



ΜΠΕΡΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΗΣ

«Η ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΑΜΙΣΟΥ
ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΑΚΡΑΙΟ ΚΑΙΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DANIEL
(ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023)»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2024





ΜΠΕΡΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΗΣ
Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ:5843

«Η ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΑΜΙΣΟΥ
ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΑΚΡΑΙΟ ΚΑΙΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DANIEL
(ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023)»

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Φυσικής
και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας ΑΠΘ

Επιβλέπων Καθηγητής

Βουβαλίδης Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ.



©Μπερτής Ι. Δημοκράτης, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, 2024.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Η ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΑΜΙΣΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΣΤΟ ΑΚΡΑΙΟ ΚΑΙΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DANIEL (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023)»– Διπλωματική Εργασία

© Dimokratis I. Mpertis, School of Geology, Dept. of Physical and Environmental Geography, 2024

All rights reserved.

THE FLOOD FUNCTION OF THESSALY'S PAMISOS' RIVERBED DURING EXTREME WEATHER EVENT DANIEL (SEPTEMBER 2023)– Bachelor Thesis

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου: Κοίτη του ποταμού Πάμισου μετά την πλημμύρα του Daniel



Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο καθηγητή Κωνσταντίνο Βουβαλίδη, που δέχτηκε να αναλάβει την επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας. Από την πρώτη στιγμή μάλιστα που εξέφρασα ενδιαφέρον για την ενασχόληση με τον τομέα της Φυσικής Γεωγραφίας, ήταν παρών να με καθοδηγήσει και να με βοηθήσει με την εμπειρία του. Τέλος, η προθυμία του να με συμπεριλάβει σε εξωσχολικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες που έπαιξαν δραστικό ρόλο στην κατάρτιση που έχω αποκτήσει έως τώρα, είναι κάτι που εκτιμώ και θα συνεχίσω να εκτιμώ βαθύτατα.

Έπειτα θα ήθελα να ευχαριστήσω την ΕΔΙΠ κα Καλλιόπη Κολιαδήμου, η οποία ανέλαβε εξ ολοκλήρου την εργαστηριακή μου επίβλεψη. Βέβαια, δε στάθηκε μόνο σε αυτό, καθώς παρείχε σταθερά βοήθεια και συμβουλές σε όποιο άλλο σημείο της ζητήθηκε. Η καλοσύνη και η προθυμία με την οποία ήταν παρούσα στις στιγμές που τη χρειάστηκα ήταν καθοριστικές για την πρόοδο της συγγραφής.

Επίσης, εκφράζω τις ευχαριστίες μου και στον μεταπτυχιακό φοιτητή κ. Θεόδωρο Παπαδόπουλο, οι συμβουλές και η βοήθεια του οποίου συνεισέφεραν σημαντικά στη συγγραφή της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους δικούς μου ανθρώπους. Η ψυχολογική υποστήριξη κατά το διάστημα της συγγραφής της εργασίας, που συνέπεσε με το διάστημα αποκατάστασης από το χειρουργείο που υποβλήθηκα, ήταν κάτι χωρίς το οποίο ενδεχομένως να μην τα κατάφερα.

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θα αναλυθούν οι συνέπειες των κακοκαιριών των τελευταίων ετών της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας, και κυρίως αυτή του Daniel, στις περιοχές κατά μήκος και εντός της κοίτης του Πάμισου ποταμού. Ο Πάμισος ποταμός πηγάζει από την ορεινή Πίνδο και αποτελεί παραπόταμο του Πηνειού. Συνεπώς διέρχεται από τη δυτική Θεσσαλία, περνώντας από το Μουζάκι Καρδίτσας, εκτρέπεται στο ύψος της Μαγούλας και ακολουθεί την πορεία του για την εκβολή στον Πηνειό. Για τις ανάγκες της εργασίας, λήφθηκαν δείγματα από 5 σημεία εντός της κοίτης του, τα οποία αναλύθηκαν ιζηματολογικά στο εργαστήριο. Στο πρώτο σκέλος της εργασίας παρατίθενται γενικά στοιχεία της περιοχής και εξηγείται το τι συνέβη κατά τη διάρκεια των κακοκαιριών και κυρίως του Daniel. Έπειτα αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας αλλά και κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής ανάλυσης. Για την ανάλυση στο εργαστήριο λοιπόν, χρησιμοποιήθηκαν τόσο μέθοδοι διαχωρισμού των δειγμάτων όσο και κόσκινα, ενώ στο τέλος έγινε και χρήση του προγράμματος ιζηματολογικής ανάλυσης Gradistat, μέσω του οποίου υπολογίστηκαν χρήσιμες ιζηματολογικές παράμετροι και σχεδιάστηκαν σημαντικά διαγράμματα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι παρατηρήσεις που έλαβαν χώρα στην ύπαιθρο, τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις του εργαστηρίου και τα αποτελέσματα που έβγαλε το Gradistat. Τέλος, διατυπώνονται συμπεράσματα για την εξέλιξη της πλημμυρικής λειτουργίας του ποταμού Πάμισου καθώς και για την πορεία που ακολούθησε η πλημμύρα που προκάλεσε μεγάλες καταστροφές.

Abstract

The present thesis analyzes the consequences of storms throughout recent years in the wider area of Thessaly, mainly of the storm Daniel, within Pamisos' riverbed. Pamisos river begins from the highlands of Pindos and is a tributary of Pinios River. The river flows through western Thessaly, passing by Mouzaki Karditsa, diverts near Magoula and follows its course to Pinios main channel. For the study, samples were taken from 5 points within its riverbed, and underwent sedimentological analysis in the laboratory. The first part of the study presents general facts about the area and explains the fluvial processes mainly during Daniel storm. Subsequently, the methodology employed in both sampling and laboratory analysis is examined. Sample separation methods, sieves, and the Gradistat sedimentological analysis program were utilized in the laboratory analysis, yielding essential sedimentological parameters and diagrams. The study then presents field observations, laboratory analysis results, and Gradistat outcomes. In conclusion, significant insights are drawn regarding the evolution of the river's flood function and the path of the flood, which led to significant disasters.



Περιεχόμενα	7
Περίληψη	7
Abstract	
1. 9	
1.1. 9	
2. 9	
2.1. 9	
2.2. 13	
2.3. 18	
2.4. 19	
2.5. 22	
2.5.1. 23	
2.5.2. 30	
2.5.3. 36	
3. 39	
3.1. 39	
3.2. 41	
3.2.1. 41	
3.2.2. 43	
3.3. 48	
4. 50	
4.1. 50	
4.2. 60	
4.3. 61	
4.3.1. 62	
4.3.2. 64	
4.3.3. 66	
4.3.4. 67	
4.3.5. 69	
5. 70	
5.1. 70	
5.2. 74	
6. 75	
Βιβλιογραφία	75
7. 77	

1. Εισαγωγή

1.1. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Τα τελευταία 4 περίπου χρόνια, από το Σεπτέμβριο του 2020 και μετά, η κλιματική κρίση σε συνδυασμό με τα λάθη του ανθρώπου στη διαχείριση των κοιτών των ποταμών, είχαν ως συνέπεια ολέθριες πλημμύρες στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Αυτές συνέβησαν κατά τη διάρκεια διαφόρων κακοκαιριών ή και κυκλώνων, εξαιτίας των οποίων σημειώθηκαν ακραίες τιμές υψών βροχής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι πλημμύρες που συνέβησαν στη δυτική Θεσσαλία λόγω του ποταμού Πάμισου. Ο Πάμισος, εξαιτίας της ανθρώπινης παρέμβασης στην κοίτη του αλλά και εκατέρωθεν της, πλημμύρησε, με αποτέλεσμα χιλιάδες στρέμματα να βρεθούν κάτω από το νερό, και πέρα από τις υλικές καταστροφές, να χαθούν και ανθρώπινες ζωές.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας λοιπόν, είναι να εξετάσει τι ακριβώς συνέβη κατά τη διάρκεια των κακοκαιριών που έπληξαν την περιοχή μελέτης, πώς εξελίχθηκε η πλημμυρική λειτουργία του Πάμισου, και να καταλήξει σε σχετικά συμπεράσματα για την πορεία της πλημμύρας και το υλικό που μεταφέρθηκε και αποτέθηκε. Τέλος, θα αξιολογηθούν πιθανές λύσεις στα ζητήματα που επέφεραν αυτά τα καταστροφικά αποτελέσματα.

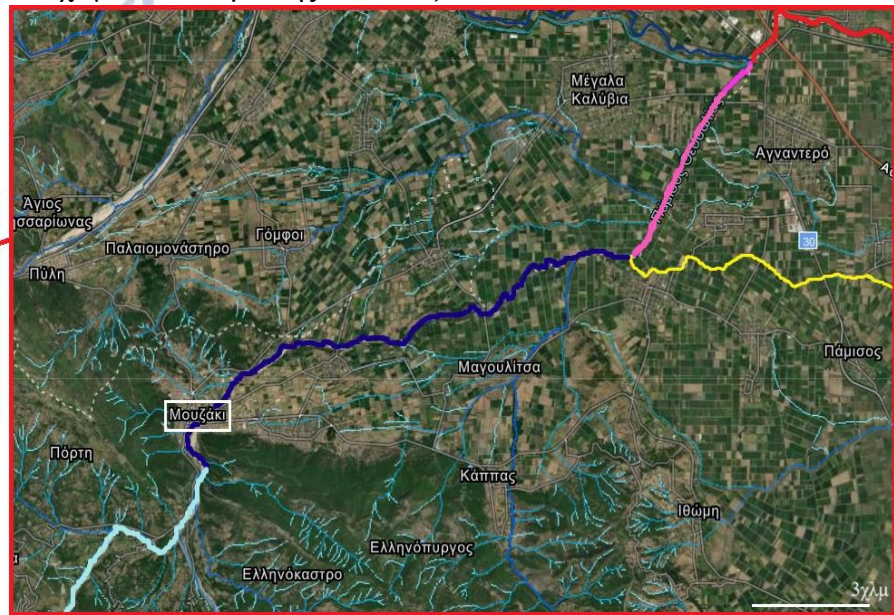
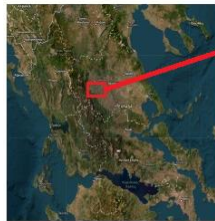
2. Γενικά στοιχεία

2.1. Γεωγραφικά στοιχεία

Ο Πάμισος ποταμός βρίσκεται στο Δ-ΝΔ τμήμα του δυτικού βυθίσματος της Θεσσαλίας, στο Νομό Καρδίτσας, και πηγάζει από τα ορεινά της Πίνδου. Διασχίζει διάφορα χωριά και οικισμούς στην πορεία του για τη πεδιάδα της Θεσσαλίας. Διέρχεται επίσης από τον ορεινό όγκο του Κόζιακα σχηματίζοντας διαβρωσιγενή κοιλάδα με απότομα στενά (Βουβαλίδης, 2005). Το πολυπληθέστερο και μεγαλύτερο χωριό που βρίσκεται στην έξοδο αυτής της κοιλάδας προς την πεδιάδα, είναι το Μουζάκι.

Ο Πάμισος διασχίζει την πεδιάδα της Θεσσαλίας μέχρι να συναντήσει τον Πηνειό, 8,5km ΝΑ των Τρικάλων, όπου και εκβάλλει. Η μορφολογία της κοίτης του αντιστοιχεί σε αυτήν ενός πλεξοειδή ποταμού(βλ. Σχήμα 4). Το μήκος του κατάντη των στενών

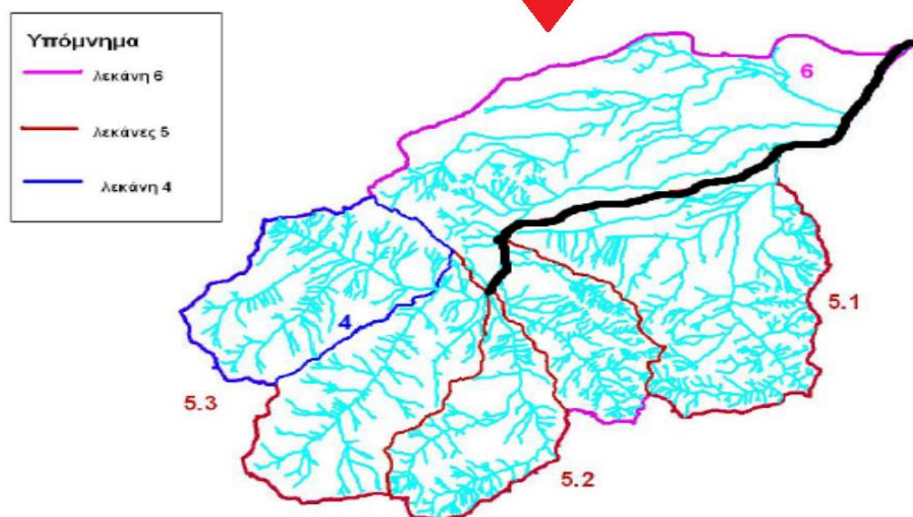
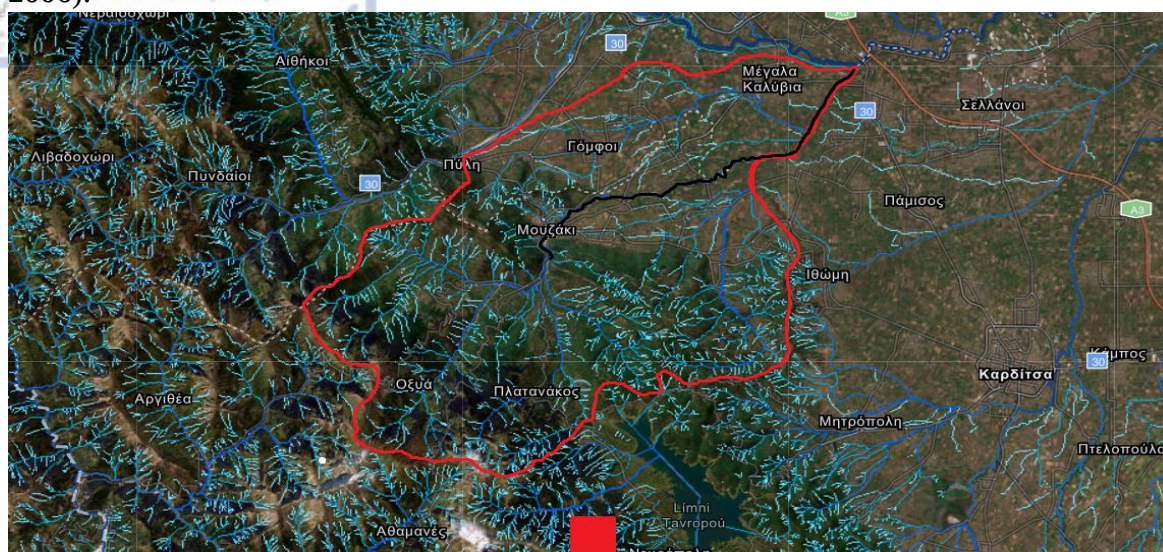
μέχρι τη συμβολή του με τον Πηνειό ποταμό είναι 19,43km (Βουβαλίδης Κ., Σφέικος Α., Παράσχου Θ., Κεχαγιά Χ., Ψωμιάδης Δ., 2005).



