λεκάνης A σε Km^2
- vi) Συντελεστής διακλάδωσης R_b (είναι ο λόγος του αριθμού των κλάδων μιας τάξης προς τον αριθμό των κλάδων της αμέσως μεγαλύτερης τάξης $R_b = N_u / N_{u+1}$)
- vii) Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου D (είναι ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων ΣL προς την έκταση της λεκάνης A σε Km^2)
- viii) Συχνότητα υδρογραφικού δικτύου F (είναι ο λόγος του συνόλου των κλάδων ΣN προς την έκταση της λεκάνης A , σε αριθμό κλάδων / Km^2)
- ix) Μέσο μήκος κλάδων ανά τάξη σε Km, $L_u = L_u / N_u$
- x) Συντελεστής μήκους (RL) που είναι ο λόγος του μέσου μήκους κλάδου μιας τάξης προς το μέσο μήκος κλάδου της αμέσως μικρότερης τάξης, $RL = L_u / L_{u-1}$
- xi) Περίμετρος λεκάνης (P) σε Km
- xii) Ολικό ανάγλυφο (H) που ταυτίζεται με το μέγιστο υψόμετρο λεκάνης (Z) σε m
- xiii) Κυκλικότητα λεκάνης (R_c) (είναι ο λόγος της έκτασης της λεκάνης A προς την επιφάνεια του κύκλου που προκύπτει από την περίμετρο της λεκάνης αυτής P).

4. Αποτελέσματα της ποσοτικής μορφολογικής ανάλυσης

Οι τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων και δεικτών όλων των υδρογραφικών δικτύων, που μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν στα πλαίσια της εργασίας μας, παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Στη συνέχεια περιγράφονται τα χαρακτηριστικά όλων των επιμέρους παραμέτρων και γίνεται σύγκριση των τιμών τους μεταξύ όλων των μελετηθέντων υδρογραφικών δικτύων.

Ποταμοί	Α (Km ²)	ΣΝ	Αριθμός κλάδων ανά τάξη						Μήκος κλάδων ανά τάξη (Km)						ΣΛ	Συντελεστές διακλάδωσης				
			N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆		Rb _{1,2}	Rb _{2,3}	Rb _{3,4}	Rb _{4,5}	Rb _{5,6}
Καλόρρεμα	65.76	229	174	41	11	2	1	-	64.4	39.9	23.5	15.2	1.88	-	144.78	4.24	3.73	5.5	2	-
Έπις	63.38	400	303	70	19	5	2	1	89.6	42.1	20.3	18.4	4.85	1.97	177.22	4.33	3.68	3.8	2.5	1.97
Μιναγιώτικο Ρ.	42.77	349	263	69	12	4	1	-	63.6	32.9	19.8	3.74	10.2	-	130.26	3.81	5.75	3	4	-
χ. Μεθόνης	49.51	173	124	37	8	3	1	-	35.9	26	6.43	11.8	2.81	-	82.98	3.35	4.62	2.66	3	-
Ξεριάς	50.12	271	205	48	13	4	1	-	56.6	27.7	13.8	7.92	7.29	-	113.36	4.27	3.69	3.25	4	-
Γιαννούζαγας	47.97	126	95	21	7	2	1	-	40.7	18.6	23.7	4.86	5.14	-	93	4.52	3	3.5	2	-

Ποταμοί	D	F	Z=H (m)	P (Km)	Rc	Μέσα μήκη κλάδων (Km)						Συντελεστές μήκους				
						L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	RL _{2,1}	RL _{3,2}	RL _{4,3}	RL _{5,4}	RL _{6,5}
Καλόρρεμα	2.2	3.48	960	40.17	0.51	0.37	0.97	2.13	7.6	1.88	-	2.62	2.19	3.57	0.25	-
Έπις	2.79	6.3	870	48.83	0.33	0.29	0.6	1.07	3.67	2.42	1.97	2.07	1.78	3.43	0.66	0.81
Μιναγιώτικο Ρ.	3.05	8.16	765	36.38	0.4	0.24	0.48	1.65	0.93	10.2	-	2	3.43	0.56	10.98	-
χ. Μεθόνης	1.67	3.49	465	32.84	0.58	0.29	0.7	0.8	3.94	2.81	-	2.41	1.14	4.92	0.71	-
Ξεριάς	2.26	5.4	851	33.97	0.54	0.27	0.57	1.06	1.98	7.29	-	2.11	1.86	1.86	3.68	-
Γιαννούζαγας	1.94	2.62	845	37.16	0.44	0.43	0.88	3.38	2.43	5.14	-	2.04	3.84	0.72	2.11	-

Πίνακας 1. Οι επιμέρους μορφομετρικοί παράμετροι των υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας.

