

Καθορισμός τύπων επιφανειακών υδάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 ΕΚ – Εφαρμογή με τη χρήση Γ.Σ.Π. στο Ελληνικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Νέστου ποταμού

ΚΑΣΑΠΗ Κ.Α.¹, ΑΓΓΕΛΑΚΟΥ Γ.¹, ΚΑΝΛΗ Α.², ΠΑΤΣΙΑ Α.², ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ.¹, ΚΟΤΖΑΓΕΩΡΓΗΣ Γ.³, ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Π.⁴ ΚΑΙ ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ Μ.²

ABSTRACT

According to the Water Frame Directive 2000/60/EC, Member States are obliged to classify all waters according to reference conditions in each type and to define the ecological quality of water resources in each river catchment area, including also the transboundaries rivers and lakes. At the present study, the Greek part of the catchment area of the transboundary river Nestos was examined. System B was selected, as the most qualified classification method for the surface water of river Nestos, according to the Water Frame Directive (Systems A and B). It reflects the diversity of the landscape and apart from the mandatory factors, other alternative factors can be used. G.I.S. was used for the designation of typology and proved a valuable tool. The abiotic factors used were height, geology, catchment area size and slope. The catchment area was divided into twenty-three types, four of which were on the main river channel. The twenty-three types fall into three out of five Mediterranean River Types (R-M 2, 3, 4).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια εφαρμογής της Οδηγίας 2000/60ΕΚ, τα κράτη μέλη είναι υποχρεωμένα να ταξινομήσουν τα επιφανειακά ύδατα, βάση των συνθηκών αναφοράς ανά τύπο και να προσδιορίσουν την οικολογική κατάσταση των υδατικών πόρων σε κάθε λεκάνη απορροής ποταμού, συμπεριλαμβανομένων και των διασυνοριακών ποταμών και λιμνών. Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε το ελληνικό τμήμα της λεκάνης απορροής του διασυνοριακού π. Νέστου. Με βάση την προτεινόμενη μέθοδο ταξινόμησης των υδάτων από την Οδηγία (Συστήματα Α και Β) για τη λεκάνη του Νέστου επιλέχθηκε το Σύστημα Β, καθότι αποδίδει καλύτερα την ποικιλομορφία του τοπίου λόγω του ότι πέρα από τους υποχρεωτικούς περιγραφείς δίνει τη δυνατότητα επιλογής και άλλων εναλλακτικών αβιοτικών περιγραφέων. Για τον προσδιορισμό των τύπων χρησιμοποιήθηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) και αποδείχθηκε ότι αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο. Οι αβιοτικοί περιγραφείς που χρησιμοποιήθηκαν είναι το υψόμετρο, η γεωλογία της περιοχής, το μέγεθος της λεκάνης απορροής καθώς και η κλίση. Ύστερα από την επεξεργασία των δεδομένων, με τη χρήση των Γ.Σ.Π., προέκυψε ότι η λεκάνη απορροής διαιρείται σε 23 τύπους, οι 4 από τους οποίους βρίσκονται στον κύριο ρου του ποταμού. Οι 23 αυτοί τύποι ταξινομούνται στους 3 από τους 5 μεσογειακούς τύπους ποταμών (στους R-M 2, 3 και 4).

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Κράτη Μέλη με βάση την Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά 2000/60 ΕΚ υποχρεώ-

νται να ταξινομήσουν τα ύδατα βάση των συνθηκών αναφοράς/τύπο και να προσδιορίσουν την οικολογική κατάσταση των υδατικών

DESIGNATION OF SURFACE WATER BODY TYPES ACCORDING TO WATER FRAME DIRECTIVE 2000/60/EC- APPLICATION TO THE GREEK WATERSHED AREA OF NESTOS RIVER BY THE USE OF G.I.S.

¹Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας Α.Π.Θ., albakaki@geo.uth.gr

² Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Ζωολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών ΑΠΘ,

³ Περιβαλλοντολόγος ENVECO S.A.

⁴ Διευθυντής Διεύθυνσης Υδάτων Π.Α.Μ.Θ.

πόρων σε κάθε λεκάνη απορροής ποταμού που διασχίζει το εθνικό τους έδαφος, (συμπεριλαμβανομένων και των διασυνοριακών ποταμών και λιμνών). Ο απώτερος στόχος της Οδηγίας είναι η επίτευξη της καλής οικολογικής & χημικής ποιότητας των υδάτων έως το 2015 σε επίπεδο λεκάνης απορροής ενός ποταμού (Άρθρο 3). Για τον προσδιορισμό των τυποχαρακτηριστικών συνθηκών προτείνονται δύο συστήματα ταξινόμησης (Α' και Β') για τις κατηγορίες των επιφανειακών υδάτων (ποτάμια, λίμνες, μεταβατικά, παράκτια) που βασίζονται σε υδρομορφολογικούς, κλιματικούς και γεωλογικούς παράγοντες (Πίνακας 1). Οι τύποι που αντιπροσωπεύουν συνθήκες αναφοράς, πρέπει να προέρχονται από φυσικές, μη τροποποιημένες περιοχές

Το σύστημα Α βασίζεται σε 25 προκαθορισμένες οικοπεριοχές σύμφωνα με την κατανομή των βιοκοινοτήτων στα ευρωπαϊκά επιφανειακά ύδατα. Για κάθε οικοπεριοχή, οι τύποι καθορίζονται από περαιτέρω κριτήρια τα οποία κατηγοριοποιούνται, π.χ. το υψόμετρο σε τρεις κατηγορίες, η έκταση της λεκάνης απορροής σε τέσσερις και η γεωλογία σε τρεις (Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ).