Σχήμα 1. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης. Με διάφορα χρώματα είναι σημειωμένος ο ποταμός Πάμισος και η πορεία του μέχρι την εκβολή του στον Πηνειό. Με ανοιχτό γαλάζιο απεικονίζεται ο Πάμισος από τις πηγές του μέχρι το ύψος του Μουζακίου. Με σκούρο μπλε απεικονίζεται από το ύψος του Μουζακίου μέχρι το σημείο της εκτροπής του προς τον Πηνειό. Από εκεί και έπειτα με κίτρινο απεικονίζεται η παλιά του πορεία πριν εκτραπεί, ενώ με ροζ η πορεία που ακολουθεί το ποτάμι πλέον, μετά την εκτροπή του. Με κόκκινο απεικονίζεται ο Πηνειός ποταμός αφού τον έχει εκβάλλει σε αυτόν το Πάμισος. Σε άσπρο πλαίσιο σημειώνεται το Μουζάκι. Οι χάρτες συλλέχθηκαν από τις ψηφιακές υπηρεσίες του ΕΑΓΜΕ (Ε.Α.Γ.Μ.Ε., 2023)(URL1).

Η λεκάνη απορροής του Πάμισου οροθετείται στα δυτικά από το ορεινό τμήμα του κεντρικού ηπειρωτικού κορμού της Πίνδου, ενώ στα ανατολικά, από το πεδινό τμήμα της Θεσσαλίας δυτικότερα της συμβολής του Πάμισου με τον Πηνειό ποταμό. Στα βόρεια το όριο της λεκάνης αποτελεί ταυτόχρονα και το σύνορο μεταξύ των νομών Τρικάλων και Καρδίτσας. Η έκτασή της ανέρχεται στα 311 km² από τα οποία τα 151,3 km² αντιστοιχούν στο ορεινό ανάγλυφο του δυτικού τμήματος ενώ τα υπόλοιπα στο πεδινό τμήμα των αλλουβιακών αποθέσεων του ποταμού και στο χαμηλό λοφώδες ανάγλυφο δυτικά της οροσειράς του Κόζιακα (Κύρκος, 2019). Έχει μέσο υψόμετρο 450,20m και υψόμετρο στο σημείο εξόδου επίσης 450,20m (Ψωμιάδου, 2023). Το υδρογραφικό δίκτυο του Πάμισου ποταμού είναι καλά ανεπτυγμένο ιδιαίτερα στο

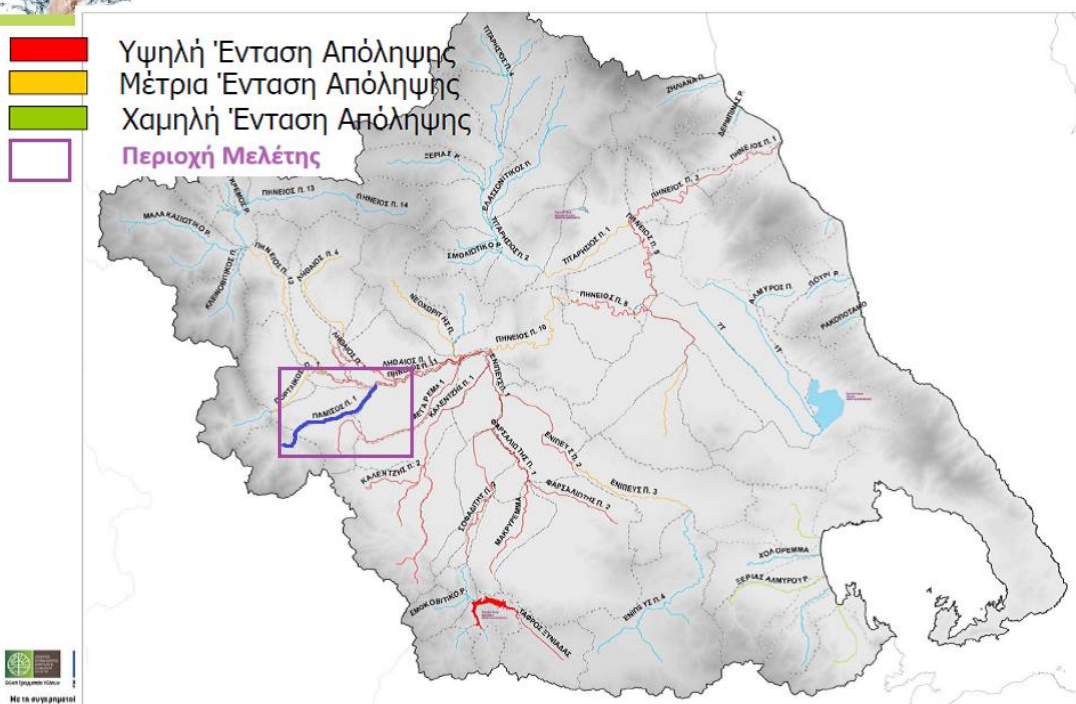
ορεινό τμήμα της λεκάνης και εκτείνεται συνολικά σε μήκος 680,2 km (Κεχαγιά, 2006).



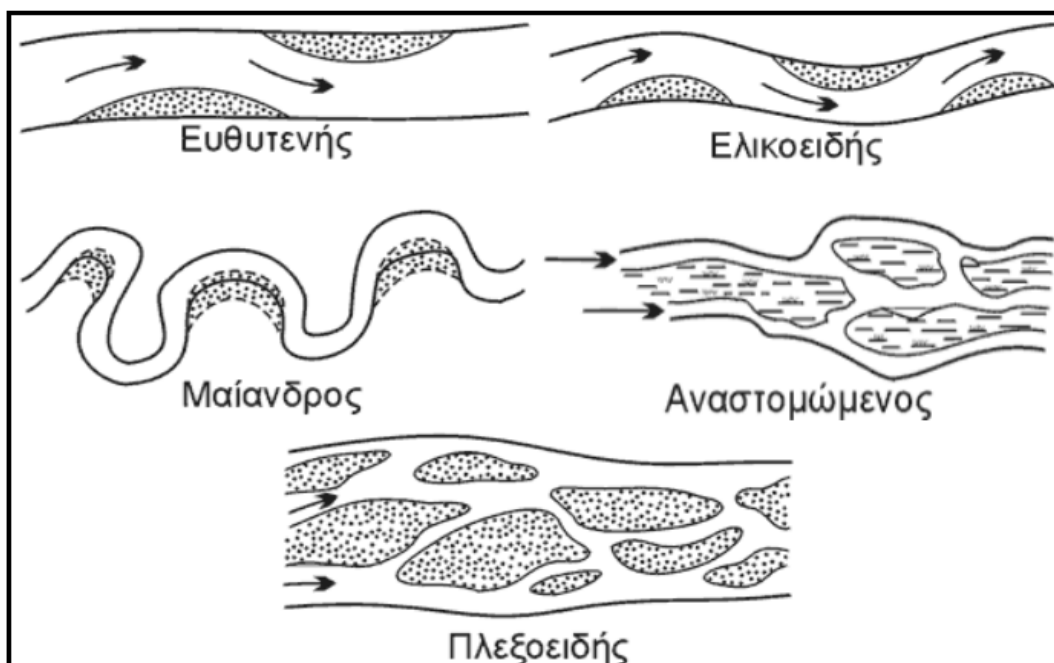
Σχήμα 2. Στο πάνω μέρος απεικονίζεται η λεκάνη απορροής και το υδρογραφικό δίκτυο του Πάμισου ποταμού πάνω στο χάρτη της ευρύτερης περιοχής (Ε.Α.Γ.Μ.Ε., 2023)(URL1). Στο κάτω μέρος απεικονίζεται το υδρογραφικό δίκτυο του Πάμισου ποταμού και οι υδρολογικές λεκάνες 4ης, 5ης και 6ης τάξης που μελετήθηκαν (Κεχαγιά, 2006). Με μαύρο χρώμα συμβολίζεται ο ποταμός Πάμισος από το ύψος των στενών του Μουζακίου μέχρι την εκβολή του στον Πηνειό.



ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ - Ποτάμια & Λίμνες



Σχήμα 3. Επιφανειακά νερά Θεσσαλίας (Ποτάμια και Λίμνες). Το μωβ ορθογώνιο αντιστοιχεί στην περιοχή μελέτης μέσα στην οποία είναι σημειωμένος με σκούρο μπλε ο ποταμός Πάμισος μέχρι την εκβολή του στον Πηνειό (Υ.Π.Ε.ΘΕ, 2024)(URL2).



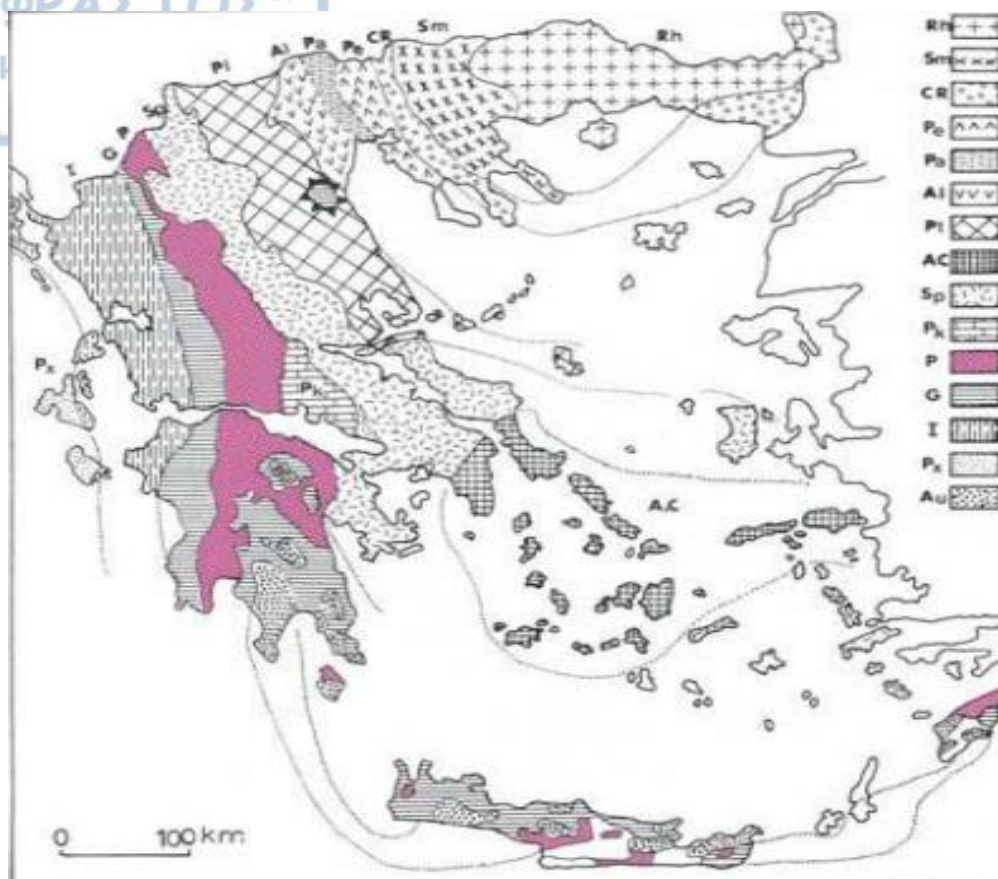
Σχήμα 4.Είδη ποταμών με βάση τη μορφολογία της κοίτης τους (Miall, 1977).

2.2. Γεωλογικά Στοιχεία

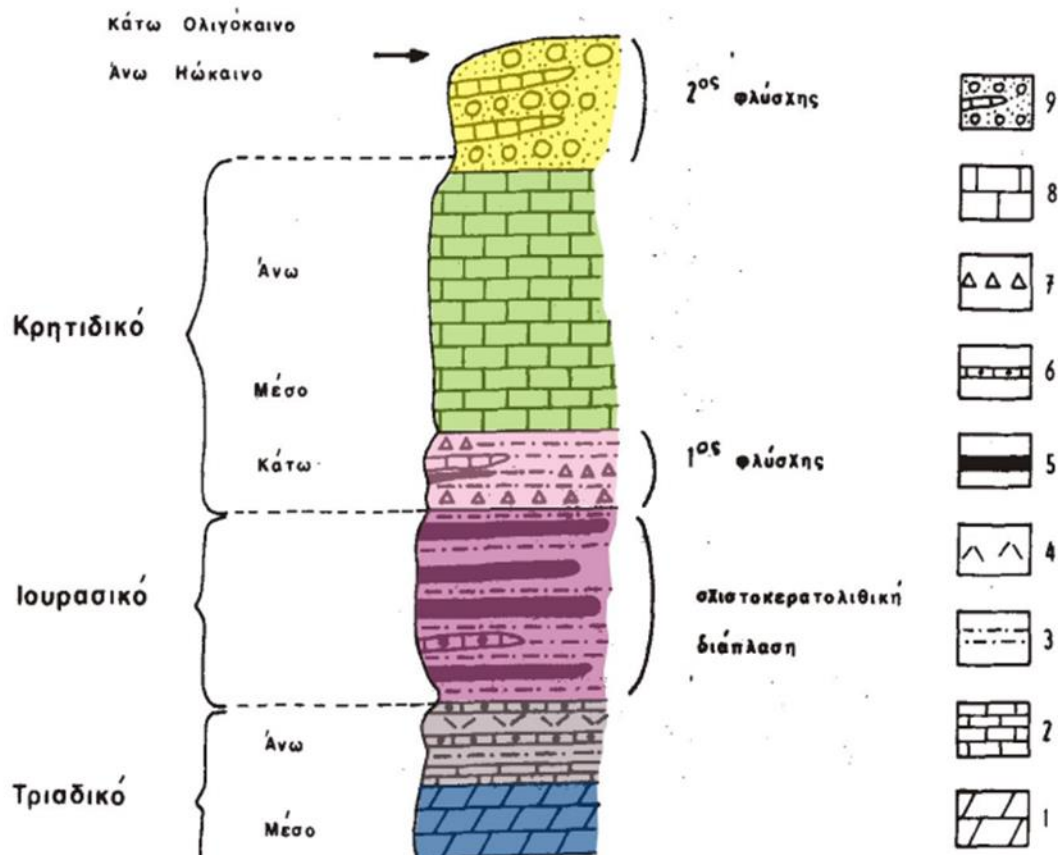
Η λεκάνη απορροής του Πάμισου ποταμού αναπτύσσεται στο ενδιάμεσο της ζώνης Πίνδου και της λεγόμενης σειράς Κόζιακα. Πιο συγκεκριμένα το δυτικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Πάμισου δομείται από τους σχηματισμούς της ζώνης Πίνδου. Η στρωματογραφική διαδοχή των σχηματισμών που συναντάται, από τους κατώτερους προς τους ανώτερους είναι η εξής:

1. Το Ανατολικό τμήμα της λεκάνης του Πάμισου δομείται από σχηματισμούς της σειράς Κόζιακα (Δυτ. Θεσσαλίας). Η ιζηματογενής ακολουθία ξεκινά με ερυθρούς ασβεστόλιθους του Μέσου Τριαδικού, ακολουθούνε ωολιθικοί ασβεστόλιθοι και εναλλαγές ωολιθικών ασβεστόλιθων με ραδιολαρίτες (ο σχηματισμός αυτός ονομάστηκε «ασβεστόλιθοι του Κόζιακα» (Auboin, 1959)) και κερατόλιθους (Δογγέριο - Μάλμιο) και η σειρά Κόζιακα τελειώνει με ραδιολαρίτες και πυριτιωμένους ασβεστόλιθους του Τιθωνίου (Ferriere, 1974) (Ferriere, 1982) (Jaeger, 1980). Η μετάβαση προς τους επωθημένους οφειολίθους χαρακτηρίζεται από τον σχηματισμό λατυποπαγών με την συμμετοχή ασβεστόλιθων και οφειολιθικών τεμαχών.
2. Σχηματισμοί ιζημάτων βαθιάς θάλασσας (Τριαδικό - Ιουρασικό). Αποτελούνται από ραδιολαριτικούς κερατόλιθους, αργίλους, ψαμμίτες, πελαγικούς πυριτικούς ασβεστολίθους και ιάσπιδες (σχιστοκερατολιθική διάπλαση).
3. Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση η οποία προς τα πάνω έχει εξελιχθεί σε μια σειρά ρυθμικών εναλλαγών από πελίτες, ψαμμίτες, μάργες, ραδιολαρίτες πελαγικούς και λατυποπαγείς ασβεστολίθους που παραπέμπουν σε χαρακτηριστικά φλύσχη. Έτσι, η ανώτερη σειρά αναφέρεται «ο πρώτος φλύσχη της Πίνδου» (Κ. Κρητιδικό) και εμφανίζεται υπό μορφή αποσφηνωμένων ενστρώσεων.
4. Εναλλαγές στρώσεων από ασβεστόλιθους, ιλυολίθους και ψαμμίτες (Κρητιδικό). Αποτελούν τα μεταβατικά στρώματα των υποκειμένων Κρητιδικών ασβεστόλιθων, προς τον στρωματογραφικά ανώτερο φλύσχη. Οι ασβεστόλιθοι είναι μέσο- έως παχυστρωματώδεις με αραιές λεπτές ενστρώσεις ιλυολίθων και κερατολίθων.
5. Το Φλύσχη της Πίνδου (Αν. Κρητιδικό -Ανώτερο Ηώκαινο). Αποτελείται από εναλλαγές ιλυολίθων, αργιολίθων και ψαμμιτών με συνεχώς μεταβαλλόμενο πάχος στρώσης και διαδοχή. Τοπικά το πάχος των ιζημάτων του φλύσχη αγγίζει τα 1.200 m (Jacobshagen, 1986).