Έκταση

Από τα στοιχεία που δίνονται στον Πίνακα I φαίνεται ότι τη μεγαλύτερη έκταση έχει η υδρολογική λεκάνη του Καλορρέματος (65,76 Km²) και του π. Έπι (63,38 Km²) ενώ τη μικρότερη του Μιναγιώτικου ρέματος (42,77 Km²). Τα υπόλοιπα δίκτυα παρουσιάζουν περίπου ίσες εκτάσεις (48-50 Km²), όλα δε έχουν αναπτυχθεί τόσο πάνω σε αλπικούς σχηματισμούς όσο και σε μεταλλικές αποθέσεις.

Αριθμός κλάδων ανά τάξη

Ο αριθμός των κλάδων των τριών πρώτων τάξεων παρουσιάζει σημαντικό εύρος τιμών.

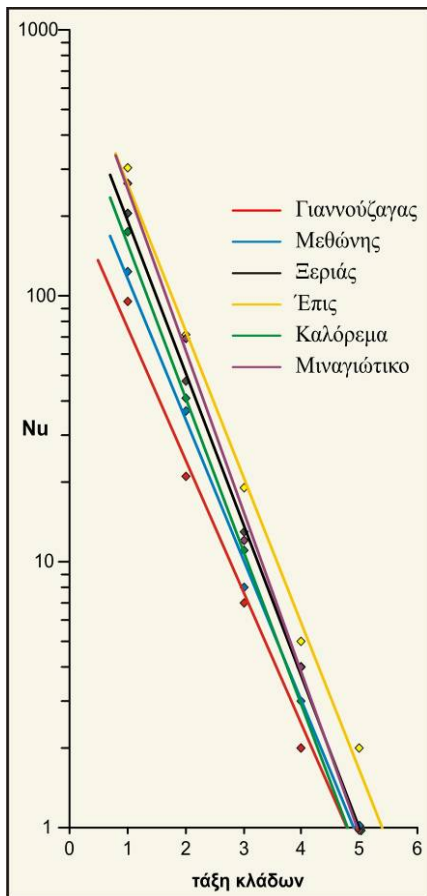
Οι κλάδοι N₁ κυμαίνονται από 95 για τον Γιαννούζαγα έως 303 για τον Έπι.

Οι κλάδοι N₂ κυμαίνονται από 21 για τον Γιαννούζαγα έως 70 για τον Έπι.

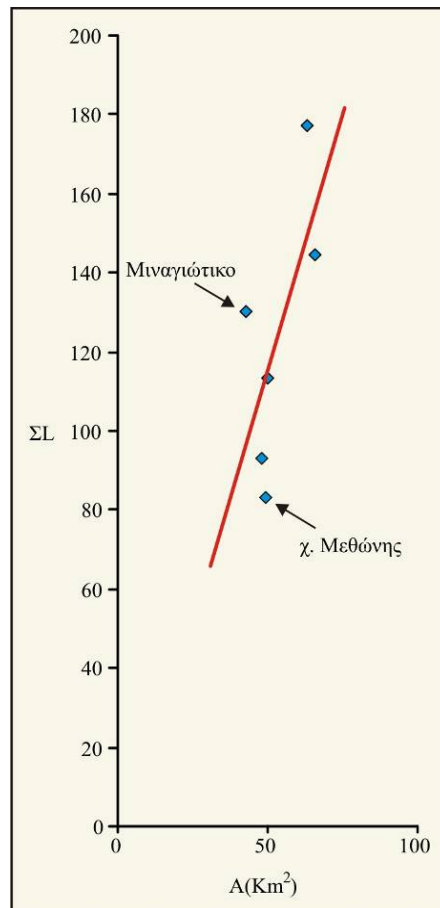
Οι κλάδοι N₃ κυμαίνονται από 7 για τον Γιαννούζαγα έως 19 για τον Έπι.

Παρατηρούμε ότι ο ποταμός Γιαννούζαγας παρουσιάζει τη μικρότερη ανάπτυξη κλάδων και στις τρεις τάξεις κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι η υδρολογική του λεκάνη αναπτύσσεται, στο μεγαλύτερο μέρος της, πάνω σε μεταλλικές αποθέσεις Κατω-Πλειστοκαινικής ηλικίας. Το υδρογραφικό του δίκτυο δηλαδή έχει δημιουργηθεί μετά το Μέσο Πλειστόκαινο με την οριστική ανάδυση της περιοχής και δεν έχει προλάβει ακόμα να αναπτυχθεί όπως τα υπόλοιπα δίκτυα που αναπτύσσονται στο αλπικό υπόβαθρο. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη κλάδων που παρουσιάζει ο ποταμός Έπις οφείλεται στη μεγαλύτερη έκταση της υδρολογικής του λεκάνης καθώς αποτελεί τον μοναδικό 6_{ης} τάξης κλάδο της περιοχής μελέτης σε αντίθεση με τα υπόλοιπα δίκτυα που είναι 5_{ης} τάξης.