Σε αντίθεση, το σύστημα Β χρησιμοποιεί τόσο τους υποχρεωτικούς περιγραφείς του συστήματος Α, όσο προαιρετικούς και άλλους εναλλακτικούς, μερικοί από τους οποίους καθορίζουν τη δομή και τη σύνθεση των βιολογικών κοινοτήτων των ποταμών. Έτσι καταφέρνει το Σύστημα Β να αποδώσει με

σαφήνεια την ποικιλομορφία του τοπίου. (Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ).

Ο βασικότερος λόγος για τη χρήση του Συστήματος Β στις λεκάνες απορροής της Βόρειας Ελλάδας, είναι το γεγονός ότι με τις οικοπεριοχές του Συστήματος Α χωρίζεται η λεκάνη απορροής του Αξιού σε δύο τμήματα. Ανήκει στις οικοπεριοχές 6 και 7. Επίσης πλεονέκτημα του Συστήματος Β αποτελεί το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Γεωγραφική Ομάδα Διαβαθμονόμησης βασιζόμενη στο σύστημα Β, έχει διακρίνει τα ποτάμια της Ευρώπης σε 5 τύπους, με σκοπό τον προσδιορισμό των ορίων της Υψηλής/Καλής και Καλής/Μέτριας ποιότητας για διάφορους ποιοτικούς δείκτες). Επίσης η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Διαβαθμονόμησης χρησιμοποίησε το Σύστημα Β για τη διάκριση των τύπων Μεσογειακών λιμνών (Working Group 2.5 INTERCALIBRATION 2003), (WFD intercalibration technical report, EC, 2007). Έτσι, στο χώρο της Βόρειας Ελλάδας κατά τη μελέτη του ποτάμιου συστήματος του Νέστου βρέθηκε ότι το σύστημα Β είναι πιο αποτελεσματικό κατά τη διαδικασία του καθορισμού των τύπων.

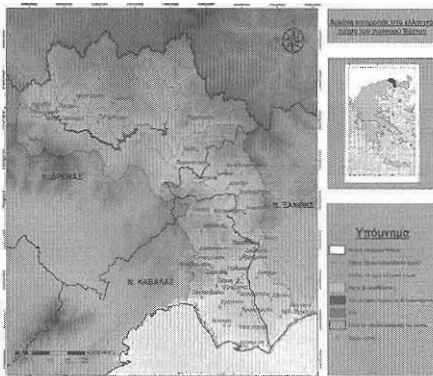
Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται το σύστημα Β, πρέπει να επιτυγχάνεται ο ίδιος τουλάχιστον βαθμός διαχωρισμού, που θα επιτυγχανόταν με τη χρήση του συστήματος Α.

Πίνακας 1: Περιγραφείς για τον καθορισμό των τύπων των κατηγοριών των επιφανειακών υδάτων σύμφωνα με το σύστημα Α της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ

| | Ποταμοί | Λίμνες | Μεταβατικά | Παράκτια |
|-------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Περιγραφείς | Υψόμετρο | Υψόμετρο | Μέση ετήσια αλατιότητα | Μέση ετήσια αλατιότητα |
| | Μέγεθος υδρολογικής λεκάνης | Μέσο βάθος Μέγεθος επιφάνειας | Μέσο παλιρροιακό φάσμα | Μέσο βάθος |
| | Γεωλογία | Γεωλογία | | |

1.1 Χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής Νέστου

Ο ποταμός Νέστος είναι ένας από τους διασυνοριακούς ποταμούς Ελλάδας-Βουλγαρίας. Πηγάζει από το όρος Ρίλα της Βουλγαρίας μεταξύ των οροσειρών Αίμου και Ροδόπης και ακολουθώντας πορεία νοτιοανατολική εισέρχεται στην Ελλάδα και εκβάλλει στο Θρακικό πέλαγος απέναντι από τη Ν. Θάσο. Η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού όπως υπολογίστηκε για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας (κεφ. 2), είναι 6130 km², από τα οποία, τα 2429 km² (39.6 %) βρίσκονται στην Ελλάδα. Στην έκταση της λεκάνης απορροής στο ελληνικό τμήμα, δεν περιλαμβάνονται οι υπολεκάνες εκατέρωθεν της κοίτης στο δέλτα, οι αποστραγγίζονται ανεξάρτητα με τεχνητές τάφρους.

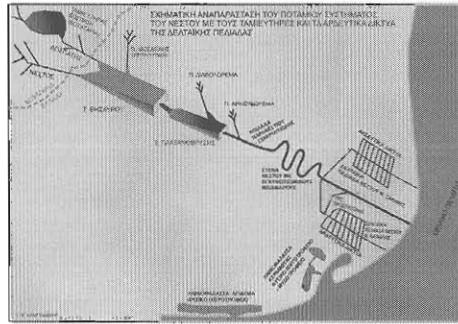


Εικόνα 1: Λεκάνη απορροής του ποταμού Νέστου

Στην Ελλάδα, η λεκάνη απορροής του Νέστου διοικητικά υπάγεται στους νομούς Δράμας, Καβάλας και Ξάνθης και ο Νέστος διασχίζει μαιανδρίζοντας τους τρεις νομούς σε μήκος 134 km, από τα συνολικά 234 km., αποτελώντας το φυσικό όριο μεταξύ Μακεδονίας και Θράκης. Το έδαφος σχεδόν σε όλο το μήκος της λεκάνης απορροής είναι ορεινό, με εξαίρεση την περιοχή της εκβολής του ποταμού, η οποία καταλαμβάνει έκταση 440 km² περίπου.