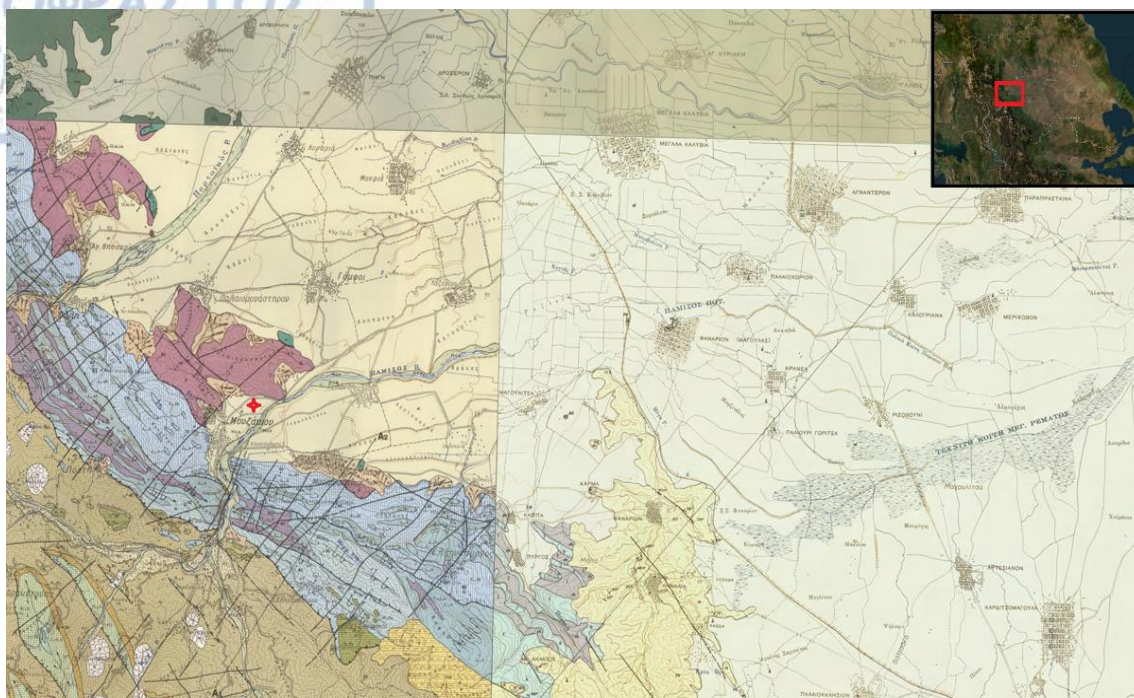
Η παραπάνω κανονική στρωματογραφική διαδοχή έχει επηρεαστεί έντονα από την δράση διαφόρων ανά τα χρόνια τεκτονικών συμβάντων κατά την αλπική ορογένεση. Συνέπεια αυτής της επίδρασης είναι η επαναληπτική εμφάνιση των σχηματισμών που δομούν τα λεγόμενα τεκτονικά λείπια, που διαχωρίζονται από ρήγματα επώθησης ή ζώνες ισχυρής διάτμησης (Βουβαλίδης Κ., Σφέικος Α., Παράσχου Θ., Κεχαγιά Χ., Ψωμιάδης Δ., 2005).



Σχήμα 5. Τοποθέτηση της Πίνδου στο Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων (Μουντράκης, 2010).



Σχήμα 6. Σχηματική λιθοστρωματογραφική στήλη Πίνδου, αντιπροσωπευτική της ζώνης Ωλονού-Πίνδου, 1: δολομίτες, 2: πλακώδεις ασβεστόλιθοι, 3: αργιλοψαμμίτες, 4: ηφαιστειοϊζηματογενή υλικά, 5: κερατόλιθοι, 6: ασβεστόλιθοι με πυριτικές ενστρώσεις, 7: λατυποπαγή, 8: ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, 9: σχηματισμός φλύσχη, Τριτογενούς (Μουντράκης, 2010).



Σχήμα 7. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης η οποία σημειώνεται με κόκκινο περίγραμμα πάνω δεξιά στο γεωγραφικό χάρτη της Θεσσαλίας. Με κόκκινο αστερίσκο σημειώνεται το Μουζάκι. Το υπόμνημα του χάρτη βρίσκεται στο Σχήμα 8. Ο χάρτης συλλέχθηκε από τα φύλλα χαρτών του ΕΑΓΜΕ (Ε.Α.Γ.Μ.Ε., 2023)(URL1).

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Ζώνες ερπυσμών και κατολισθήσεων: απαντούν κυρίως στο φλύσχη ελεγχόμενες μερικώς και από τη τεκτονική. Αποτελούν το κατ' εξοχήν πρόβλημα των περισσότερων οικισμών της περιοχής του φύλλου.

Αλλουβιακές αποθέσεις: σύγχρονες προσχώσεις λεκανών και ποτάμιες αποθέσεις. Αποτελούνται από υλικά ποικίλου μεγέθους και λιθολογικής σύστασης, κυρίως από ασβεστολιθικές και πυριτικές κροκάλες, άμμους και αργίλους.

Αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών (H.c.s): αδρομερή υλικά από κροκαλολατύπες και άμμους.

Ποτάμιες αναβαθμίσεις (H.t): αδρομερή υλικά από άμμους και κροκαλολατύπες. Το πάχος των αναβαθμιδών φθάνει μέχρι 4 m από την κοίτη των ποταμών.

Κορήματα και κώνοι κορημάτων: λατύπες ποικίλου μεγέθους κυρίως ασβεστολιθικής και κερατολιθικής σύστασης. Τα πλευρικά κορήματα παρουσιάζουν μεγάλη έκταση και πάχος ως επί το πλείστον κοντά σε τεκτονικές επιφάνειες. Κατά θέσεις στις ορεινές περιοχές, οι λατύπες των κορημάτων είναι ελαφρά αποστρωγγυλωμένες και κατά πάσα πιθανότητα πρόκειται για αποθέσεις λιθώνων παγετώνων.

Φλύσχη: αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, ασβεστιτικών ψαμμιτών και αργιλικών σχιστολίθων, με φακοειδείς ενστρώσεις κροκαλοπαγών, ποικίλης λιθολογικής σύστασης και πάχους.

Στη βάση του, οι ψαμμίτες είναι αδροκοκκοί, συμπαγείς, χωρίς παρεμβολές αργιλικών σχιστολίθων και σχηματίζουν πάγκους μέχρι 2 m πάχους.

Το πάχος του φλύσχη είναι αδύνατο να υπολογιστεί με ακρίβεια λόγω της έντονης τεκτονικής του, κατά θέσεις όμως αυτό ξεπερνάει τα 1000 m.

Στρώματα μετάβασης: αποτελούν το πέρασμα των ανωκρητιδικών ασβεστολίθων προς το φλύσχη. Πρόκειται για εναλλαγές πλακών ασβεστολίθων με ψαμμίτες και αργιλικούς σχιστολίθους. Οι ψαμμίτες υπερτερούν στα ανώτερα μέλη.

Στους κατώτερους ορίζοντες προσδιορίστηκαν τα Τρηματοφόρα:

Ανωκρητιδικό ασβεστόλιθοι: πλακώδεις, με κονδύλους και ενστρώσεις λευκών ερυθρών και μαύρων στα κατώτερα μέλη πυριτολίθων καθώς και λεπτές ενστρώσεις ερυθρών και πράσινων, αργιλικών σχιστολίθων και μαργών. Κατά θέσεις μέσα σ' αυτούς απαντούν στρώματα κλαστικών κρυσταλλικών ασβεστολίθων. Οι πλακώδεις ασβεστόλιθοι αναπτύσσονται σε στρώματα και παρουσιάζουν κελυφοειδή θραύση, το δε χρώμα τους είναι λευκό, τεφρόλευκο, πρασινωπό και στη βάση ερυθρό.

Ανωκρητιδικό ασβεστόλιθοι (θυμιάμα) και ιζηματα φλύσχη: απαντούν στη δυτική σειρά σχηματισμών, υπερκείμενοι κανονικά της ανώτερης κλαστικής σειράς. Πρόκειται για πλακώδεις ασβεστόλιθους με κονδύλους κερατολίθων και ενστρώσεις ερυθρών πηλιδών προς τα ανώτερα μέλη. Κατά θέσεις μεταπίπτουν σε συμπαγείς βιοκλαστικούς ασβεστόλιθους νηριτικής φάσης, με κομμάτια ηφαιστειακών, κερατολιθικών και άλλων πετρωμάτων. Τα ιζηματα φλύσχη, είναι η προς τα επάνω εξέλιξη των ασβεστολίθων και αποτελούνται από εναλλαγές, κυρίως, ψαμμιτών και ερυθρών πηλιδών.

Ανώτερη σειρά κλαστικών σχηματισμών (Βοιωτικές φλύσχη): εμφανίζεται στη δυτική σειρά σχηματισμών, και υπέρκειται κανονικά των βολιθικών ασβεστολίθων. Στη βάση της αρχίζει με κροκαλολατυποπαγές από οφιολιθικές κροκάλες και λατύπες, μέσα στο οποίο απαντούν φακοειδείς ενστρώσεις πολύμικτων μικρολατυποπαγών με ανθρακικό συγκολλητικό υλικό. Προς τα επάνω, περνά σε εναλλαγές μικροκροκαλοπαγών, ψαμμιτών, ασβεστολίθων και αργιλικών σχιστολίθων.

Επικλυσιγενείς βολιθικοί ασβεστόλιθοι: συμπαγείς, κατά θέσεις κλαστικοί και έντονα καρστικοποιημένοι. Στη βάση τους εμφανίζεται κροκαλοπαγές, κατά θέσεις κροκαλολατυποπαγές έως μικρολατυποπαγές που αποτελείται από κροκάλες και λατύπες κυρίως ασβεστολιθικές.

Το πάχος τους φθάνει μέχρι και 30 m.

Στην ανατολική σειρά, η επίκλυση δεν είναι εμφανής.

Αργιλοπυριτικοί σχηματισμοί: απαντούν μόνο στην ανατολική σειρά και αποτελούνται από εναλλαγές κερατολίθων και ερυθρών αργιλικών σχιστολίθων. Προς τα ανατολικά υπερτερούν, σαφώς, οι κερατόλιθοι (πλευρική μετάβαση), οι οποίοι, κατά οριζόντες είναι πολύχρωμοι. Αυτοί, από την στρωματογραφική τους και μόνο θέση πρέπει να αντιστοιχούν στους ασβεστόλιθους και κερατόλιθους του δυτικού Κόζιακα. Κατά πάσα πιθανότητα, πρόκειται για πλευρική μετάβαση, με μεταβολή προς βαθύτερους σχηματισμούς, από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

Ορατό πάχος: μέχρι και 150 m περίπου.

Οφιολιθικοί σχηματισμοί

Λάβες κυρίως βασαλτικές (β): (ροές, μαξιλαροειδείς και φλέβες), εμφανίζονται στα ανατολικά περιθώρια του Κόζιακα, προς τον Θεσσαλικό κάμπο.

Οι λάβες αυτές φαίνονται να έχουν άμεση σχέση με τους κερατόλιθους της σειράς αργιλοπυριτικών σχηματισμών. Πέραν των λαβών, στην ευρύτερη περιοχή, απαντούν **υπερβασικά πετρώματα (ο)** που είναι σερπεντινίτες και σερπεντινωμένοι χαρτζουρνίτες, υπερκείμενοι τεκτονικά των λαβών.

Ανθρακικοί κυρίως σχηματισμοί: απαντούν μόνο στην δυτική σειρά και διακρίνονται, από κάτω προς τα επάνω, σε δύο μέλη:

— Ασβεστόλιθοι: λεπτοπλακώδεις έως μεσοπλακώδεις, κατά θέσεις κρυσταλλικοί. Μέσα σ' αυτούς απαντούν στρώσεις, μικρού πάχους, αργιλικών σχιστολίθων, πηλιδών και κερατολίθων. Προς τα ανώτερα μέλη τους, οι ασβεστόλιθοι γίνονται έντονα λεπτοπλακώδεις και περνούν, τελικά, σε μικρού πάχους αργιλοψαμμιτικό ορίζοντα με κερατόλιθους.

— Ασβεστόλιθοι με κερατόλιθοι: εναλλαγές κερατολίθων και λεπτοπλακωδών ασβεστόλίθων. Προς τα ανώτερα μέλη οι λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν και ενστρώσεις μεσο-πλακωδών ασβεστολίθων και υπερτερούν σαφώς των κερατολίθων. Προς τα πάνω, η όλη σειρά εξελίσσεται σε ασβεστόλιθους, με στρώσεις ψαμμιτών, αργιλομαργαίικων σχιστολίθων και λιγότερο κερατολίθων.