Στη γραφική παράσταση της κατανομής του αριθμού των κλάδων ανά τάξη για τα μελετηθέντα υδρογραφικά δίκτυα (Εικ. 3), παρατηρούμε ότι μεταξύ των έξι υδρολογικών λεκανών υπάρχει διαφοροποίηση στην κατανομή του αριθμού των κλάδων ανά τάξη. Τη μεγαλύτερη απόκλιση, με την αύξηση της κλίσης της γραμμής τάσης, παρουσιάζει το Μιναγιώτικο ρέμα και ακολουθεί το Καλόρρεμα και ο Ξεριάς. Η αύξηση αυτή της κλίσης για το Μιναγιώτικο και το Καλόρρεμα οφείλεται στην επιμήκυνση που παρουσιάζουν η λεκάνη του τελικού κλάδου αλλά και οι επιμέρους λεκάνες 3_{ης} και 4_{ης} τάξης, αποτέλεσμα της γεωδυναμικής εξέλιξης της περιοχής κατά τη νεοτεκτονική περίοδο.



Εικ. 3. Γραφική παράσταση της κατανομής του αριθμού των κλάδων ανά τάξη για τα έξι μελετηθέντα δίκτυα.



Εικ. 4. Γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του συνολικού μήκους (ΣL) των κλάδων ανά λεκάνη και του εμβαδού (A) των λεκανών απορροής των ποταμών της Πυλίας

Συνολικός αριθμός κλάδων (ΣN)

Ο συνολικός αριθμός κλάδων (ΣN) κυμαίνεται από 126 για τον ποταμό Γιαννούζαγα μέχρι 400 για τον ποταμό Έπι. Συγκρίνοντας την τιμή ΣN με το εμβαδόν κάθε λεκάνης παρατηρούμε μεγάλη απόκλιση μεταξύ του Καλορρέματος και του π. Έπι. Αν και έχουν την ίδια περίπου έκταση το Καλόρρεμα έχει σημαντικά μικρότερο αριθμό κλάδων. Η απόκλιση αυτή οφείλεται στην επίδραση της λιθολογίας και συγκεκριμένα στο γεγονός ότι οι κλάδοι 1^{ης} και 2^{ης} τάξης του Καλορρέματος που αναπτύσσονται στην επικλινή περιοχή του Μεσοποτάμου, πάνω σε Πλειο-Πλειστοκαινικά ιζήματα, είναι σχετικά λίγοι και παρουσιάζουν μεγάλο μήκος χωρίς τη συμβολή άλλου κλάδου.

Χαρακτηριστικό είναι και το Μιναγιώτικο ρέμα που έχει μεγάλο αριθμό κλάδων σε σχετικά μικρή έκταση. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο λιθολογικό υπόβαθρο της λεκάνης που συνίσταται από το φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου - Πύλου. Ο φλύσχη λόγω της μικρής του περατότητας ευνοεί την έντονη επιφανειακή απορροή με τη δημιουργία πολλών κλάδων. Σε λιθολογικά αίτια πρέπει να αποδώσουμε και το μικρό αριθμό κλάδων του ποταμού Γιαννούζαγα καθώς η λεκάνη του στο μεγαλύτερο μέρος της αναπτύσσεται σε Πλειο-Τεταρτογενείς μεταλλικούς σχηματισμούς παρουσιάζοντας λίγους παράλληλους και επιμηκυνσμένους κλάδους.

Μήκος κλάδων (L_u)

Τα μήκη των κλάδων ανά τάξη μεταβάλλονται ως εξής:

- ο L₁ από 35,9 Km στο ποτάμι της Μεθώνης σε 89,6 Km στον Έπι,
- ο L₂ από 18,6 Km στον Γιαννούζαγα σε 42,1 Km στον Έπι,

ο L_3 από 6,4 Km στο χείμαρρο της Μεθώνης σε 23,7 Km στον Γιαννούζαγα,

ο L_4 από 3,7 Km στο Μιναγιώτικο σε 18,3 Km στον Έπι και

ο L_5 από 1,9 Km στο Καλόρρεμα σε 10,2 Km στο Μιναγιώτικο.