Οι κυριότεροι παραπόταμοι του ποταμού Νέστου, οι οποίοι βρίσκονται στο ορεινό τμήμα της λεκάνης του, είναι ο Δεσπάτης (μήκος 12

km, έκταση λεκάνης 119 km²), ο Μούσδας (μήκος 20 km, έκταση λεκάνης 203 km²), το Διαβολόρεμα (μήκος 14 km, έκταση λεκάνης 356 km²) και το Αρκουδόρεμα (μήκος 28 km, έκταση λεκάνης 283 km²). Στις εικόνες 1 και 2 παρουσιάζεται η λεκάνη απορροής του ποταμού Νέστου.



Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας του συστήματος της λεκάνης απορροής του Νέστου ποταμού (Αλμπανάκης, 2008).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εφαρμογή του συστήματος Β με τη χρήση υποχρεωτικών παραγόντων (όπως του υψομέτρου, της γεωλογίας και του μεγέθους της λεκάνης απορροής) και προαιρετικών παραγόντων (της κλίσης) πραγματοποιείται με τη χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και οδηγεί στην εξαγωγή του αριθμού των τύπων ποτάμιων συστημάτων στη λεκάνη απορροής.

Η επεξεργασία έγινε με το πρόγραμμα ArcGIS Desktop 9.2. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου/DEM της ευρύτερης περιοχής του Νέστου με χωρική διακριτική ικανότητα 90 x 90 m., προερχόμενο από ελεύθερα διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα (αποστολή SRTM) της NASA (διαστημικό λεωφορείο Atlantis).

Δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες για κάθε παράμετρο και με την ανάλυση επικάλυψης (overlay analysis) προέκυψαν οι τύποι. Με την εντολή eliminate του Data Management Tool αποκλείστηκαν τα πολύγωνα έκτασης < 10 km².

Οι χάρτες πάνω στους οποίους βασίζεται η μεθοδολογία είναι αυτοί του γεωλογικού

υποβάθρου (ασβεστολιθικά και πυριτικά), του υψομέτρου σύμφωνα με τον Δίκαι (1989) με μια τροποποίηση ως προς την τρίτη κατηγορία, η οποία συμπεριλαμβάνει την ημιορεινή και την ορεινή περιοχή (Κεμιτζόγλου, 2006), των υπολεκάνων σύμφωνα με το διαχωρισμό των Van de Bund et al.(2004) από την άσκηση διαβαθμονόμησης καθώς και των κλίσεων, σύμφωνα με τον Demec (1972) και την τροποποίηση της Κεμιτζόγλου (2006) όπως φαίνονται στον πίνακα 2 παρακάτω.

Πίνακας 2: Αβιοτικές παράμετροι (Σύστημα Β)

| Παράμετροι | Παράγοντες |
|--------------|--------------------------|
| Μορφολογικές | Μέγεθος λεκάνης απορροής |
| | Υψόμετρο |
| | Κλίση |
| Γεωλογικές | Ασβεστολιθικά |
| | Πυριτικά |

Για την προσαρμογή των χαρακτηριστικών της λεκάνης με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ χρησιμοποιήθηκαν οι εξής:

- Σεισμοτεκτονικός Χάρτης Της Ελλάδας Με Σεισμογεωλογικά Στοιχεία, κλίμακας 1:500.000, του ΙΓΜΕ (Αθήνα 1989)
- Χάρτης Μεταλλοφόρων Εμφανίσεων Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, κλίμακας 1:200.000, του ΙΓΜΕ (1991)
- Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας, κλίμακας 1:500.000, του ΙΓΜΕ (Αθήνα 1983)
- Χάρτης Χρήσεων Γης, κατά Corine Land Cover 2000,
- Γεωλογικός Χάρτης από τους Petalas et al. 2005 για το ελληνικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Νέστου

Επιπλέον, βοήθησε στην κατανόηση - οπτικοποίηση της λεκάνης απορροής του Νέστου, το διαδικτυακό λογισμικό Googlearth. Δεν χρησιμοποιήθηκαν όμως στοιχεία του για τη δημιουργία χαρτών.

2.1 Επιλεχθέντες περιγραφείς Συστήματος Β

2.1.1 Υψόμετρο

Η κατηγοριοποίηση των υψομέτρων που επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση της

τυπολογίας βασίζεται στην ταξινόμηση του Δίκαι (1989). Χωρίζει την κάθε λεκάνη σε περιοχές με συγκεκριμένο εύρος υψομέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, ώστε να αποδοθεί στην κάθε περιοχή ορισμένος χαρακτηρισμός. Η κατηγοριοποίηση αυτή έχει βιολογική σημασία για τις ποτάμιες βιοκοινωνίες. Έτσι, περιοχές με υψόμετρο:

- < 150 m χαρακτηρίζονται πεδινές,
- 150-600 m χαρακτηρίζονται λοφώδεις,
- 600-900 m χαρακτηρίζονται ημιορεινές, με βουνά και ψηλούς λόφους,
- > 900 m χαρακτηρίζονται ορεινές.

Η κατηγοριοποίηση του Δίκαι (1989) τροποποιήθηκε ως προς την τρίτη κατηγορία η οποία για τα ποτάμια της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας συμπεριλαμβάνει την ημιορεινή και την ορεινή περιοχή (Κεμιτζόγλου, 2006) (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Κατηγοριοποίηση των υψομέτρων σύμφωνα με την Κεμιτζόγλου (2006)

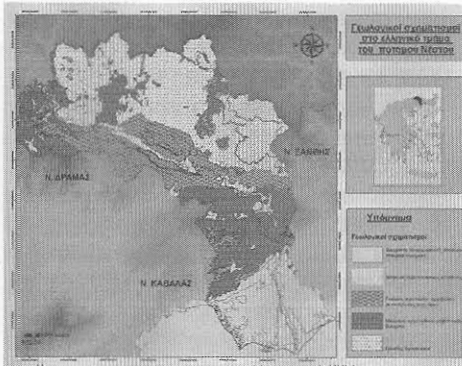
| Εύρος Υψομέτρων (m) | Τύπος ανάγλυφου |
|---------------------|-------------------|
| < 150 | Πεδινό |
| 150-600 | Λοφώδεις |
| >600 | Ημιορεινό- Ορεινό |

2.1.2 Γεωλογία

Η γεωλογία αποτελεί βασική παράμετρο για τον καθορισμό των τύπων των επιφανειακών υδάτων. Σύμφωνα με την Οδηγία-πλαίσιο, οι γεωλογικοί σχηματισμοί κατηγοριοποιούνται σε ανθρακικά, πυριτικά και οργανικά. Προφανώς η κατηγοριοποίηση βασίζεται στα τρία χημικά στοιχεία ασβέστιο, πυρίτιο και άνθρακα, τα οποία συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στο βιογεωχημικό κύκλο.