Γεωλογικό όριο

Ρήγμα και πιθανή προέκτασή του

Επίθεση και πιθανή προέκτασή της

Επίθεση

Τεκτονική επαφή

Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων

Διεύθυνση και κλίση ανεστραμμένων στρωμάτων

Άξονας αντανάκλισης με τη φορά βύθισής του

Άξονας συγκλίσεως με τη φορά βύθισής του

Άξονας ανεστραμμένου αντανάκλισης με τη φορά βύθισής του

Άξονας ανεστραμμένου συγκλίσεως με τη φορά βύθισής του

Geological boundary

Fault and its probable extension

Thrust and its probable extension

Overthrust

Tectonic contact

Strike and dip of beds

Strike and dip of reversed beds

Anticlinal axis with its plunging direction

Synclinal axis with its plunging direction

Reversed anticlinal axis with its plunging direction

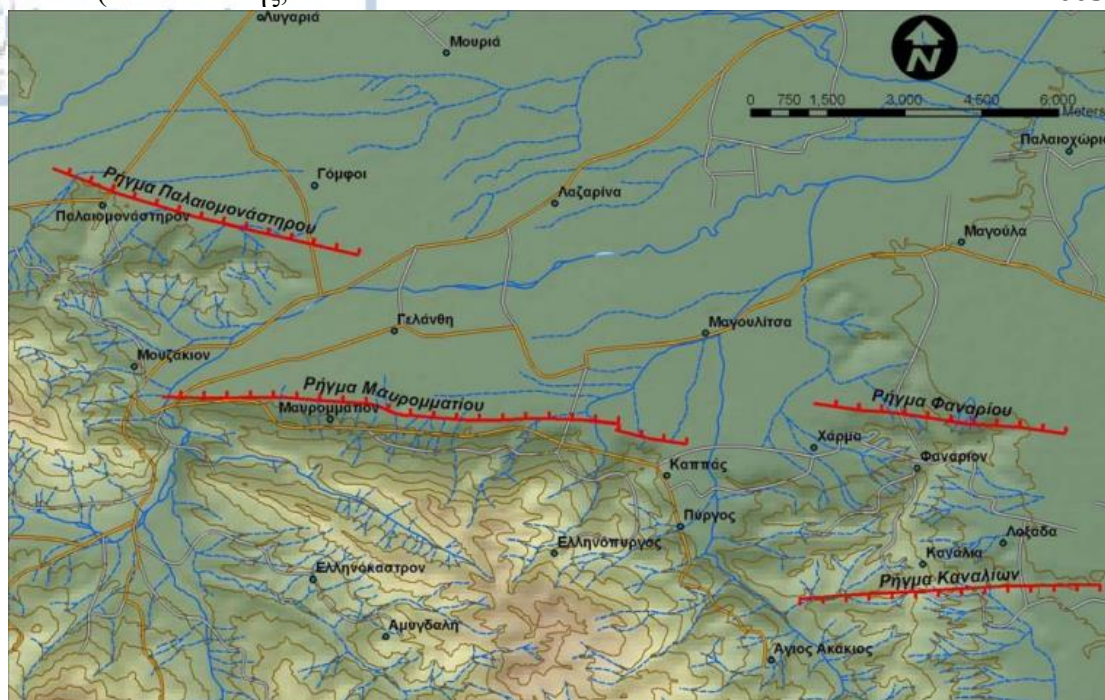
Reversed synclinal axis with its plunging direction

Σχήμα 8. Υπόμνημα του χάρτη που απεικονίζεται στο Σχήμα 7. (URL1)

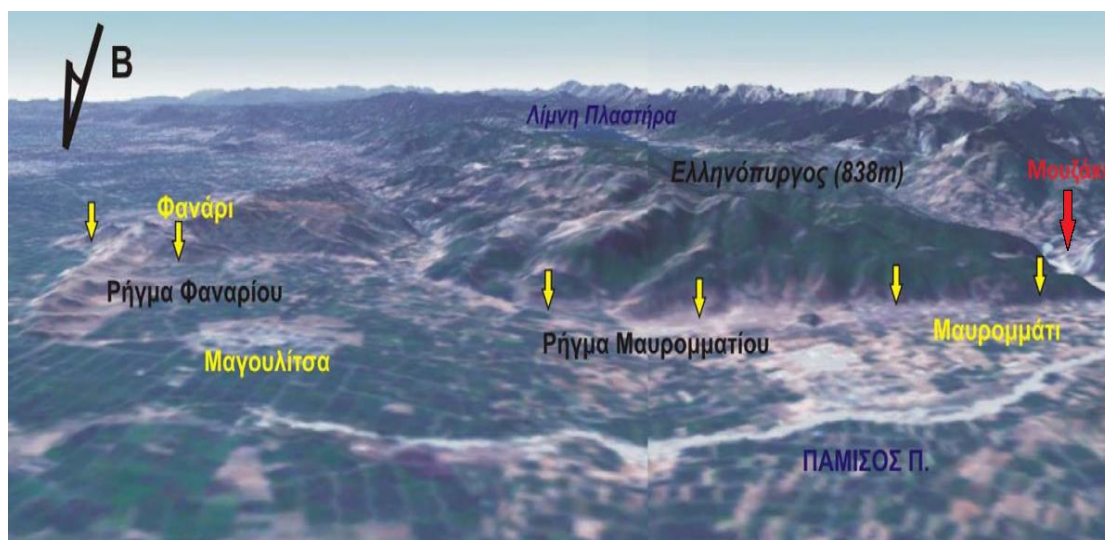
2.3. Τεκτονικά στοιχεία

Στον ευρύτερο χώρο της δυτικής Θεσσαλίας, το κύριο τεκτονικό χαρακτηριστικό που επικρατεί και καταλαμβάνει μεγάλη κλίμακα, είναι οι επωθήσεις και τα ανάστροφα ρήγματα που προκλήθηκαν από τις διάφορες ορογενέσεις που εξελίχθηκαν στον Ελληνικό χώρο. Έτσι, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι Ελληνίδες ζώνες χαρακτηρίζονται από λεπιοειδή ανάπτυξη. Τα ρήγματα αυτά εμφανίζονται να έχουν παρατάξεις BBD - NNA και διευθύνσεις κλίσεων προς τα Δυτικά. Ταυτόχρονα στην περιοχή βρίσκεται σε ανάπτυξη ένα σύστημα κανονικών ρηγμάτων, μεγάλου μήκους με παρατάξεις σχεδόν ίδιες με των αντιστρόφων ρηγμάτων. Τέλος, στην υδρολογική λεκάνη του Πάμισου αλλά και στην ευρύτερη περιοχή, εμφανίζεται ένα σύστημα ρηγμάτων πολύ μικρότερης ηλικίας με παρατάξεις σχεδόν κάθετες προς τις παρατάξεις των 2 προαναφερθέντων.

Η επώθηση της σειράς Κόζιακα πάνω στο Φλύσχη της ζώνης της Πίνδου λαμβάνει χώρα στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Πάμισου ποταμού. Αντίθετα, στο δυτικό τμήμα παρατηρούνται τα μεγάλα ανάστροφα ρήγματα που οφείλονται για την λεπιοειδή ανάπτυξη και επανάληψη των τεκτονικών λεπιών της ζώνης Πίνδου. Οι τεκτονικές αυτές δομές αναπτύσσονται με BBD -NNA παράταξη και 50° - 70° κλίση προς δυτικά. Οι σημαντικότερες δράσεις ορογένεσης που σημειώνονται στην περιοχή μελέτης, χρονολογούνται κατά το Ολιγόκαινο, δηλαδή στην Νεοελληνική ορογενετική φάση (Jacobshagen, 1986). Η ορογενετική λοιπόν, είναι η φάση δημιουργίας των επωθητικών και ανάστροφων ρηγμάτων και των αντίστοιχων συνοδών δομών τους. Κατά την εξέλιξη της ορογένεσης, ο εφελκυσμός που ασκείται στο οπίσθιο τμήμα του ορογενετικού πρίσματος (Αιγαίο και Εσωτ. Ελληνίδες), επανενεργοποίησε τις επωθήσεις σαν κανονικά ρήγματα. Επιπλέον, δημιούργησε νεότερα ρήγματα όπου αυτή τη φορά είχαν κάθετη παράταξη στα ήδη υπάρχοντα (Βουβαλίδης Κ., Σφέικος Α., Παράσχου Θ., Κεχαγιά Χ., Ψωμιάδης Δ., 2005). Έτσι στο δυτικό τμήμα της λεκάνης της Θεσσαλίας εντοπίζονται τρία κύρια ενεργά ρήγματα (Σχήμα 9), που συνιστούν τη ρηξιγενή ζώνη Μαυρομματίου – Φαναρίου. Πρόκειται για τα ρήγματα Παλαιομονάστηρου, Μαυρομματίου και Φαναρίου. Το κυριότερα εξ' αυτών, αλλά και ένα από τα πιο καλά ανεπτυγμένα ενεργά ρήγματα της Δυτικής Θεσσαλίας, είναι το κανονικό ρήγμα του Μαυρομματίου. Το μήκος του φτάνει τα 8000 m, ξεκινώντας από το Μουζάκι στα ανατολικά, διασχίζει το Μαυρομμάτι και τερματίζει στον



Σχήμα 9. Μορφολογικός χάρτης των ρηγμάτων της ρηξιγενούς ζώνης Μαυροματίου – Φαναρίου. Με μπλε σημειώνονται οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου από τα φύλλα 1:50.000 της ΓΥΣ, και με πορτοκαλί και γκρι χρώματα το κύριο οδικό δίκτυο (Βαλκανιώτης, 2005).



Σχήμα 10. Τριδιάστατη πανοραμική απεικόνιση των ρηγμάτων Φαναρίου και Μαυροματίου με τη χρήση της εικόνας LANDSAT 7ETM (RGB321) και του ψηφιακού μοντέλου ανάγλυφου. Τα κίτρινα βέλη σημειώνουν το ίχνος των ρηγμάτων ενώ με κόκκινο σημειώνεται το Μουζάκι. Εντύπωση προκαλεί η μορφολογία του ρήγματος του Μαυροματίου που αποτελεί το κυριότερο ρήγμα της περιοχής (Βαλκανιώτης, 2005).

2.4. Κλιματικά στοιχεία

Η Θεσσαλία φυσικογεωγραφικά και κλιματικά, παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Αυτό οφείλεται στην μεγάλη ποικιλομορφία της, αφού συγκεντρώνει υψηλά βουνά και οροσειρές, μεγάλη πεδινή έκταση καθώς και ανάπτυξη ενός μεγάλου μήκους ποτάμιου συστήματος αποστράγγισης (Πηνειός ποταμός). Η εδαφική διαμόρφωση του, κάνει το Θεσσαλικό κάμπο τη μεγαλύτερη πεδιάδα της χώρας που διαρρέεται από δυτικά προς τα ανατολικά από τον ποταμό Πηνειό, το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της

χώρας(Κυπραίου, 2011). Η θεσσαλική πεδιάδα λοιπόν, ούσα στο χαμηλότερο τμήμα του Πηνειού, αποτελεί το πλημμυρικό του πεδίο. Όταν ο Πηνειός είχε πλημμυρική παροχή, το νερό υπερχειλίζει τις όχθες του και χυνόταν στο πλημμυρικό πεδίο, μεταφέροντας παράλληλα πολύ λεπτό υλικό. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίον τα πλημμυρικό του πεδίο (η θεσσαλική πεδιάδα) είναι τόσο εύφορη και καλλιεργείται(Ευελπίδου, 2023). Η εύφορη θεσσαλική πεδιάδα λοιπόν δημιουργήθηκε εξαιτίας του Πηνειού και των πλημμυρών του. Το ιστορικό αρχείο του ποταμού έχει καταγράψει πολλές πλημμύρες ανά τα χρόνια που έλαβαν χώρα ακόμα και στην αρχαία Ελλάδα. Πιο πρόσφατες και καταστροφικές ωστόσο είναι αυτές του 1729,1811,1883,1955 ενώ έμελλε να φτάσουμε στον 21^ο αιώνα για να συναντήσουμε αντίστοιχες καταστροφές (Ιανός,Daniel,Elias).

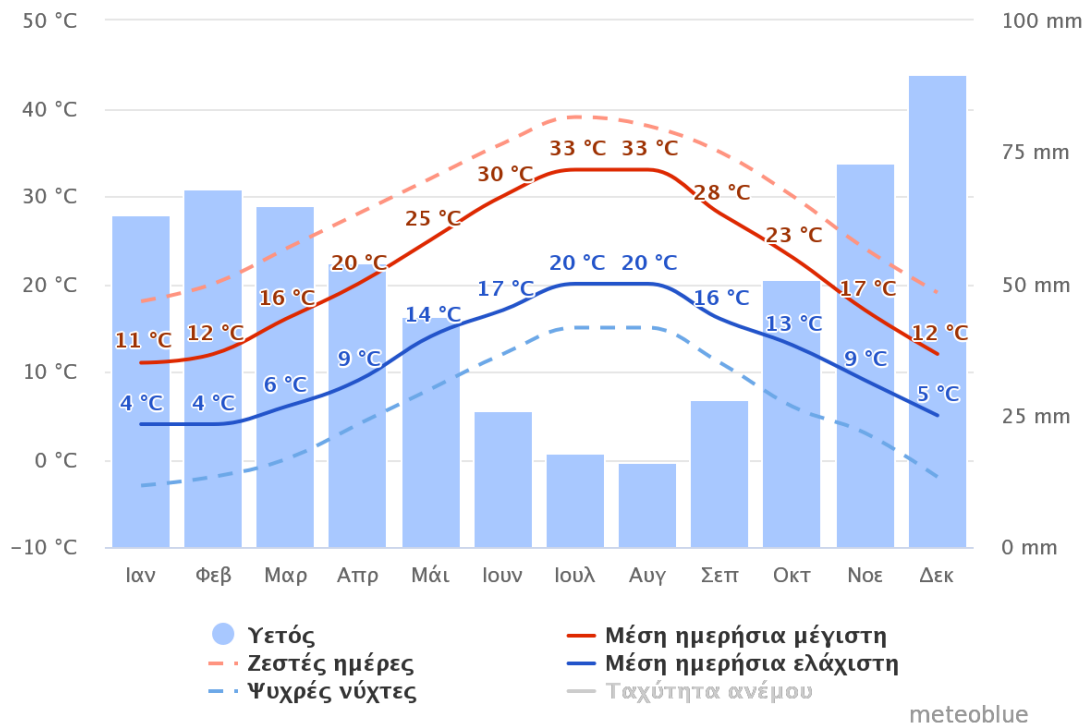
Το μεγαλύτερο ποσοστό της Θεσσαλίας είναι ορεινό , φθάνει το 44.9%. Ακολουθεί το ημιορεινό στο 17.1% και το πεδινό στο 36%. Το 1/3 της έκτασης καταλαμβάνει ο Θεσσαλικός κάμπος . Με βάση αυτό διακρίνονται τρεις κλιματικές ζώνες:

1. Η πρώτη κλιματική ζώνη αποτελείται από τα παράλια του Αιγαίου. Χαρακτηριστικά αυτής της περιοχής είναι οι βόρειοι άνεμοι, η σημαντική υγρασία ακόμη και κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου του έτους. Οι χειμώνες είναι σαφώς ηπιότεροι από ότι στη λεκάνη της Θεσσαλίας.
2. Η δεύτερη κλιματική ζώνη αποτελείται από τη Θεσσαλική λεκάνη. Χαρακτηριστικά αυτής της περιοχής είναι οι ηπιότεροι άνεμοι δεδομένης της ύπαρξης των όρων γύρω της , οι υψηλότερες θερμοκρασίες σε σύγκριση με την πρώτη κλιματική ζώνη και οι πολύ βαρείς χειμώνες.
3. Η τρίτη κλιματική ζώνη αποτελείται από το νησιωτικό τμήμα, όπου το κλίμα μπορεί να θεωρηθεί ως μεσογειακό που χαρακτηρίζεται από ήπιο και βροχερό χειμώνα, σχετικά βροχερή άνοιξη, ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και τέλος δροσερό και συνήθως βροχερό φθινόπωρο (Μαγούλης Αγγ, Καραδήμας Χρ, 2013).