Στη γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του συνολικού μήκους (ΣL) των κλάδων ανά λεκάνη και του εμβαδού (A) των λεκανών απορροής των ποταμών της Πυλίας, (Εικ. 4), παρατηρούμε ότι το συνολικό μήκος των κλάδων (ΣL) αυξάνει με την αύξηση του εμβαδού των λεκανών. Τη μεγαλύτερη απόκλιση, από τη γραμμή της τάσης, παρουσιάζουν ο χείμαρρος της Μεθώνης και το Μιναγιώτικο ρέμα. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε μικρότερο συνολικό μήκος κλάδων από το αναμενόμενο, που οφείλεται στο ότι ένα τμήμα της λεκάνης του ποταμού της Μεθώνης αναπτύσσεται πάνω στους καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους της ενότητας Γαβρόβου-Πύλου. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί στο μικρό οροπέδιο του Κυνηγού εμφανίζουν πολλές καρστικές δομές (δολίνες, καταβόθρες, κ.α.) μέσα από τις οποίες αποστραγγίζονται τα επιφανειακά ύδατα χωρίς να απορρέουν επιφανειακά. Στην περίπτωση του Μιναγιώτικου ρέματος το μεγαλύτερο από το αναμενόμενο συνολικό μήκος κλάδου οφείλεται στην παρουσία του φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου-Πύλου στο μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής του λεκάνης.

Συντελεστές διακλάδωσης (Rb)

Οι τιμές του συντελεστή διακλάδωσης για όλες τις τάξεις μεταβάλλονται:

ο $Rb_{1,2}$ από 3,35 στο ποτάμι της Μεθώνης σε 4,52 στο Γιαννούζαγα,

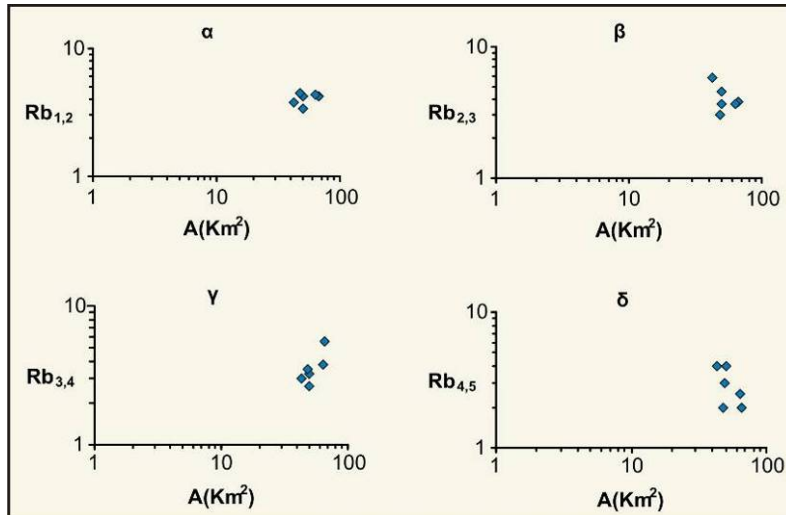
ο $Rb_{2,3}$ από 3 στο Γιαννούζαγα σε 5,75 στο Μιναγιώτικο,

ο $Rb_{3,4}$ από 2,66 στο χείμαρρο της Μεθώνης σε 5,5 στο Καλόρρεμα και

ο $Rb_{4,5}$ από 2 στο Καλόρρεμα και στο Γιαννούζαγα σε 4 στο Μιναγιώτικο και στον Ξεριά.

Οι μεγάλες τιμές του $Rb_{1,2}$ στο Γιαννούζαγα οφείλονται στην επιμήκυνση των λεκανών λόγω της μεγάλης ανάπτυξης των μικρής τάξης κλάδων πάνω στις μεταλλικές αποθέσεις. Στην περίπτωση των $Rb_{2,3}$ και $Rb_{3,4}$ οι μεγάλες τιμές πρέπει εκτός από τη λιθολογία να αποδοθούν και στην τεκτονική. Έτσι η θολωτή δομή του όρους Λυκόδημο οδήγησε στην επιμήκυνση των μικρότερης τάξης λεκανών του Καλορρέματος. Στην περίπτωση του Μιναγιώτικου ρέματος στην επιμήκη μορφή των λεκανών του συμβάλει η ύπαρξη του μετώπου του καλύμματος της Πίνδου ανατολικότερα καθώς και η ανάπτυξη εγκάρσιων ρηξηγενών ζωνών διεύθυνσης Α-Δ.