Στα επιφανειακά ύδατα της Ελλάδας δεν συναντάμε γεωλογικό υπόβαθρο οργανικού τύπου. Οπότε η κατηγοριοποίηση τροποποιείται ή σε ανθρακικά, πυριτικά, αργιλικά ή κατά άλλους σε ανθρακικά και πυριτικά. Στην παρούσα μελέτη, οι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίθηκαν σε ανθρακικούς και πυριτικούς. Οι ανθρακικοί απατελούνται από τα καρστικά πετρώματα, όπως κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες και μάρμαρα. Στο σύνολο της λεκάνης απορροής στο ελληνικό

τμήμα υπολογίστηκε ότι καλύπτουν περίπου το 25%. Οι πυριτικοί σχηματισμοί αναφέρονται στα Νεογενή και Τεταρτογενή πετρώματα, τα οποία στη λεκάνη του Νέστου αποτελούν προϊόντα διάβρωσης μεταμορφωμένων και πυριγενών πετρωμάτων. Η διάκριση των γεωλογικών σχηματισμών στις δύο ενότητες (ανθρακικά, πυριτικά) στηρίχθηκε στο γεωλογικό χάρτη των Petalas et al., 2005 (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της υδρολογικής λεκάνης του Νέστου

2.1.3 Μέγεθος Λεκάνης Απορροής

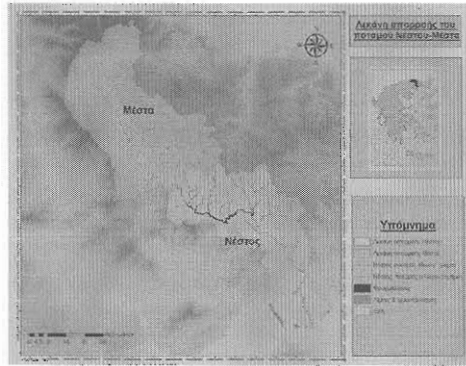
Το μέγεθος της λεκάνης απορροής βάσει της Οδηγίας-πλαίσιο αποτελεί υποχρεωτικό παράγοντα και των δύο συστημάτων (Α και Β). Ειδικά στην περίπτωση της Ελλάδας, όπου τα στοιχεία παροχής είναι ελλιπή, η έκταση της λεκάνης απορροής αποτελεί έναν έμμεσο τρόπο για να υπεισέλθει στην τυπολογία η παράμετρος της παροχής καθώς η έκταση της λεκάνης απορροής αντικατοπτρίζει το επίπεδο της παροχής (Poff & Allan, 1995).

Η διάκριση των υπολεκανών που χρησιμοποιήθηκε ακολουθεί την κατηγοριοποίηση που ακολουθείται στην άσκηση διαβαθμονόμησης των Μεσογειακών ποταμών MedGIG και την κατηγοριοποίηση του συστήματος Α του Παραρτ. II της Οδηγίας-πλαίσιο:

- 10 - 100 km²
- 100 - 1000 km²
- 1000 - 10.000 km²

Στον υπολογισμό του μεγέθους της λεκάνης για τον κύριο ρου συνυπολογίζεται και

το ανάντη τμήμα του εκάστοτε υδατικού σώματος, δηλαδή η έκταση της λεκάνης απορροής που βρίσκεται στη Βουλγαρία (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Λεκάνη απορροής του διακρατικού ποταμού Νέστος

2.1.4 Κλίση

Η κλίση του ανάγλυφου υπολογίζεται και ποσοτικοποιείται από την ανάλυση του ψηφιακού μοντέλου υψομέτρων (DEM). Ο Demek, το 1972, πρότεινε μια ταξινόμηση των κλίσεων κάθε λεκάνης, προκειμένου να χαρακτηρίσει τις περιοχές με την ίδια κλίση. Η ταξινόμηση αυτή ακολουθείται επίσης από την Διεθνή Γεωγραφική Ομάδα και χωρίζει τις τιμές της μέσης κλίσης του ανάγλυφου σε 6 ομάδες (Παράσχου, 2005).

Η καθεμιά από τις έξι ομάδες κλίσεων χαρακτηρίζει το είδος των επιφανειών και τον τρόπο διάβρωσης ως εξής:

- Κλίση 0° - 2°: Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος
- Κλίση 2° - 5°: Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης.
- Κλίση 5° - 15°: Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο. Κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή, έντονες διαβρωτικές διεργασίες.
- Κλίση 15° - 30°: Απότομο έως εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο. Έντονες διεργασίες απογύμνωσης, ερπυσμοί

εδάφων, λασποροές, έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση.

- Κλίση 35° - 55°: Απόκρημνο ανάγλυφο. Πολύ λεπτό ασυνεχές στρώμα εδάφους, έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος.
- Κλίση > 55°: Κάθετο ανάγλυφο. Απουσία εδάφους, απογύμνωση πετρωμάτων και κατάρρευση βράχων.