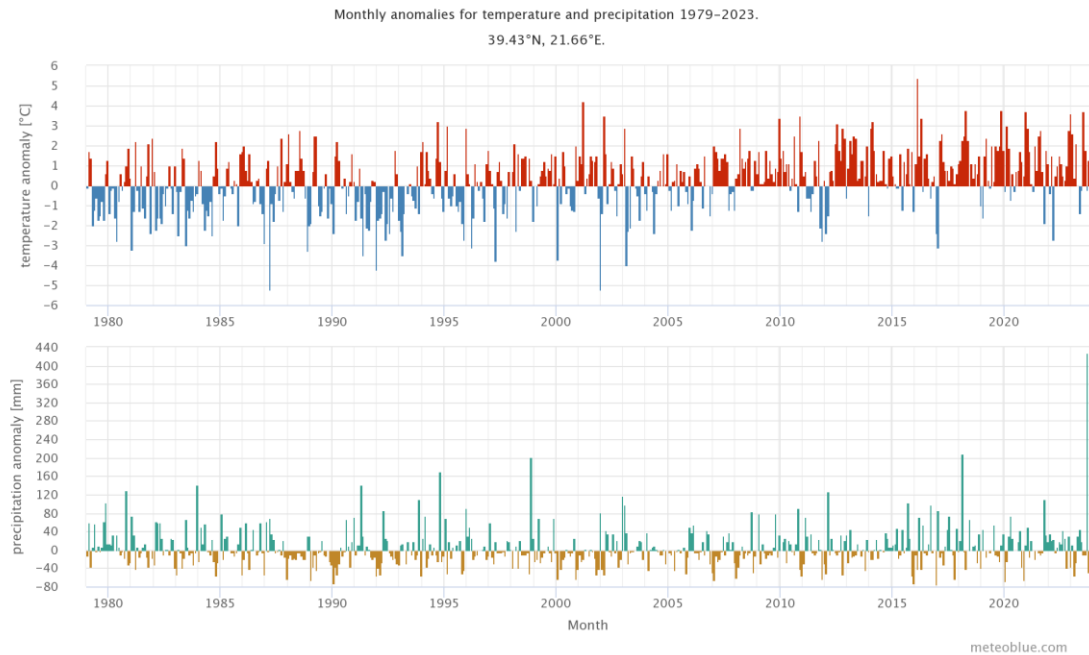
Το κλίμα στο ανατολικό παράκτιο και ορεινό τμήμα της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Ο κάμπος της Θεσσαλίας, εξαιτίας των βουνών που τον περικλείουν και εμποδίζουν την άμεση επίδραση της θάλασσας, έχει ηπειρωτικό κλίμα, με θερμό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2021)(URL3). Τέλος, το κλίμα στις δυτικές ορεινές περιοχές χαρακτηρίζεται ως ορεινό, με αφθονία χιονοπτώσεων και υψηλό βροχομετρικό δείκτη. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 16°C και 17°C, ενώ το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι περίπου 20°C στις παραθαλάσσιες περιοχές και αυξάνεται στις πιο ηπειρωτικές(περίπου 23°C στη Λάρισα). Ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία 5.6°C και ο θερμότερος ο Ιούλιος με 27.2°C (Λάρισα).

Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο διαμέρισμα παρουσιάζει έντονη χωρική μεταβλητότητα. Είναι σχετικά μεγάλο στα δυτικά, στη συνέχεια μειώνεται στο πεδινό τμήμα και αυξάνεται πάλι στο ορεινό ανατολικό τμήμα. Ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης είναι 468mm στο σταθμό Λάρισας,

550mm στο σταθμό Τυρνάβου και 1.142mm στον πιο ορεινό σταθμό του Μουζακίου. Στο σύνολο του διαμερίσματος, η μέση ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση εκτιμάται 678mm. Οι πιο βροχεροί μήνες είναι από τον Οκτώβριο ως τον Ιανουάριο, ενώ οι πιο ξηροί ο Ιούλιος και Αύγουστος. Τέλος, οι χιονοπτώσεις ιδιαίτερα στα ορεινά του διαμερίσματος είναι συνηθισμένες και γίνονται εντονότερες από τα νότια προς τα βόρεια και από τα ανατολικά προς τα δυτικά.(Κοινοπραξία διαχείρισης υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Στερεάς Ελλάδας, 2014)



Σχήμα 11. Διάγραμμα που παρουσιάζει τους μέσους όρους θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων για το Μουζάκι(Δυτική Θεσσαλία). Η «ημερήσια μέση μέγιστη» (συμπαγής κόκκινη γραμμή) δείχνει τη μέγιστη θερμοκρασία μιας μέσης ημέρας για κάθε μήνα. Ομοίως, η «ημερήσια μέση ελάχιστη» (συμπαγής μπλε γραμμή) δείχνει τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία. Οι ζεστές ημέρες και κρύες νύχτες (διακεκομμένες κόκκινες και μπλε γραμμές) δείχνουν τον μέσο όρο της πιο ζεστής μέρας και πιο κρύας νύχτας του κάθε μήνα για τα τελευταία 30 χρόνια (meteoblue, 2023)(URL4).



Σχήμα 12. Το πάνω γράφημα δείχνει την ανωμαλία της θερμοκρασίας για κάθε μήνα από το 1979 μέχρι σήμερα. Η ανωμαλία εκφράζει το κατά πόσο ήταν θερμότερος ή ψυχρότερος από τον 30ετή κλιματικό μέσο όρο της περιόδου 1980-2010. Έτσι, οι κόκκινοι μήνες ήταν θερμότεροι και οι μπλε μήνες ήταν ψυχρότεροι από το κανονικό. Στις περισσότερες τοποθεσίες, διαπιστώνεται μια αύξηση των θερμότερων μηνών με την πάροδο των ετών, η οποία αντανακλά την παγκόσμια θέρμανση που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή.

Το κάτω γράφημα δείχνει την ανωμαλία της βροχόπτωσης για κάθε μήνα από το 1979 μέχρι σήμερα. Η ανωμαλία εκφράζει το αν ένας μήνας είχε περισσότερες ή λιγότερες βροχοπτώσεις από τον μέσο όρο των 30 ετών του κλίματος 1980-2010. Έτσι, οι πράσινοι μήνες ήταν υγρότεροι και οι καφέ μήνες ήταν ξηρότεροι από το κανονικό (meteoblue, 2023)(URL5).

2.5. Μεσογειακοί Κυκλώνες και Κακοκαιρίες

Ο Μεσογειακός Κυκλώνας είναι ένα χαμηλό βαρομετρικό, όπως τα υπόλοιπα χαμηλά βαρομετρικά που παρουσιάζονται στη Μεσόγειο Θάλασσα. Το βασικότερο χαρακτηριστικό του φαινομένου αυτού είναι η ομοιότητα του με τροπικό κυκλώνα. Δηλαδή, γύρω από το κέντρο του (μάτι του κυκλώνα) υπάρχουν νεφικές αναπτύξεις, οι οποίες δημιουργούν ένα σπирάλ (Λαγουβάρδος, 2020)(URL6).

Οι Μεσογειακού τύπου Κυκλώνες με τροπικά χαρακτηριστικά, όπως ο Ιανός, είναι σχετικά μεσαίου μεγέθους συγκριτικά με άλλους και η διάμετρός τους δεν ξεπερνά τα 300 km. Κατά την εκδήλωσή τους παρατηρούνται έντονοι άνεμοι και καταιγίδες, και η επιφάνεια της θάλασσας παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλή πίεση. Στην Ελλάδα από το 1982 – 2020 συνέβησαν έξι μεσογειακοί κυκλώνες, όπου οι τέσσερις έλαβαν χώρα τα έτη 2016 – 2020 (Λέκκας, 2020).

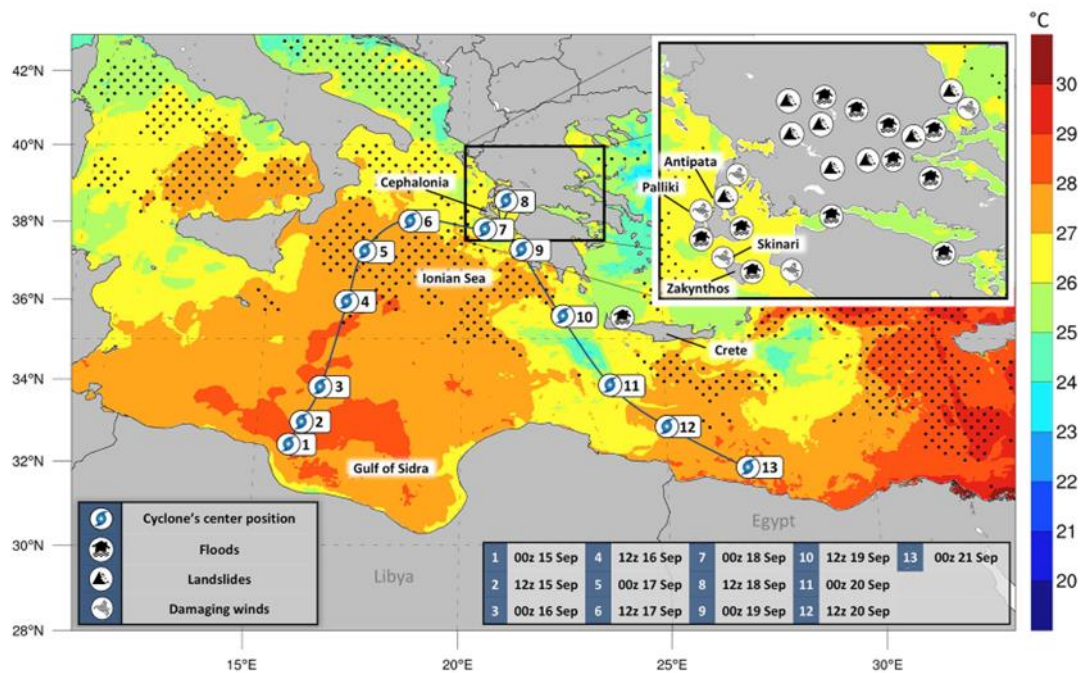
Οι μεσογειακοί κυκλώνες αφορούν ένα βαρομετρικό χαμηλό μεγάλου βάθους, η ενέργεια του οποίου προέρχεται από την θερμότητα τόσο των νερών της Μεσογείου Θάλασσας, όσο και από την θερμότητα που προκαλούν καταιγίδες που συμβαίνουν κοντά στον πυρήνα του. Αυτού του είδους οι κυκλώνες παρουσιάζουν πολλές κοινές ιδιότητες με τους κυκλώνες τροπικού και εξωτροπικού τύπου. Επίσης, γεννιούνται καθώς μεταφέρεται ένα αυτόνομο βαρομετρικό χαμηλό στην ανώτερη ατμόσφαιρα μιας περιοχής. Για να συντηρηθεί αυτόσυο ανεβαίνουν και ψύχονται αέριες μάζες, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται υγρά και ψυχρά κύματα αέρα κάτω από το

βαρομετρικό χαμηλό, που έρχονται σε σύγκρουση με τη θάλασσα από κάτω που είναι πιο θερμή (Λέκκας, 2020).

2.5.1. Μεσογειακός Κυκλώνας Ιανός

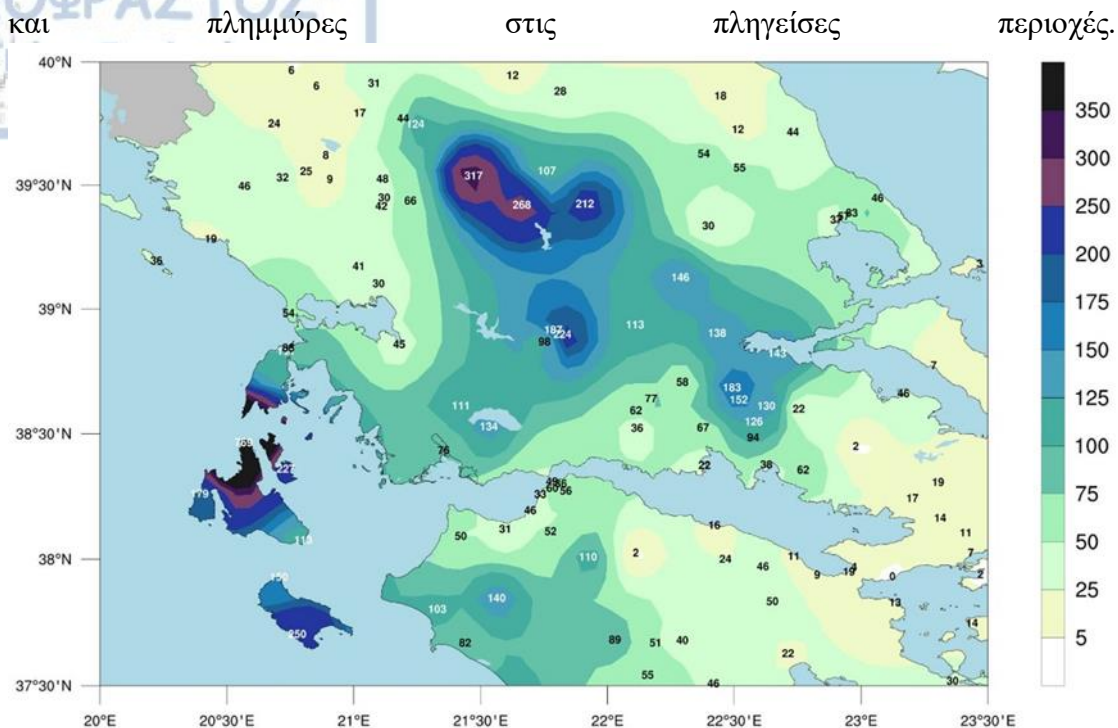
2.5.1.1. Γενικές πληροφορίες Μεσογειακού Κυκλώνα Ιανού

Ο μεσογειακός κυκλώνας Ιανός ξεκίνησε να σχηματίζεται στη βόρεια Λιβύη και εθεάθη πρώτη φορά σε δορυφορικές εικόνες στον κόλπο της Σύρτης. Λειτουργώντας σαν μια αντλία εξαγωγής υδρατμών από τα θερμά νερά της Μεσογείου, μετέφερε πολύ μεγάλες ποσότητες υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Προκάλεσε έτσι τον κορεσμό της σε υδρατμούς, με συνέπεια την εκδήλωση ακραίων βροχοπτώσεων πρωτοφανούς έντασης και μεγάλης διάρκειας. Επίσης, συνδυαστικά με υψηλότερες ατμοσφαιρικές πιέσεις γύρω από τον Ιανό στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, αύξησε σημαντικά την ταχύτητα των ανέμων, σε όλη του την έκταση. Οι συγκλίσεις των αερίων μαζών εξαπλώθηκαν ταχύτατα πάνω στον ορεινό όγκο της κεντρικής ηπειρωτικής χώρας. Ευνοήθηκε με αυτόν τρόπο η δημιουργία και η παραμονή βροχοφόρων νεφών στις περιοχές αυτές για μεγάλο χρονικό διάστημα, προκαλώντας σοβαρά προβλήματα στις τοπικές κοινωνίες. Η συνολική διαδρομή που διένυσε ανά την Μεσόγειο θάλασσα ξεπέρασε τα 1900 km. Ακόμα, ο αέρας έφτασε τα 159km/h με ριπές ανέμου έως και 195 km/h (Κ. Λαγουβάρδος, Α. Καραγιαννίδης, Σ. Ντάφης, Β. Κοτρώνη, Α. Καλημέρης, 2021)(URL7).