Οι μικρές τιμές του συγκεκριμένου δείκτη οφείλονται στην υστέρηση ανάπτυξης κλάδων λόγω της παρουσίας των καρστικοποιημένων ασβεστολίθων της ενότητας Γαβρόβου-Πύλου. Από τη γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του εμβαδού (A) των λεκανών απορροής των κυριότερων ποταμών της Πυλίας και των συντελεστών διακλάδωσης (α) $Rb_{1,2}$, (β) $Rb_{2,3}$, (γ) $Rb_{3,4}$ και (δ) $Rb_{4,5}$, όπως παρουσιάζεται στην Εικ. 5, συμπεραίνουμε ότι οι συντελεστές διακλάδωσης όλων των τάξεων δεν εξαρτώνται από το εμβαδόν των λεκανών καθώς παρατηρούμε την ομοιογενή συγκέντρωση των δεδομένων (σημείων) σε στενές περιοχές του διαγράμματος με μικρές αποκλίσεις.



Εικ. 5. Γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του εμβαδού (A) των λεκανών απορροής των κυριότερων ποταμών της Πυλίας και των συντελεστών διακλάδωσης (α) $Rb_{1,2}$, (β) $Rb_{2,3}$, (γ) $Rb_{3,4}$ και (δ) $Rb_{4,5}$.

Μέσο μήκος κλάδων (Lu)

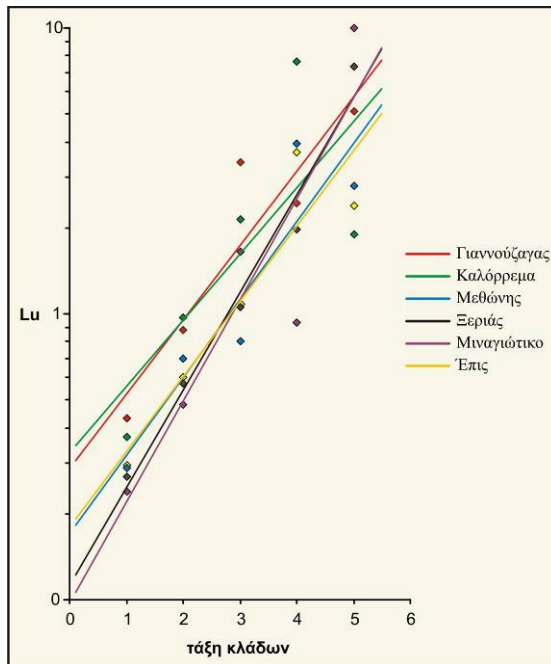
Το μέσο μήκος κλάδων μεταβάλλεται σε όλες τις τάξεις ως εξής:

- ο συντελεστής L_1 από 0,24 Km στο Μιναγιώτικο σε 0,43 Km στο Γιαννούζαγα,
- ο L_2 από 0,48 Km στο Μιναγιώτικο σε 0,97 Km στο Καλόρρεμα,
- ο L_3 από 0,8 Km στο χείμαρρο της Μεθώνης σε 3,38 Km στο Γιαννούζαγα,
- ο L_4 από 0,93 Km στο Μιναγιώτικο σε 3,94 Km στο χείμαρρο της Μεθώνης και
- ο L_5 από 1,9 Km στο Καλόρρεμα σε 10 Km στο Μιναγιώτικο.

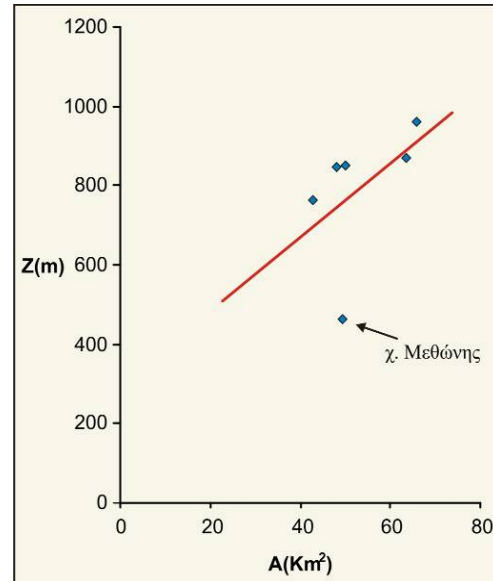
Οι μικρές τιμές στους συντελεστές L_1 , L_2 , L_3 & L_4 μπορούν να αποδοθούν στη λιθολογία και συγκεκριμένα στην ανάπτυξη κλάδων πάνω στο φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου-Πύλου όπου παρατηρείτε μεγάλος αριθμός κλάδων με μικρό μήκος. Οι μεγάλες τιμές στους ίδιους συντελεστές οφείλονται στην επιμήκυνση των λεκανών των αντίστοιχων κλάδων λόγω απορροής πάνω σε μεταλλικούς σχηματισμούς (λιθολογία) αλλά και της επίδρασης ρηξιγενών ζωνών, τη διεύθυνση των οποίων ακολουθούν οι κλάδοι, καθώς και από την αναθόλωση που παρατηρείτε στην περιοχή του όρους Λυκόδημο (τεκτονική).