Χρησιμοποιώντας ως βάση την ταξινόμηση του Demek (1972) και λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπ' όψη τη βιολογία και την οικολογία των ρεόφιλων και μεσαία ρεόφιλων ψαριών της Ελλάδας επιλέχθηκε η κατηγοριοποίηση (Κεμπτζόγλου, 2006) που φαίνεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Κατηγοριοποίηση των κλίσεων αναγλύφου για την εφαρμογή της Ταυτολογίας στα ποτάμια της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας (Κεμπτζόγλου, 2006).

| Κλίσεις σε μοίρες | Κλίσεις % | Περιγραφή αναγλύφου κατά Demek (1972) |
|-------------------|--------------|---------------------------------------|
| 0-5 | 0-8.74 | Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο |
| 5-15 | 8.74 - 26.79 | Ισχυρώς κεκλιμένο |
| >15 | >26.79 | Απότομο έως κάθετο |

2.2 Χαρακτηρισμός τύπων

Η Ελλάδα συμμετέχει στο MED GIG (Γεωγραφική Ομάδα Διαβαθμονόμησης Μεσογειακής οικοπεριοχής) μαζί με τα υπόλοιπα μεσογειακά Κράτη Μέλη. (Γαλλία, Ιταλία, Σλοβενία, Πορτογαλία, Ισπανία, Κύπρος και Μάλτα).

Σύμφωνα με την άσκηση διαβαθμονόμησης των συστημάτων αξιολόγησης της ποιότητας του νερού (διαδικασία για την εξασφάλιση της συγκρισιμότητας μεταξύ των αποτελεσμάτων της βιολογικής παρακολούθησης στα Κράτη Μέλη) και τους Van de Bund et al (2004), για τους Μεσογειακούς τύπους ποταμών διακρίνονται 5 τύποι. Επιπλέον, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της άσκησης διαβαθμονόμησης (Intercalibration results, June 2007, Annex 1), επαρκή τυποχαρακτηριστικά στοιχεία για τα μακροασπόνδυλα υπάρχουν μόνον για τις αναγνωρισμένες υδάτινες κατηγορίες ποταμών τύπου R-M1, R-M2, R-M4 & R-M5. Δεν υπάρχουν για τον τύπο R-M3 ο οποίος χαρακτηρίζει τα μεγάλα πεδινά ποτάμια, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων δέχεται μεγάλες πιέσεις.

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά Μεσογειακού τύπου ποταμών (Van de Bund et al., 2004)

| Τύπος | Χαρακτηρισμός Ποταμού | Λεκάνη απορροής | Υψόμετρο-Γεωμορφολογία | Γεωλογία υπόβαθρου | Καθεστώς Ροής ποταμού |
|--------------|---|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| R-M 1 | Μικρός μεσαίο υψόμετρο | σε 10-100 km ² | 200-800 m | Μικτή | Έντονα εποχικό |
| R-M 2 | Μεσαίος χαμηλό υψόμετρο | σε 100-1000 km ² | <600 m | Μικτή | Έντονα εποχικό |
| R-M 3 | Μεγάλος χαμηλό υψόμετρο | σε 1000-10000 km ² | <600 m | Μικτή | Έντονα εποχικό |
| R-M 4 | Μικρός/μεσαίος σε μεσογειακού τύπου βουνό | 10-1000 km ² | 400-1500 m | Μη πυρπικό υπόβαθρο (μικτή) | Εποχικό-μεταφορά ιζήματος |
| R-M 5 | Μικρός/εποχικός | 10-100 km ² | <300 m | Μικτή | Πρόσκαιρο |

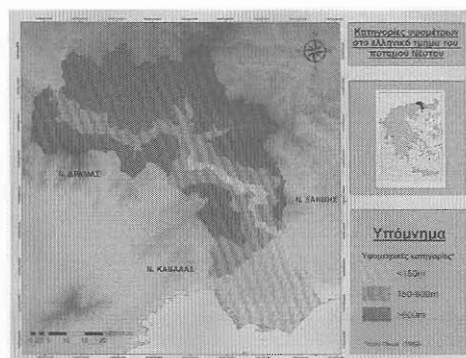
Πίνακας 6: Μεσογειακοί τύποι λιμνών που συμμετέχουν στην άσκηση διαβαθμονόμησης

| Τύπος | Χαρακτηρισμός λίμνης | Υψόμετρο (m) | Μέσο βάθος (m) | Γεωλογία/ Αλκαλικότητα | Μέγεθος (km ²) | Λίμνης |
|-------|---|--------------|----------------|---|----------------------------|--------|
| L-M5 | Ταμιευτήρες, βαθείς, μεγάλοι, πυριτικοί, χαμηλού υψομέτρου | <200 | >15 | Πυριτικό | >0.5 | |
| L-M7 | Ταμιευτήρες, βαθείς, μεγάλοι, πυριτικοί, μέσου υψομέτρου | 200-800 | >15 | Πυριτικό | >0.5 | |
| L-M8 | Ταμιευτήρες, βαθείς, μεγάλοι, ασβεστολιθικοί, μεταξύ χαμηλού – υψηλού υψομέτρου | 0-800 | >15 | >1 mg/l Ασβεστολιθικό Υψηλή Αλκαλικότητα | >0.5 | |

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διαχωρισμού υδατικών σωμάτων και καθορισμού τύπων στη λεκάνη του Νέστου.