Σχήμα 13. Η πορεία που διένυσε ο Μεσογειακός Κυκλώνας Ιανός (μπλε καμπύλη) μεταξύ 15 και 21 Σεπτεμβρίου 2020 και οι περιοχές που δέχθηκαν πλημμύρες, κατολισθήσεις και καταστροφικούς ανέμους (Κ. Λαγουβάρδος, Α. Καραγιαννίδης, Σ. Ντάφης, Β. Κοτρώνη, Α. Καλημέρης 2021) (URL7).

Η πίεση που επικράτησε στο κέντρο του ήταν 984.3hPa και η βροχοπτώση ήταν πολύ έντονη. Ειδικότερα, στην δυτική Ελλάδα μετρήθηκε βροχή πάνω από 600 mm και στην κεντρική Ελλάδα 300 mm, γεγονός που προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές, κατολισθήσεις



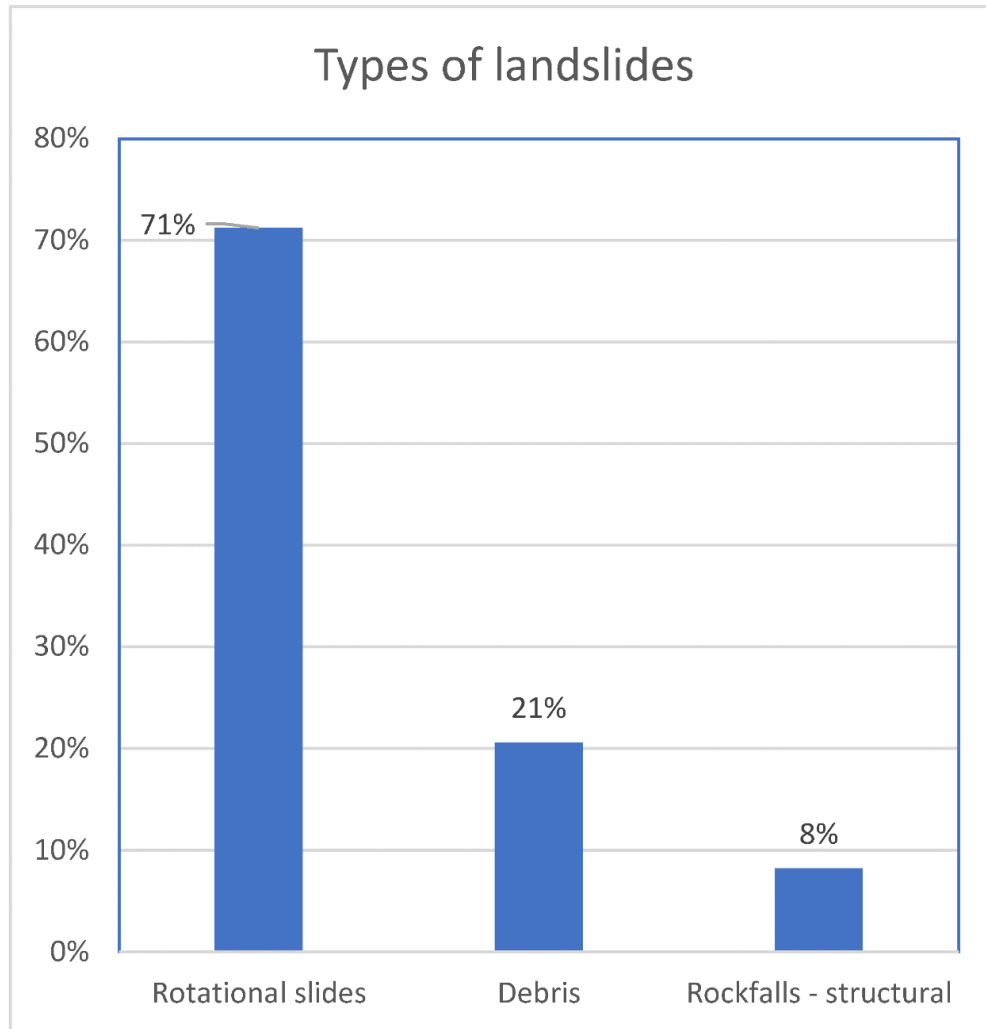
Σχήμα 14. Χάρτης συγκεντρωτικών υψών βροχής σε χιλιοστά κατά τη διάρκεια του κυκλώνα Ιανού (Κ. Λαγουβάρδος, Α. Καραγιαννίδης, Σ. Ντάφης, Β. Κοτρόνη, Α. Καλημέρης, 2021)(URL7).

Στο κεντρικό κομμάτι της χώρας σε διάστημα δύο ημερών καταγράφηκαν 1400 κατολισθήσεις (Κ. Lagouvardos, Α. Karagiannidis, Σ. Dafis, Α. Kalimeris, V. Kotroni, 2022)(URL7).

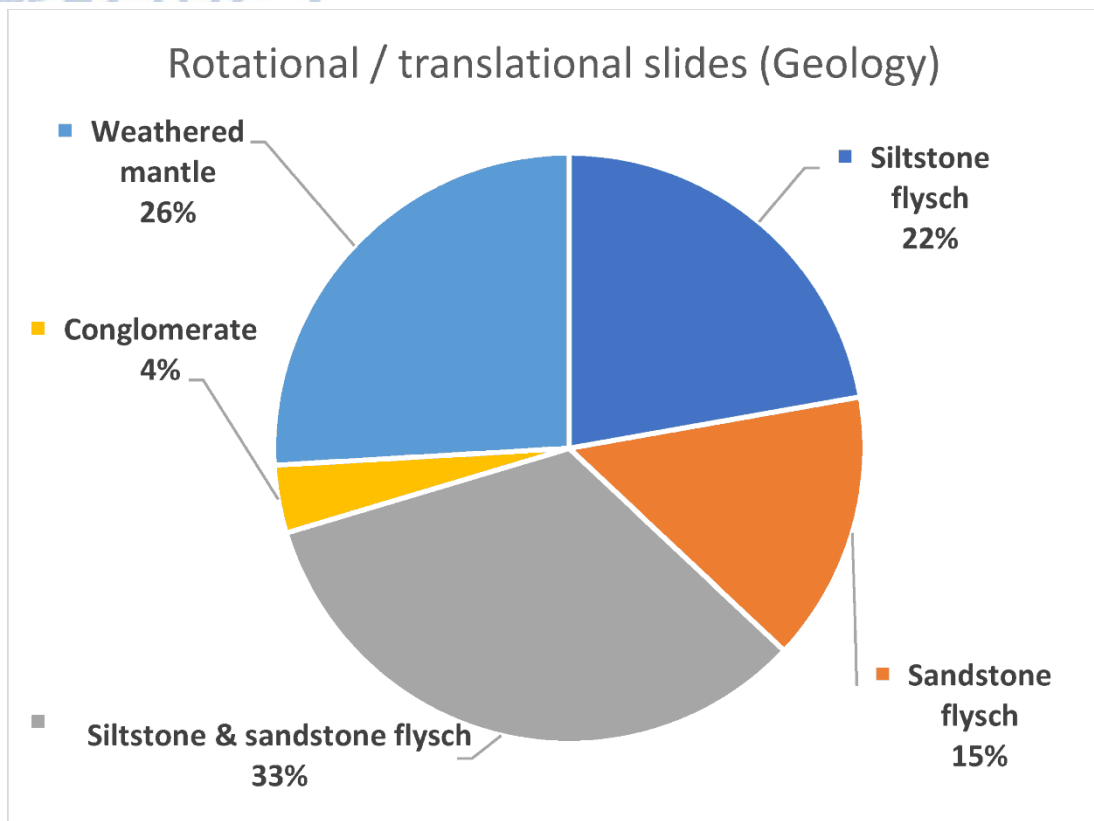
Οι καταγεγραμμένες κατολισθήσεις βρέθηκαν κυρίως σε σχηματισμούς φλύσχη, ενώ οι μηχανισμοί αστοχίας σχετίζονται στενά με το βαθμό ετερογένειας του εκάστοτε φλύσχη (ποσοστό ιλυόλιθου-ψαμμίτη), την ένταση της τεκτονικής επίδρασης και τον βαθμό διάβρωσης (Valkaniotis S., 2020). Πιο συγκεκριμένα, οι κύριοι τύποι κατολισθήσεων που εντοπίστηκαν ήταν:

- 1) Περιτροφικές και μεταφορικές κατολισθήσεις σχηματίστηκαν κυρίως σε ιλυολιθικό φλύσχη, ιλυόλιθο και ψαμμίτη σε εναλλαγές. Αυτές οι κατολισθήσεις χαρακτηρίζονται από μια σύνθετη γεωμετρία με το κάτω μέρος τους να αποτελείται συχνά από μια καθίζηση που ακολουθεί τη γεωμετρία μιας ισχυρότερης υποκείμενης κλίνης. Σε πολλές περιπτώσεις το συσσωρευμένο υλικό κάλυπτε το δρόμο χωρίς να καταλήξει σε πλήρη αστοχία (Rotational Slides).
- 2) Τα συντρίμια ρέουν σε σπασμένους ασβεστόλιθους, τσιμεντόλιθους, ψαμμίτη/τιμήματα φλύσχη. Αυτά συναντήθηκαν σε περιοχές με απότομη μορφολογία με βαθιές ρεματιές όπου ευνοούνταν η μαζική μεταφορά κομματιών βράχου και ογκόλιθων. Αυτές οι αστοχίες, δηλαδή οι ροές συντριμμίων, επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό το οδικό δίκτυο και ορισμένα χωριά που βρίσκονται σε υψηλότερα υψόμετρα (Debris).
- 3) Καταπτώσεις βράχων και δομικές αστοχίες (επίπεδες και σφήνες) κυρίως σε ασβεστολιθικούς σχηματισμούς. Καταγράφηκαν δομικά ελεγχόμενες ολισθήσεις, υπό ευνοϊκές κινηματικές συνθήκες των επίμονων επιπέδων της

χαμηλής διατμητικής αντοχής τους λόγω της αργιλώδους φύσης. Τέτοιες ολισθήσεις και πτώσεις βράχων δεν ήταν πολύ μεγάλες σε όγκο (λίγα κυβικά μέτρα), αλλά είχαν ως αποτέλεσμα το κλείσιμο του δρόμου και σε ορισμένες περιπτώσεις μικρές έως μέτριες δομικές αστοχίες (Rockfalls-structural) (Valkaniotis S., 2020).



Σχήμα 15. Τύποι κατολισθήσεων που εντοπίστηκαν στις επιτόπιες αναγνωριστικές έρευνες πεδίου (Valkaniotis S., 2020).

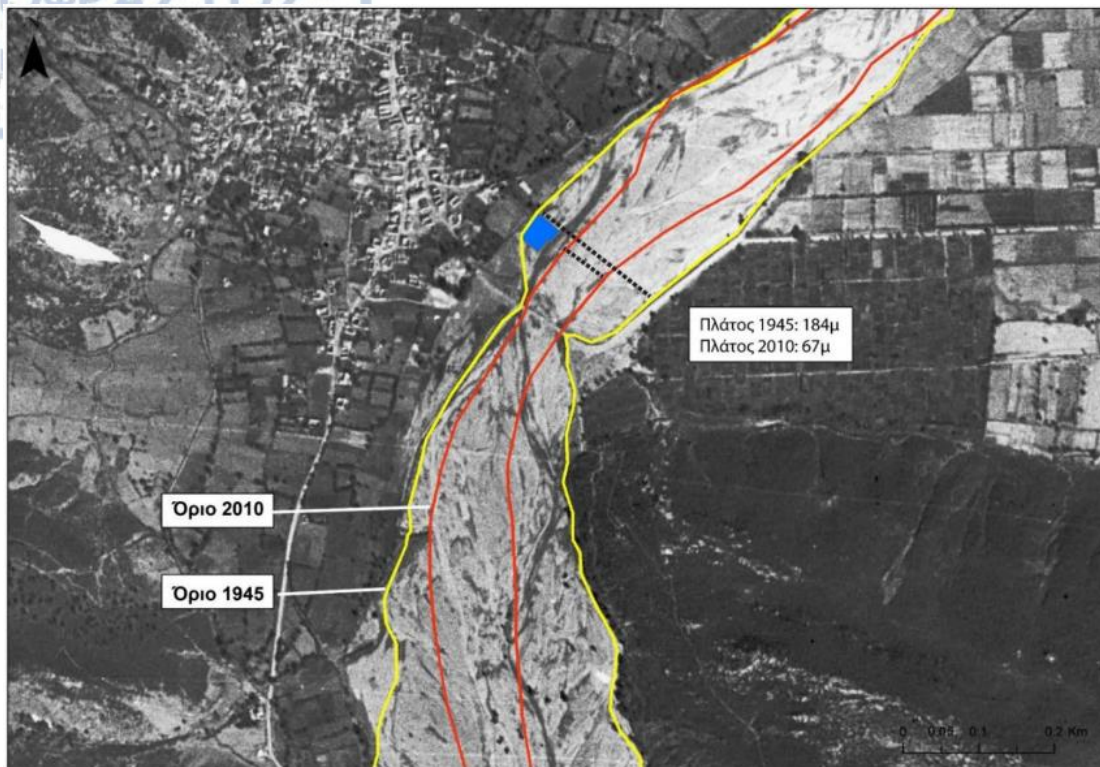


Σχήμα 16. Διαφορετικοί τύποι λιθολογίας που επηρεάζονται από περιστροφικές και μεταφορικές ολισθήσεις (Valkaniotis S., 2020).

2.5.1.2. Συνέπειες του Μεσογειακού Κυκλώνα Ιανού στο Μουζάκι και την ευρύτερη περιοχή

Ο κυκλώνας Ιανός διήρκησε περίπου 5 ημέρες κατά το πέρασμα του από την Ελλάδα, ωστόσο οι συνέπειες του θα μείνουν ανεξίτηλες στο χρόνο. Τέσσερις άνθρωποι έχασαν τη ζωή, τους περίπου 155.000 στρέμματα (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2023)(URL8) πλημμύρισαν (αριθμός που ισοδυναμεί κατά προσέγγιση με το 0,0011% της συνολικής επιφάνειας της Ελλάδας) ενώ οι ζημιές σε υποδομές είναι ανυπολόγιστες.