Στη γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη (Lu) για τις λεκάνες των έξι κυριότερων υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας, (Εικ. 6), διακρίνουμε σημαντικές διαφορές στην κλίση των ευθειών του διαγράμματος. Τη μεγαλύτερη απόκλιση, με αύξηση της κλίσης της γραμμής τάσης, παρουσιάζουν το Μιναγιώτικο ποτάμι και ο Ξεριάς. Τη μικρότερη κλίση έχει το Καλόρρεμα ενώ ενδιάμεσα ο Γιαννούζαγας, ο Έπις και ο χείμαρρος της Μεθώνης συγκροτούν μια ομάδα με παράλληλες γραμμές.

Η κατάταξη αυτή των υδρογραφικών δικτύων σε ομάδες δεν φαίνεται να σχετίζεται με το ανάγλυφο, καθώς οι μέγιστες τιμές των υψομέτρων είναι σχεδόν παρόμοιες, αλλά σε κάποιο βαθμό με τη λιθολογία. Έτσι μπορούμε να παρατηρήσουμε, ότι το Μιναγιώτικο ρέμα και ο Ξεριάς που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη κλίση είναι τα μόνα ρεύματα οι λεκάνες των οποίων αναπτύσσονται σχεδόν αποκλειστικά πάνω σε φλύσχη. Η μικρότερη κλίση που παρουσιάζουν τα υπόλοιπα δίκτυα φαίνεται από το διάγραμμα να οφείλεται στη μικρή τιμή που έχει ο συντελεστής L_5 , κάτι που πρέπει να αποδοθεί στο συνδυασμό τεκτονικής - λιθολογίας για την κάθε περίπτωση ξεχωριστά.



Εικ. 6. Γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη (Lu) για τις λεκάνες των έξι κυριότερων υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας.



Εικ. 7. Γραφική παράσταση που δείχνει τη σχέση μεταξύ του ολικού αναγλύφου (H) και του εμβαδού (A) των λεκανών απορροής των έξι κυριότερων υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας.

Συντελεστής μήκους (RL)

Οι τιμές των συντελεστών μήκους μεταβάλλονται ως ακολούθως:

ο συντελεστής $RL_{2,1}$ από 2 στο Μιναγιώτικο σε 2,62 στο Καλόρρεμα,

ο $RL_{3,2}$ από 1,14 στο χείμαρρο της Μεθώνης σε 3,84 στο Γιαννούζαγα,

ο $RL_{4,3}$ από 0,56 στο Μιναγιώτικο σε 4,92 στο χείμαρρο της Μεθώνης και

ο $RL_{5,4}$ από 0,25 στο Καλόρρεμα σε 10,98 στο Μιναγιώτικο.

Στους συντελεστές $RL_{2,1}$ και $RL_{3,2}$ δεν παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις ενώ στους συντελεστές $RL_{4,3}$ και $RL_{5,4}$ μπορούμε να διακρίνουμε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από το Μιναγιώτικο ρέμα, τον Ξεριά και τον Γιαννούζαγα ενώ η δεύτερη από το Καλόρρεμα, τον Έπι και το χείμαρρο της Μεθώνης. Χαρακτηριστικό τους οι πολύ μικρές τιμές του συντελεστή $RL_{4,3}$ στη πρώτη ομάδα σε σχέση με τις μεγάλες τιμές της δεύτερης και αντίθετα οι πολύ μεγάλες τιμές του $RL_{5,4}$ στην πρώτη ομάδα συγκρινόμενες με τις μικρές τιμές της δεύτερης. Οι διαφοροποιήσεις αυτές μπορούν να αποδοθούν και στην επίδραση της λιθostrωματογραφίας καθώς τα δίκτυα της πρώτης ομάδας αναπτύσσονται στο μεγαλύτερο μέρος τους στο φλύσχη της ενότητας Γαβρόβου-Πύλου και σε μικρού πάχους μεταλλικές αποθέσεις που καλύπτουν το φλύσχη. Όμως καθώς υδρογραφικά δίκτυα που ανήκουν στη δεύτερη ομάδα (χ. Μεθώνης) έχουν διαμορφωθεί πάνω στους ίδιους σχηματισμούς (φλύσχης - μεταλλικά) πρέπει να αναζητήσουμε και σε άλλους παράγοντες την ευθύνη για τις παρατηρούμενες διαφορές (στην τεκτονική και ίσως και στη μορφολογία).