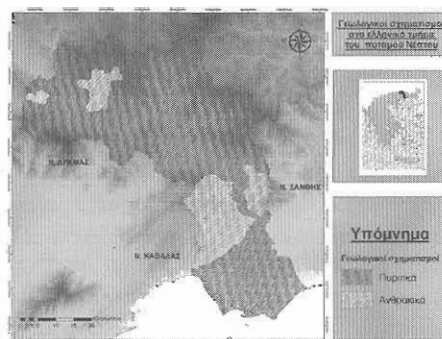
Η ανάλυση των θεματικών χαρτιών που παρουσιάζονται οδήγησε στο διαχωρισμό των υδατικών σωμάτων. Αρχικά, προέκυψαν 28 τύποι υδατικών σωμάτων. Κρίθηκε σκόπιμο να ομαδοποιηθούν οι τύποι, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν περιοχές μικρότερες από 10 Km².



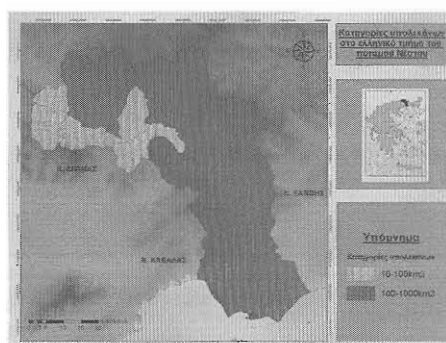
Εικόνα 5: Ταξινόμηση των υψομέτρων στη λεκάνη απορροής του

Μετά από αυτήν την ομαδοποίηση οι τύποι έγιναν 19 (Πίνακας 7). Κάθε τύπος αντιπροσωπεύεται από έναν τετραψήφιο κωδικό, σύμφωνα με τους Chronis et al, 2008 IV TWM 2008 (1ο ψηφίο : υψόμετρο, 2ο ψηφίο:

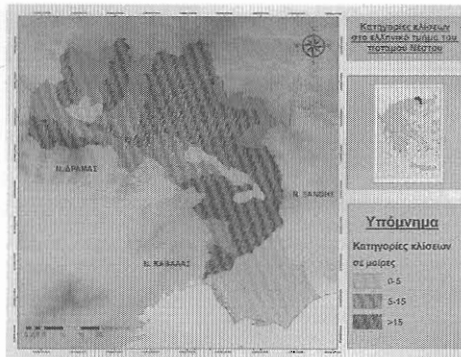
γεωλογία, 3ο ψηφίο: μέγεθος λεκάνης, 4ο ψηφίο: κλίσεις).



Εικόνα 6: Ταξινόμηση της γεωλογίας στη λεκάνη απορροής του Νέστου.



Εικόνα 7: Απεικόνιση των υπολεκάνων στο Ελληνικό κομμάτι της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου



Εικόνα 8: Ταξινόμηση των κλίσεων στη λεκάνη απορροής του Νέστου

Τα τμήματα του κύριου ρου του π. Νέστου ανήκουν σε λεκάνη απορροής μεγέθους $>1000 \text{ Km}^2$, καθώς σε αυτά συμπεριλαμβάνεται και η έκταση της λεκάνης απορροής του ποταμού στη Βουλγαρία. Στην εικόνα 7 δεν είναι δυνατόν να απεικονιστούν τα σημεία του κυρίου ρου που ανήκουν σε λεκάνη απορροής $>1000 \text{ Km}^2$, τα

οποία έχουν ληφθεί υπόψη στον καθορισμό των τύπων υδατικών σωμάτων.

Έτσι προκειμένου να καθορισθούν οι Μεσογειακοί τύποι, ορίζονται τέσσερις επιπλέον κατηγορίες, όπως φαίνονται στον Πίνακα 8.

Στην Εικόνα 9 παρατίθεται η τυπολογία (19 τύποι) των Υδατικών Σωμάτων του ποταμού Νέστου, όπως προέκυψε από την παραπάνω ανάλυση των θεματικών χαρτών, με τη βοήθεια του GIS.

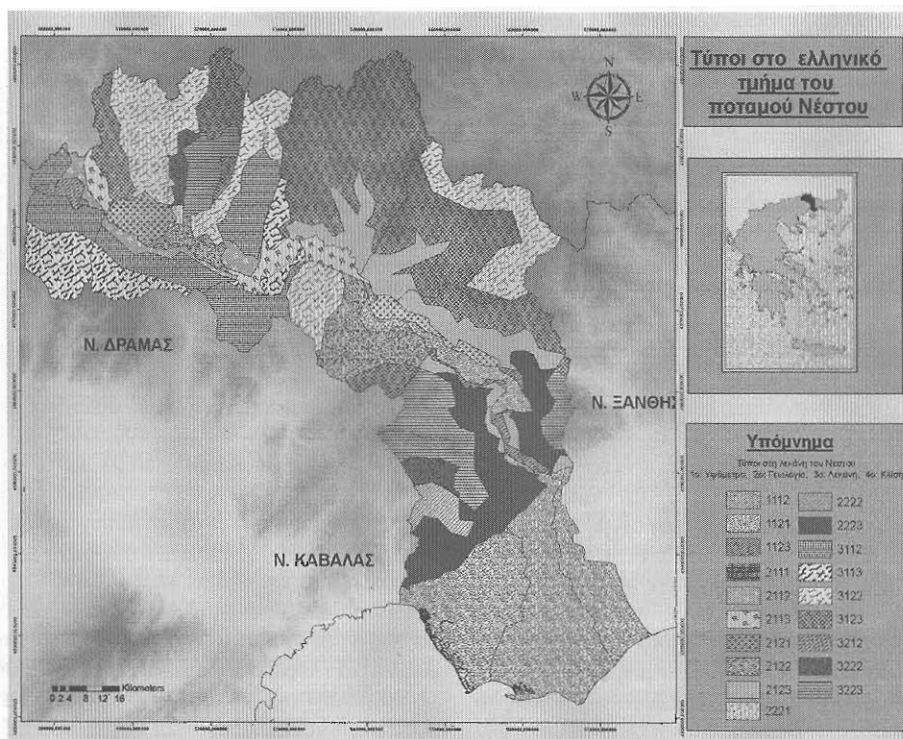
Στον πίνακα 9, γίνεται η αντιστοίχιση των τύπων Υ.Σ. που προσδιορίστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης (19+4 = 23 τύποι) με τους Μεσογειακούς τύπους της Άσκησης Διαβαθμονόμησης. Όσον αφορά τις φραγμαλίμνες Θησαυρού και Πλατανόβρυσης είναι πυριτικού υποβάθρου και με βάση και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους κατατάσσονται στον μεσογειακό τύπο λιμνών L-M7.