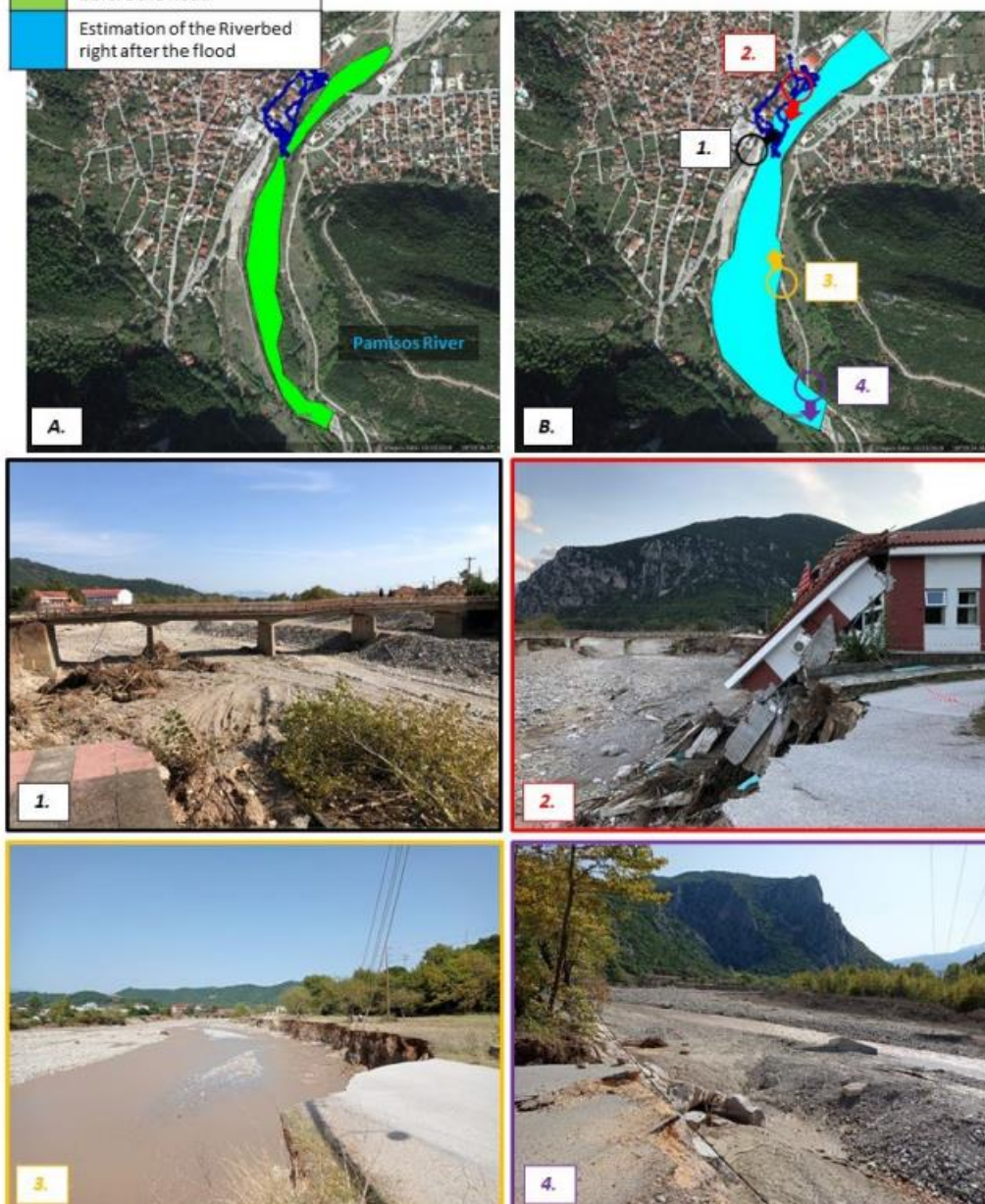
Στο Μουζάκι Καρδίτσας οι έντονες βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με τις παρεμβάσεις του ανθρώπινου παράγοντα στη φυσική κοίτη του ποταμού Πάμισου, ειδικότερα τη μείωση του πλάτους της κοίτης κατά την κατασκευή της επαρχιακής οδού Καρδίτσας-Αργιθέας, οδήγησαν στην ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων ροής πλευρικά της κοίτης. Συνέπεια των προηγούμενων, ήταν να καταρρεύσει τμήμα του περιφερειακού δρόμου και το κτίριο του Κέντρου Υγείας. Επιπλέον σημαντικές ζημιές υπέστησαν οι δύο γέφυρες που υπάρχουν μέσα στο χωριό και ενώνουν το δυτικό τμήμα με το ανατολικό καθώς και η γέφυρα «Μπαλάνου» που κατέρρευσε πλήρως.



Σχήμα 17. Δορυφορική αποτύπωση της κοίτης του Πάμισου ποταμού στο ύψος του Μουζακίου. Με κίτρινο χρώμα σημειώνεται το όριο της κοίτης του ποταμού που υπήρχε το 1945, ενώ με κόκκινο το όριο που υπήρχε το 2010. Είναι φανερό πως μέσα σε ένα διάστημα 65 χρόνων η ανθρώπινη παρέμβαση οδήγησε στον πλευρικό περιορισμό της κοίτης. Με μπλέ χρώμα σημειώνεται το μέρος όπου βρισκόταν το κέντρο υγείας Μουζακίου, το οποίο κατέρρευσε λόγω της πλευρικής διάβρωσης εντός της κοίτης κατά τη διάρκεια της κακοκαιρίας (Λέκκας Ε., 2020).

Estimation of Riverbed
before the flood

Estimation of the Riverbed
right after the flood

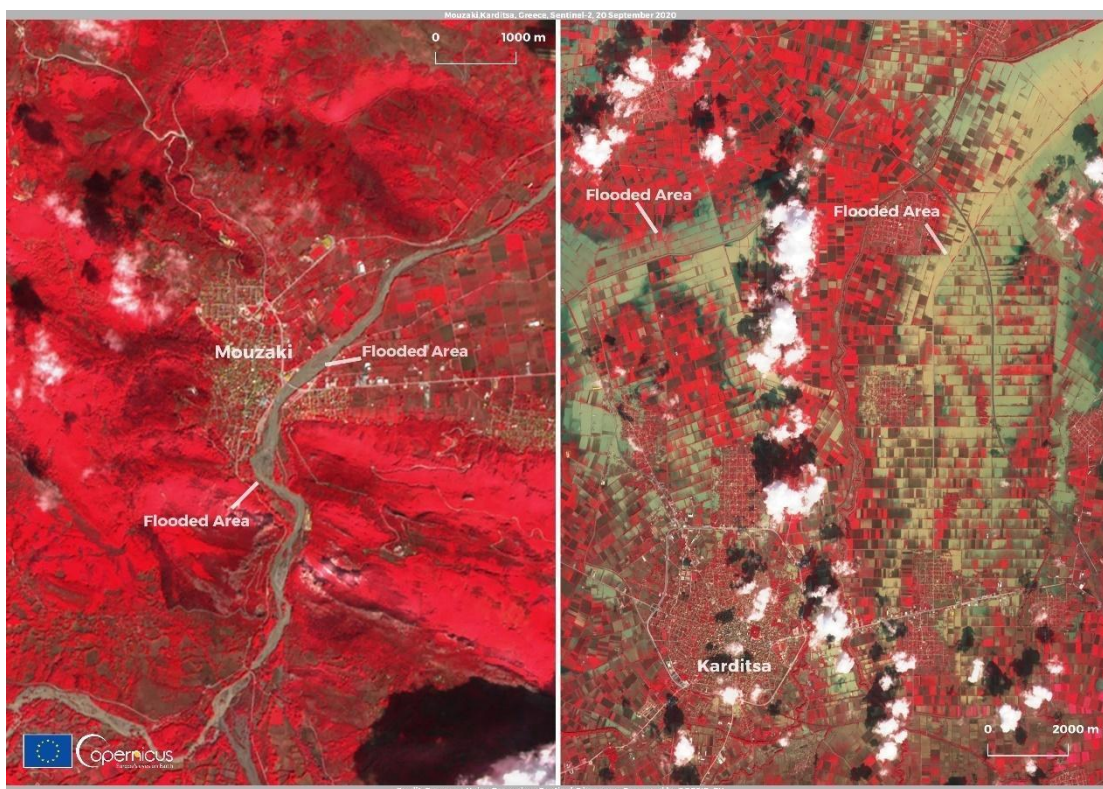


Σχήμα 18. Α) Η κατάσταση και το πλάτος της κοίτης πριν την πλημμύρα Β) Μεταπλημμυρική κατάσταση της κοίτης του ποταμού Πάμισου (από τα αναχώματα του ποταμού που κατέρρευσαν εκτιμήθηκε πως η κοίτη αυξήθηκε κατά περίπου 120%). 1) Κατάρρευση επιχώματος τμήμα του παραποτάμιου δρόμου κατέρρευσε στο ποτάμι. 2) Η θεαματική κατάρρευση του Κέντρου Υγείας Μουζακίου, λόγω διάβρωσης και κατάρρευσης του επιχώματος. 3,4) εκτεταμένη πλευρική διάβρωση και επίχωση με αποτέλεσμα τις καταρρεύσεις δρόμων (ZekkosD., ZalachorisG., et.al, 2020).

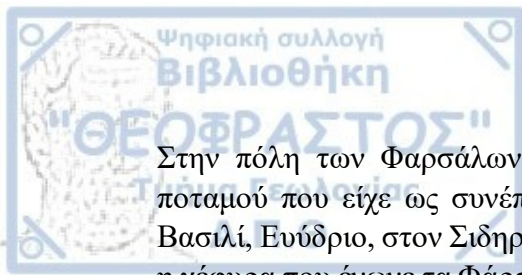
Η πόλη της Καρδίτσας διαρρέεται από 2 ποταμούς, τον Καλέτζη (παραπόταμος του Ενιπέα) και τον παραπόταμο του Καραμπάλη. Κατά το πέρασμα του Ιανουάριου οι δύο ποταμοί πλημμύρισαν. Αυτό συνέβη αφενός εξαιτίας της Εθνικής Οδού Καρδίτσας-Βόλου που έχει χτιστεί από πάνω τους και λειτουργεί σαν φράγμα, και αφετέρου εξαιτίας κορμών δέντρων που έπεσαν στις κοίτες τους και οδήγησαν τα ποτάμια να υπερχειλίσουν. Αποτέλεσμα ήταν η Πόλη της Καρδίτσας να πλημμυρίσει κατά 85% ενώ γενικότερα ο κάμπος γύρω στο 68% (Λέκκας Ε., 2020).



Σχήμα 19. Πλημμυρισμένες (μπλε χρώμα) και ανεπηρέαστες (πράσινο χρώμα) περιοχές στην πόλη της Καρδίτσας. Η αποτύπωση πραγματοποιήθηκε με αξιοποίηση επίγειων (επιτόπια αποτύπωση επιπτώσεων εντός της πόλης) και εναέριων παρατηρήσεων (χρήση συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών). Με κόκκινα βέλη σημειώνονται τα σημεία εισόδου των πλημμυρικών υδάτων (Λέκκας Ε., 2020).



Σχήμα 20. Ψευδοχρωματικές εικόνες υψηλής ανάλυσης από τους δορυφόρους του Copernicus Sentinel-2 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στα αριστερά απεικονίζεται η πλημμυρισμένη κοίτη του ποταμού Πάμισου στο ύψος του Μουζακίου που έχει προκαλέσει την κατάρρευση της κεντρικής γέφυρας και του ιατρικού κέντρου. Η εικόνα στα δεξιά δείχνει την πόλη της Καρδίτσας και τις γύρω αγροτικές εκτάσεις που έχουν πλημμυρίσει εκτενώς (Copernicus-European Union, 2020) (URL9).



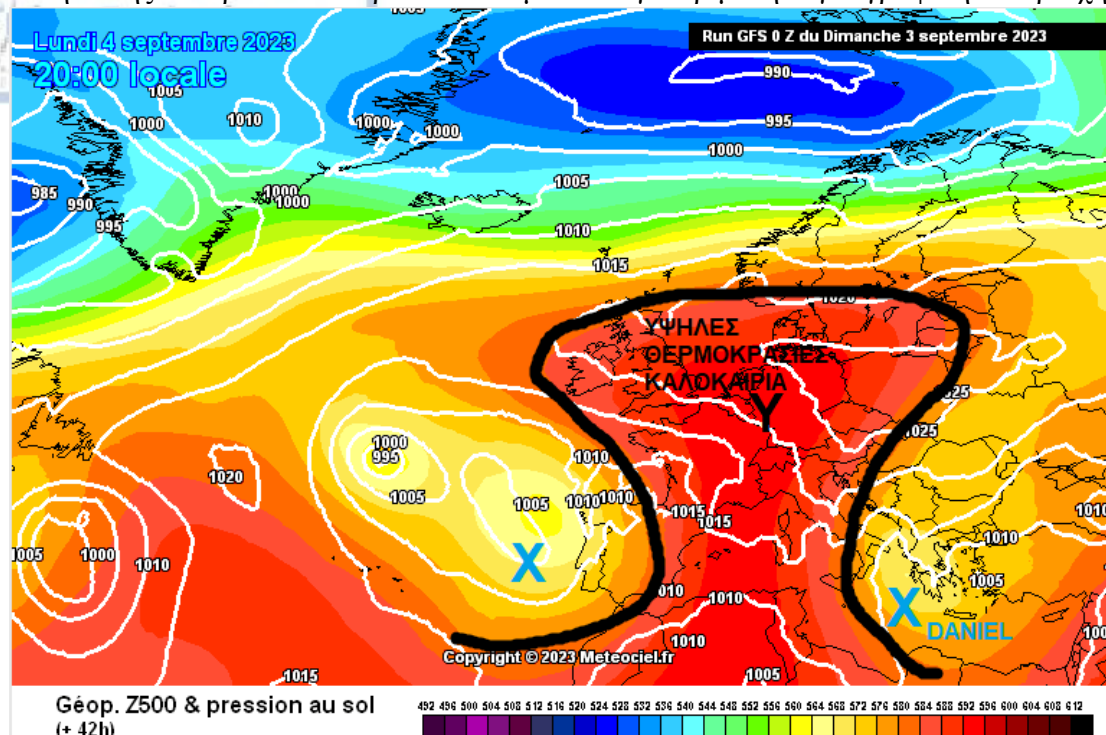
Στην πόλη των Φαρσάλων, η κακοκαιρία οδήγησε στην υπερχείλιση του Ενιπέα ποταμού που είχε ως συνέπεια την εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων στα χωριά Βασιλί, Ευύδριο, στον Σιδηροδρομικό Σταθμό Φαρσάλων, την Υπέρεια κ.α. Τέλος, και η γέφυρα που ένωνε τα Φάρσαλα με το Δίλοφο κατέρρευσε λόγω της ορμής του νερού.

2.5.2. Κακοκαιρία Daniel

2.5.2.1. Γενικές πληροφορίες Κακοκαιρίας Daniel

Στις αρχές Σεπτεμβρίου του 2023, και πιο συγκεκριμένα από τις 4 μέχρι τις 9 του μήνα, μια νέα σφοδρή κακοκαιρία χτύπησε τη Θεσσαλία προκαλώντας ανείπωτες καταστροφές τόσο σε υποδομές όσο και ανθρώπινες ζωές. Η κακοκαιρία «Daniel», δημιουργήθηκε στο Ιόνιο πέλαγος και είχε επίκεντρο την ευρύτερη Θεσσαλία. Ο μηχανισμός δημιουργίας και δράσης της κακοκαιρίας φέρει το όνομα «Μπλοκ Ωμέγα». Βάση αυτού, δημιουργήθηκε ένα στάσιμο πεδίο χαμηλών πιέσεων στο Ιόνιο με συνέπεια την πολυήμερη ροή στη σειρά, τόσο θερμών όσο και υγρών αερίων μαζών από τα βορειοανατολικά προς την Ελλάδα (και ειδικότερα προς τη Θεσσαλία). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα πρωτοφανή ύψη βροχόπτωσης που σημειώθηκαν και τα ακραία πλημμυρικά φαινόμενα που προέκυψαν. Σημειώνεται επίσης ότι η ένταση του συστήματος Daniel μπορεί να συνδέεται με την αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας της θάλασσας στη νοτιοανατολική Μεσόγειο. Ουσιαστικά λίγο πριν το ξέσπασμα της κακοκαιρίας, παρατηρήθηκε χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση στην Νοτιοδυτική Ευρώπη(κυρίως Ισπανία και Πορτογαλία), υψηλή ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία στην Κεντροδυτική Ευρώπη (Γαλλία, Γερμανία, Τσεχία κλπ) και χαμηλή πίεση στο Νότιο τμήμα της Βαλκανικής Χερσονήσου(κυρίως Ελλάδα και Βουλγαρία) δημιουργώντας νοητά ένα ελληνικό γράμμα «Ωμέγα» στον μετεωρολογικό χάρτη(Faranda, 2023). Τα Μπλοκ Ωμέγα ή αλλιώς Ωμέγα εμποδιστές, συνδέονται με επίμονες καιρικές συνθήκες για αρκετές ημέρες αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα

εκδήλωσης ακραίου καιρού σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.