Υδρογραφική Πυκνότητα (D)

Οι τιμές της πυκνότητας κυμαίνονται από 1,67 στη λεκάνη του χείμαρρου της Μεθώνης μέχρι 3,05 στη λεκάνη του Μιναγιώτικου. Δεχόμενοι ότι οι κλιματικοί παράγοντες και το ανάγλυφο δεν παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των μεταβολών της πυκνότητας που παρατηρούμε στη χερσόνησο της Πυλίας, φαίνεται ότι είναι καθοριστική η συμμετοχή της λιθostrωματογραφίας των σχηματισμών πάνω στους οποίους έχουν δημιουργηθεί τα επιμέρους δίκτυα, καθώς η μεγαλύτερη τιμή πυκνότητας εντοπίζεται σε περιοχή με αυξημένη

επιφανειακή απορροή λόγω φλυστικού υποβάθρου (Μιναγιώτικο). Επιπροσθέτως, το ίδιο σημαντική πρέπει να είναι και η επίδραση της τεκτονικής καθώς το δίκτυο του Έπι (δεύτερη μεγαλύτερη τιμή πυκνότητας) έχει επηρεαστεί εμφανώς από τη διεύθυνση των λεπών - πτυχών της Πίνδου αλλά και τις περιθωριακές ρηξιγενείς ζώνες των μεταλλικών λεκανών.

Υδρογραφική Συχνότητα (F)

Οι τιμές της συχνότητας μεταβάλλονται από 2,62 για τον Γιαννούζαγα μέχρι 8,16 για το Μιναγιώτικο. Όπως και στην περίπτωση της Πυκνότητας έτσι και η συχνότητα ελέγχεται από τη λιθολογία και την τεκτονική καθώς οι ίδιες λεκάνες παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες (λεπτή υδρογραφική υφή) ή μικρότερες τιμές (τραχεία υδρογραφική υφή). Επιπλέον η έντονη καρστικοποίηση των ασβεστόλιθων της Πύλου οδηγεί στη μείωση της συχνότητας στα δίκτυα της Δυτικής Πυλίας.

Ολικό ανάγλυφο (H)

Το ολικό ανάγλυφο ταυτίζεται με τα μέγιστα υψόμετρα των λεκανών καθώς σαν υψόμετρο στομίου λεκάνης θεωρείται το σημερινό επίπεδο της στάθμης της θάλασσας. Στη γραφική παράσταση που δείχνει τη σχέση μεταξύ του ολικού αναγλύφου (H) και του εμβαδού (A) των λεκανών απορροής των έξι κυριότερων υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας (Εικ. 7), παρατηρούμε ότι υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ του ολικού ανάγλυφου και του εμβαδού των λεκανών και συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερη είναι η λεκάνη απορροής τόσο αυξάνει και το μέγιστο υψόμετρο. Σημαντική απόκλιση από τη γραμμή τάσης παρουσιάζει μόνο η λεκάνη του χειμάρρου της Μεθώνης που αναπτύσσεται σε περιοχές με μικρότερα υψόμετρα.

Περίμετρος λεκάνης (P)

Τη μεγαλύτερη περίμετρο παρουσιάζει η λεκάνη του ποταμού Έπι (48,83Km) ενώ τη μικρότερη ο χειμάρρος της Μεθώνης (32,84Km) και ο Ξεριάς (33,97Km). Τα υπόλοιπα δίκτυα έχουν ενδιάμεσες τιμές (36-40Km). Συγκρίνοντας τις περιμέτρους με τις αντίστοιχες εκτάσεις των δικτύων παρατηρούμε ότι υπάρχουν λεκάνες με μικρότερη έκταση από κάποιες άλλες που όμως παρουσιάζουν μεγαλύτερη περίμετρο. Χαρακτηριστικά ενώ το Μιναγιώτικο ρέμα έχει τη μικρότερη έκταση από όλα τα υπόλοιπα δίκτυα παρουσιάζει μεγαλύτερη περίμετρο από το χειμάρρο της Μεθώνης και τον Ξεριά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η λεκάνη του Μιναγιώτικου παρουσιάζει σημαντική επιμήκυνση ως προς μια διεύθυνση προσλαμβάνοντας ένα ελλειψοειδές σχήμα, ενώ οι λεκάνες των άλλων δύο δικτύων έχουν αποκτήσει ένα περισσότερο κυκλικό σχήμα.

Κυκλικότητα λεκάνης (Rc)

Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο συντελεστής τόσο περισσότερο πλησιάζει προς τον κύκλο το σχήμα μιας λεκάνης. Από τα μελετηθέντα δίκτυα παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη κυκλικότητα παρουσιάζουν ο χειμάρρος της Μεθώνης (0,58) και ο Ξεριάς (0,54). Αντίθετα τη μικρότερη κυκλικότητα (Rc) παρουσιάζουν οι λεκάνες του ποταμού Έπι (0,33) και του Μιναγιώτικου ρέματος (0,40) που παρουσιάζουν επίσης και μεγάλη μήκυνση λεκάνης.