Πίνακας 7: Προσδιορισμένοι (19) τύποι στην λεκάνη απορροής του Νέστου

| Τύπος | Υψόμετρο(m) | Γεωλογία | Μέγεθος Λεκάνης(km ²) | Κλίση (°) |
|-------|-------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| 1112 | <150 | πυριτικά | 10-100 | 5-15 |
| 1121 | <150 | πυριτικά | 100-1000 | 0-5 |
| 1123 | <150 | πυριτικά | 100-1000 | >15 |
| 2111 | 150-600 | πυριτικά | 10-100 | 0-5 |
| 2112 | 150-600 | πυριτικά | 10-100 | 5-15 |
| 2113 | 150-600 | πυριτικά | 10-100 | >15 |
| 2121 | 150-600 | πυριτικά | 100-1000 | 0-5 |
| 2122 | 150-600 | πυριτικά | 100-1000 | 5-15 |
| 2123 | 150-600 | πυριτικά | 100-1000 | >15 |
| 2221 | 150-600 | ανθρακικά | 100-1000 | 0-5 |
| 2222 | 150-600 | ανθρακικά | 100-1000 | 5-15 |
| 2223 | 150-600 | ανθρακικά | 100-1000 | >15 |
| 3112 | >600 | πυριτικά | 10-100 | 5-15 |
| 3113 | >600 | πυριτικά | 10-100 | >15 |
| 3122 | >600 | πυριτικά | 100-1000 | 5-15 |
| 3123 | >600 | πυριτικά | 100-1000 | >15 |
| 3212 | >600 | ανθρακικά | 10-100 | 5-15 |
| 3222 | >600 | ανθρακικά | 100-1000 | 5-15 |
| 3223 | >600 | ανθρακικά | 100-1000 | >15 |

Πίνακας 8: Τύποι στον κύριο ρου του ποταμού Νέστου στο Ελληνικό Τμήμα.

| Τύπος | Υψόμετρο(m) | Γεωλογία | Μέγεθος λεκάνης(km ²) | Κλίση (°) |
|-------|-------------|----------|-----------------------------------|-----------|
| 2132 | 150-600 | πυριτικό | 1.000-10.000 | 5-15 |
| 2133 | 150-600 | πυριτικά | 1.000-10.000 | >15 |
| 1131 | <150 | πυριτικά | 1.000-10.000 | 0-5 |
| 1133 | <150 | πυριτικά | 1.000-10.000 | >15 |



Εικόνα 9: Τύποι στην λεκάνη απορροής του ποταμού Νέστου.

Πίνακας 9: Αντιστοίχιση της τυπολογίας των ποταμών που προσδιορίστηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και των τύπων που συμμετέχουν στην Άσκηση Διαβαθμόνισης.

| Τύπος | Υψόμετρο(μ) | Γεωλογία | Μέγεθος Λεκάνης(km ²) | Κλίση (°) | Μεσογειακός τύπος |
|-------|-------------|-----------|--------------------------------------|-----------|----------------------|
| 1112 | <150 | πυριτικά | 10-100 | 5-15 | R-M 2 |
| 1121 | <150 | πυριτικά | 100-1000 | 0-5 | R-M 2 |
| 1123 | <150 | πυριτικά | 100-1000 | >15 | R-M 2 |
| 2111 | 150-600 | πυριτικά | 10-100 | 0-5 | R-M1* |
| 2112 | 150-600 | πυριτικά | 10-100 | 5-15 | R-M 1* |
| 2113 | 150-600 | πυριτικά | 10-100 | >15 | R-M 1* |
| 2121 | 150-600 | πυριτικά | 100-1000 | 0-5 | R-M 2 |
| 2122 | 150-600 | πυριτικά | 100-1000 | 5-15 | R-M 2 |
| 2123 | 150-600 | πυριτικά | 100-1000 | >15 | R-M 2 |
| 2221 | 150-600 | ανθρακικά | 100-1000 | 0-5 | R-M 4 |
| 2222 | 150-600 | ανθρακικά | 100-1000 | 5-15 | R-M 4 |
| 2223 | 150-600 | ανθρακικά | 100-1000 | >15 | R-M 4 |
| 3112 | >600 | πυριτικά | 10-100 | 5-15 | R-M 1* |
| 3113 | >600 | πυριτικά | 10-100 | >15 | R-M 1* |
| 3122 | >600 | πυριτικά | 100-1000 | 5-15 | R-M 2 |
| 3123 | >600 | πυριτικά | 100-1000 | >15 | R-M 2 |
| 3212 | >600 | ανθρακικά | 10-100 | 5-15 | R-M 4 |
| 3222 | >600 | ανθρακικά | 100-1000 | 5-15 | R-M 4 |
| 3223 | >600 | ανθρακικά | 100-1000 | >15 | R-M 4 |
| 2132 | 150-600 | πυριτικά | 1.000-10.000 | 5-15 | R-M 3 |
| 2133 | 150-600 | πυριτικά | 1.000-10.000 | >15 | R-M 3 |
| 1131 | <150 | πυριτικά | 1.000-10.000 | 0-5 | R-M 3 |
| 1133 | <150 | πυριτικά | 1.000-10.000 | >15 | R-M 3 |