5. Συμπεράσματα

Από τη συγκριτική ποσοτική ανάλυση των υδρογραφικών δικτύων της Πυλίας προκύπτει ότι:

- Οι αποκλίσεις που παρουσιάζουν οι τιμές ορισμένων σταθερών και συντελεστών (π.χ. ΣΝ & Lu) οφείλονται κυρίως στη διαφοροποίηση του γεωλογικού υποβάθρου στην κάθε λεκάνη, με την ύπαρξη περατών ή μη περατών σχηματισμών (π.χ. ασβεστολίθων – φλύσχη), καθώς και τοπικά με την εμφάνιση λιγότερο ή περισσότερο ανθεκτικών στη διάβρωση πετρωμάτων (π.χ. μάργες – κροκαλοπαγή).
- Κάποιοι συντελεστές (π.χ. Rl & Rb) δεν εξαρτώνται τόσο από τη λιθοστρωματογραφία των σχηματισμών πάνω στους οποίους αναπτύσσονται οι λεκάνες, όσο από την επίδραση της νεοτεκτονικής (δράση περιθωριακών ρηξιγενών ζωνών, ανοδικές κινήσεις ρηξιτεμαχών), καθώς παρατηρούνται διαφορετικού εύρους τιμές σε λεκάνες με το ίδιο γεωλογικό υπόβαθρο.
- Η λιθολογία επιδρά στη δημιουργία πυκνότερου ή αραιότερου δικτύου.

- Εκτός από την επίδραση της λιθοστρωματογραφίας και της τεκτονικής, άλλοι παράγοντες όπως οι μορφολογικές κλίσεις, το ολικό ανάγλυφο και το κλίμα δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των συντελεστών που υπολογίστηκαν.

Βιβλιογραφία (References)

- Fountoulis I., Mariolakos I. & Ladas I., 2014. Quaternary basin sedimentation and geodynamics in SW Peloponnese (Greece) and late stage uplift of Taygetos Mt. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, Vol. 55, n.2, June 2014, pp. 303-324.
- Frydas D., 1990. Plankton - stratigraphie des Pliozans und unteren Pleistozans der SW Peloponnes, Griechenland. *Newsletter on Stratigraphy*, 23(2), 91-108, Berlin/Stuttgart.
- Koutsouveli, A., 1987. Etude stratigraphique des formations pliocenes et pleistocenes en Messenie accidentale. These Univ. d' Aix Marseille II, 162 p., Luminy.
- Ladas, I., Mariolakos, I. & Fountoulis, I., 2004. Neotectonic deformation of Eastern Pylia (SW Peloponnesus Greece). *Proceedings of the 10th Congress of the Geol. Soc. Greece*, April 2004, Thessaloniki, *Bull. Geol. Soc. Greece*, vol. XXXVI/4, 1652-1661.
- Mariolakos, I., Lozios, S. & Logos, E., 1995. The neotectonic macrostructure of southern Peloponnesus. The earthquakes of September 13, 1986. Seminar on active faults, XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, 51-60, Athens.
- Strahler, A.N., 1954. Statistical analysis in geomorphic research. *Journ. Geol.*, 62, 1-25.
- Strahler, A.N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Amer. Geophys. Union Trans.*, 38, 913-920.
- Λαδάς Ι., 2000. Μορφοτεκτονική ανάλυση και νεοτεκτονική εξέλιξη της Πυλίας. Α δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης, Τομέας Δυναμικής-Τεκτονικής-Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. Τμήμα Γεωλογίας, Παν/μιο Αθηνών.
- Μαριολάκος Η., Φουντούλης Ι. και Λαδάς Ι. 2001. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της ΝΔ Πελοποννήσου κατά το Τεταρτογενές. *Πρακτικά 9^{ου} Συνεδρίου της Ελλ. Γεωλ. Ετ., Σεπτέμβριος 2001, Αθήνα*, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XXXIV/1, 37-45.
- Φυτρολάκης Ν., 1971. Γεωλογικά έρευνα εις την επαρχίαν Πυλίας (Μεσσηνία). *Ann. Geol. Des Pays Helln.*, 23, 57-122, Αθήνα.
- Φυτρολάκης, Ν., 1980b. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, κλίμακα 1:50.000, φύλλο ΚΟΡΩΝΗ-ΠΥΛΟΣ-ΣΧΙΖΑ, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.