R-M1*: τύπος που εντοπίστηκε στην υπό μελέτη λεκάνη αλλά αντιπροσώπευε εποχικούς ξηροχειμάρους

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά τη διαδικασία εφαρμογής της Τυπολογίας, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, αποδείχθηκαν ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο, χωρίς την ύπαρξη του οποίου, η διαδικασία θα ήταν όχι μόνο δύσκολη και χρονοβόρα αλλά και εξαιρετικά ανακριβής. Το βασικό τους πλεονέκτημα, έγκειται όχι μόνο στην δυνατότητα τους να απεικονίζουν διαφορετικού τύπου δεδομένα αλλά κυρίως να συνδυάζουν στοιχεία-περιγραφείς, ως ανεξάρτητα επίπεδα πληροφόρησης, (όπως το υψόμετρο, η κλίση, η γεωλογία, το μέγεθος των υπολεκανών κλπ.) και να παράγουν νέα επίπεδα πληροφόρησης με περιοχές με κοινά χαρακτηριστικά. Για την τυπολογία στη λεκάνη απορροής του Νέστου επιλέχθηκε το Σύστημα Β, καθότι θεωρείται περισσότερο ευέλικτο σε σχέση με το Σύστημα Α και επιτρέπει την

επιλογή των κατάλληλων φυσικών αβιοτικών παραμέτρων σε κάθε περίπτωση.

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας που προτείνεται από την Οδηγία 2000/60 και με τη χρήση των Γ.Σ.Π. προέκυψαν 23 τύποι στο ελληνικό τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Νέστου οι οποίοι αντιστοιχούν σε 3 τύπους Μεσογειακών ποταμών σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης RM.

Η μεθοδολογία αυτή ως σκοπό έχει να καταλήξει σε υδατικά σώματα με διακριτά οικολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία εντάσσονται σε τύπους με διαφορετικές συνθήκες αναφοράς και με ομοειδή χαρακτηριστικά από πλευράς πιέσεων που να επιτρέπουν την ενιαία διαχείριση τους ανά μονάδα. Βάση του σκεπτικού αυτού, ο διαχωρισμός αυτός είναι εξαιρετικής σημασίας, αφού αποτελεί την βάση για την περαιτέρω επεξεργασία του συστήματος και σαφώς και για τα επόμενα στάδια εφαρμογής της Οδηγίας

2000/60 που αφορούν τον σχεδιασμό του τρόπου παρακολούθησης της ποιότητας των επιφανειακών νερών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Artemiadou V. & Lazaridou M., 2005. *Evaluation Score and Interpretation Index for the ecological quality of running waters in Central and Northern Hellas*. Environmental Monitoring and Assessment, 110, 1–40.
- Demek, J., 1972. *Manual of detailed geomorphological mapping*. Academia, Prague, pp. 344.
- Dikau, R. 1989. *The application of a digital relief model to landform analysis*. Taylor and Francis, London, pp. 51-77.
- EC, 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No.10 River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems*.
- EC, 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No.2 Identification of water bodies*.
- EC, 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No.5 Transitional and Coastal Waters - Typology, reference conditions and classification systems*.
- Chronis I., Lazaridou M., Zalidis G., Tsotsolis N., 2008. *Identification, Typology And Type Specific Reference Conditions Of River Water Bodies In The Hellenic Part Of The Strymonas River Basin, As A Transboundary Case Study*. IV International Symposium on Transboundary Waters Management, 15th – 18th October 2008, Thessaloniki, Greece.
- Petalas C., Pliakas F., Diamantis I., Kallioras A., 2005. *Development of an integrated conceptual model for the rational management of the transboundary Nestos River, Greece*. Environ Geol (2005) 48: 941–954
- Poff, L. N., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, B. D. Richter, R. E. Sparks, and J. C. Stromberg, 1997. *The natural flow regime: A paradigm for river conservation and restoration*. BioScience 47:769-784.
- Van de Bund, W., Cardoso, A. C., Heiskanen, A.S., Nöges, P., 2004. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Overview of Common Inter-calibration types*. Final version 5.1. Ecological Status Working Group 2.A.
- WFD intercalibration technical report. Mediterranean GIG – Rivers. Benthic Invertebrates, 2007. EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE GENERAL JRC JOINT RESEARCH CENTRE, Institute of Environment and Sustainability, 15 June 2007
- Working Group 2.5 INTERCALIBRATION, 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 6. Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the process on the intercalibration exercise*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp. 54.
- Αλμπανάκης Κ., 2008. *Υπερεπίσπιες Μεταβολές της θερμοκρασίας των νερών στο ποταμολιμναίο σύστημα του Νέστου*. Πρακτικά 3^{ης} Συνάντησης Γεωμορφολόγων, 24-25 Οκτωβρίου, Αθηνά
- ΙΓΜΕ, 1989. *Σεισμοτεκτονικός Χάρτης Της Ελλάδας Με Σεισμογεωλογικά Στοιχεία, Κλίμακας 1:500.000*. Αθήνα.
- ΙΓΜΕ, 1991. *Χάρτης Μεταλλοφόρων Εμφανίσεων Ανατολικής Μακεδονίας Και Θράκης, Κλίμακας 1:200.000*.
- ΙΓΜΕ, 1983. *Γεωλογικός Χάρτης Της Ελλάδας, Κλίμακας 1:500.000*. Αθήνα.
- Κεμπζόγλου Δ., 2006. *Καθορισμός των τύπων ποτάμιων συστημάτων της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας. Μεταπτυχιακή Διατριβή*. Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ.
- Οδηγία του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου περί θεσπίσεως πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής των υδάτων (2000/60/ΕΕ). ΕΕ αριθμ. L327, 22.12.2000, σ. 86. www.eea