Σχήμα 21. Χάρτης της ατμοσφαιρικής πίεσης της Ευρώπης στις 3 Σεπτεμβρίου 2023, λίγες ώρες πριν το ξέσπασμα της κακοκαιρίας Daniel. Με μαύρο χρώμα παρατηρείται το νοητό γράμμα της ελληνικής αλφαβήτου «Ω» που ουσιαστικά χωρίζει τις περιοχές χαμηλής-υψηλής ατμοσφαιρικής πίεσης (URL10).

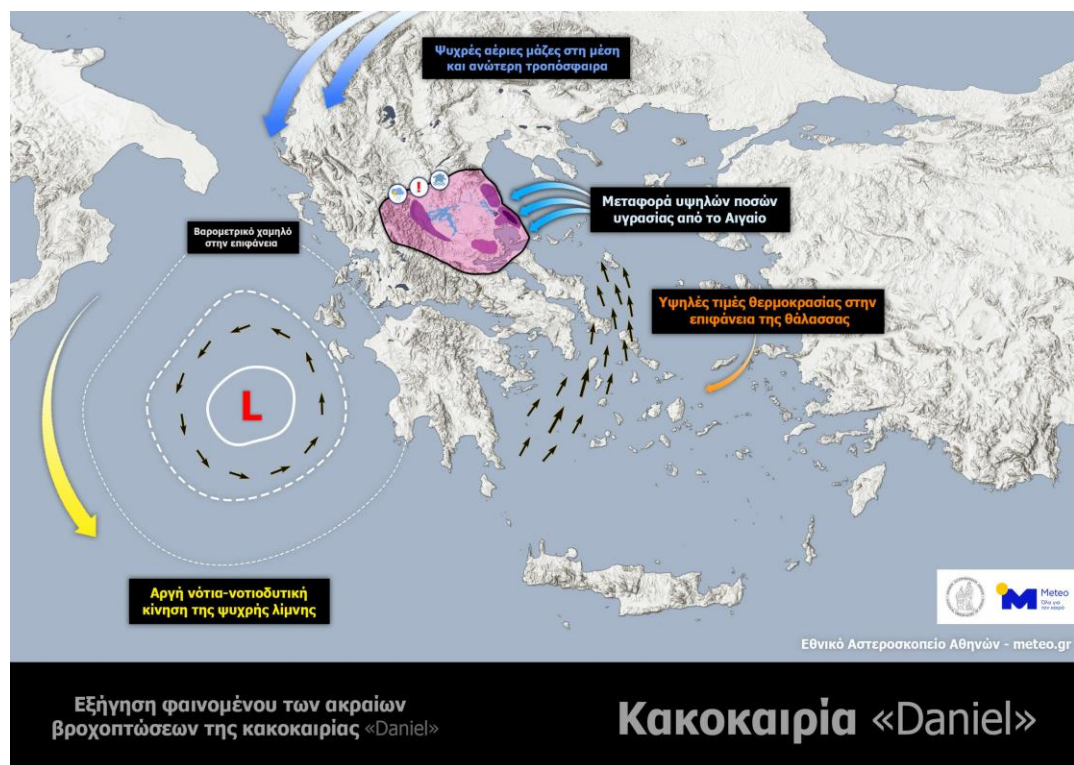
Πιο αναλυτικά, εντοπίζονται 4 λόγοι για τους οποίους η κακοκαιρία Daniel έπληξε τόσο πολύ την Ελλάδα.

- 1) Αποκοπή ψυχρών αερίων μαζών από τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας πάνω από την Ευρώπη, στην οποία οφείλεται το φαινόμενο της Ψυχρής Λίμνης(κλειστή περιοχή στη μέση και ανώτερη ατμόσφαιρα όπου η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται απότομα δημιουργώντας μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της Γης και του αέρα που βρίσκεται ψηλότερα). Η αργή νότια-νοτιοδυτική κίνηση της Ψυχρής Λίμνης προκαλείται από τον έντονο κυματισμό του αεροχειμάρρου που έγινε η αιτία για την ανάπτυξη ενός εκτεταμένου πεδίου υψηλών πιέσεων πάνω από την Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη (Μπλόκ Ωμέγα).
- 2) Οι ψυχρές αέριες μάζες στη μέση και ανώτερη τροπόσφαιρα συνδυαστικά με την επικράτηση θερμών και υγρών αερίων μαζών στην κατώτερη ατμόσφαιρα, προκάλεσαν μια έντονη ατμοσφαιρική αστάθεια πάνω από την περιοχή μας και ως αποτέλεσμα, εκτεταμένες καταιγίδες. Η παρουσία της Ψυχρής Λίμνης και του Ωμέγα εμποδιστή δεν είναι κάτι πρωτοφανές. Ωστόσο σε συνδυασμό με την επικράτηση υψηλών τιμών θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας και στον υπερκείμενο αέρα αυτή την περίοδο του έτους, συνεισέφερε στην έντονη ατμοσφαιρική αστάθεια που αναπτύχθηκε στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου.
- 3) Η ένταση και η επιμονή αυτής της μεταφοράς υδρατμών οφείλεται τόσο στη θέση, όσο και στη χαμηλή ταχύτητα μετατόπισης της Ψυχρής Λίμνης, που συνέβαλαν στην επικράτηση επίμονων ανατολικών ανέμων έως 10.000 –

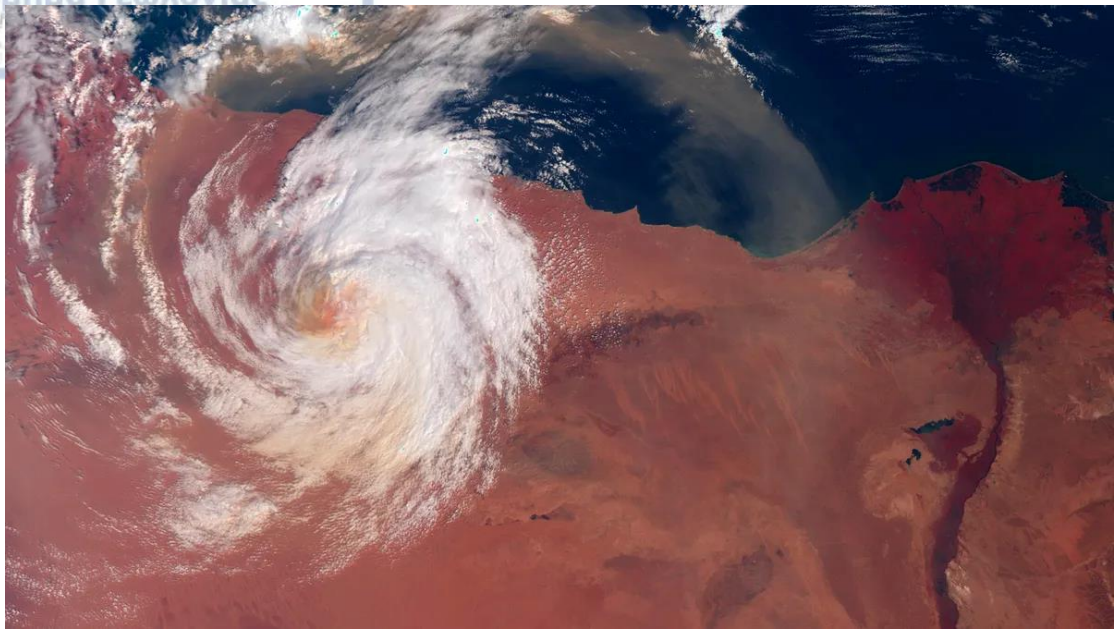
11.000 μέτρα από το έδαφος. Οι καταιγίδες συνήθως καταναλώνουν τη διαθέσιμη ενέργεια στην ατμόσφαιρα και έπειτα εξασθενούν. Παρόλα αυτά, κατά τη διάρκεια της κακοκαιρίας Daniel, η διαθέσιμη ενέργεια βρισκόταν συνεχώς σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα λόγω της αδιάκοπης ροής ασταθών αερίων μαζών από το Αιγαίο Πέλαγος προς τη Θεσσαλία.

- 4) Τέλος, η αλληλεπίδραση των ορεινών όγκων με την ισχυρή μεταφορά υδρατμών συνέβαλε στην εκδήλωση πιο ραγδαίων βροχοπτώσεων (Λαγουβάρδος, 2023)(URL11).

Η κακοκαιρία Daniel αφού έπληξε την Ελλάδα, μετακινήθηκε νότια προς την Αφρική όπου και μετατράπηκε σε μεσογειακό κυκλώνα.



Σχήμα 22. Επεξηγηματικός πίνακας των χαρακτηριστικών στην ατμόσφαιρα που οδήγησαν στην εκτόνωση της κακοκαιρίας Daniel (Λαγούβαρδος, 2023) (URL11).



Σχήμα 23. Ο μεσογειακός κυκλώνας Daniel πάνω από τη Σαχάρα στα σύνορα Λιβύης-Αιγύπτου. Δορυφορική εικόνα από την 11^η Σεπτεμβρίου 2023 (Copernicus/SentinelHub/Kosmi) (URL12).

Κατά τη διάρκεια της κακοκαιρίας Daniel καταρρίφθηκε το ρεκόρ για το μεγαλύτερο ημερήσιο ύψος βροχής στην Ελλάδα, καθώς ο μετεωρολογικός σταθμός στη Ζαγορά Πηλίου κατέγραψε 754mm μέσα σε 20 ώρες. Αξίζει να σημειωθεί πως τα ακραία ύψη βροχής που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της κακοκαιρίας τα οποία ξεπέρασαν κατά πολύ τα αντίστοιχα του Ιανού, οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην κλιματική κρίση.



Σχήμα 24. Συγκριτικός πίνακας υψών βροχής ανά μετεωρολογικό σταθμό ανά κακοκαιρία (Ιανός-Daniel). Με αστερίσκο (*) σημειώνονται οι σταθμοί οι οποίοι έχουν ελλιπή δεδομένα κυρίως λόγω βλάβης. Το γράφημα δημιουργήθηκε από δεδομένα του Meteo.

 Τα ύψη βροχόπτωσης (mm) της κακοκαιρίας DANIEL στη Θεσσαλία 						
	04/09/2023	05/09/2023	06/09/2023	07/09/2023	08/09/2023	Συνολικά
Ζαγορά Πηλίου	134,6	759,6	3,8	197,6	0,6	1096,2
Πορταριά Πηλίου ¹	108,2	761,9	14,4	0	0	884,5
Πεζούλα Καρδίτσας	43,2	250	378,4	90,8	0	762,4
Καρδίτσα – Πόλη	42,4	185,2	404,4	26,8	0	658,8
Περτούλι Χ/Κ ²	0,6	58,6	415,2	165,8	2,4	642,6
Βόλος ³	35,2	450,8	121	10,4	0	617,4
Μουζάκι	23,8	163,8	321,8	89	0	598,4
Κωφοί Μαγνησίας	23,4	152,6	342,2	32,2	0	550,4
Τρίκαλα	17,6	116,6	256,8	86,4	0	477,4
Χαλκιάδες Φαρσάλων	19,4	205,6	223,2	17,8	0	466
Σικιάθος – Ξάνεμος	42,4	321,8	0,8	33,6	0	398,6
Νεράιδα Φαρσάλων	19,6	226,6	99,2	23,8	0	369,2
Καλαμπάκα	10,8	94,2	165,8	85,2	0,2	356,2
Αγιά Λάρισας	11,2	218,6	15,4	90,6	0	335,8
Λάρισα – Χάλη	25,2	180,8	68,8	30,4	0,2	305,4
Αλόννησος	25,4	216,2	0	40,8	0	282,4
Γόννοι Τεμπών	14	147,4	31,4	71,2	0,2	264,2
Σμόκοβο Καρδίτσας ⁴	40,2	97	89,4	—	—	226,6
Σκόπελος ⁵	—	—	—	—	—	218,8
Πλατανούλια Λάρισας	18,6	75,4	91,2	25,4	0	210,6
Πλατύκαμπος Λάρισας	20,8	107,6	0,4	76,4	1,4	206,6
Δέντρα Τυρνάβου	19,2	86,4	64,8	22,8	0	193,2
Γλώσσα Σκοπέλου	49	104,4	0,4	15	0,2	169
Νέσσω Τεμπών	11,6	78	3,6	71,6	0,2	165
Ελασσόνα	26,4	72,2	19,6	40,8	0	159

Σχήμα 25. Πίνακας υψών βροχής στη Θεσσαλία για τις ημέρες που διήρκεσε η κακοκαιρία Daniel (Λαγουβάρδος, 2023) (URL13).

2.5.2.2. Συνέπειες της Κακοκαιρίας Daniel στο Μουζάκι και την ευρύτερη περιοχή

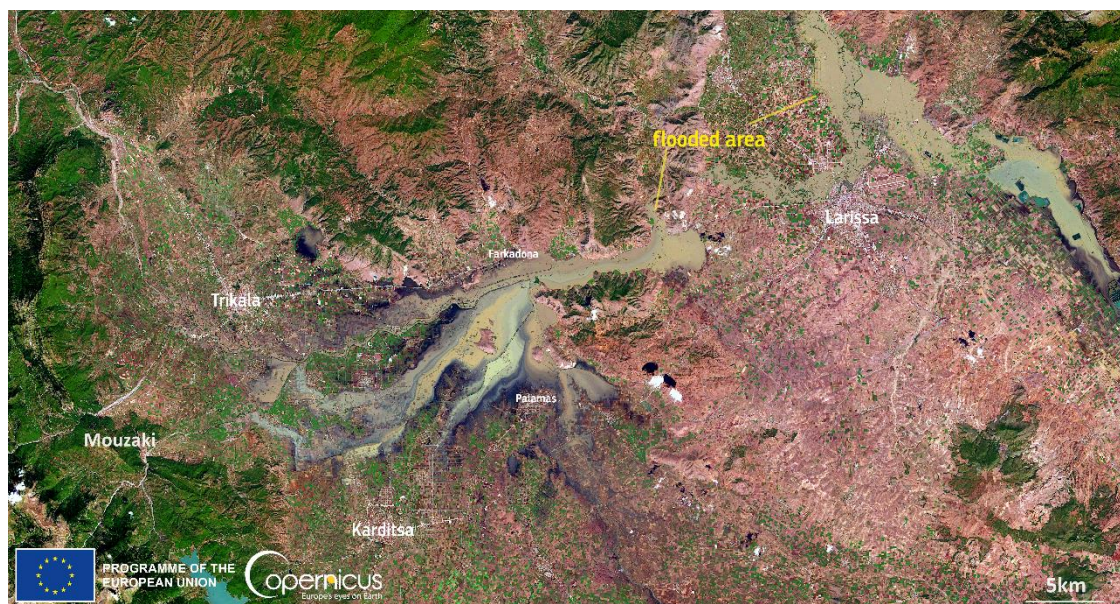
Το πέρασμα της κακοκαιρίας Daniel τόσο από το Μουζάκι όσο και από την υπόλοιπη Θεσσαλία ήταν ολέθριο. Στους 17 ανέρχονται συνολικά οι νεκροί ενώ πέρα από τις ανθρώπινες ζωές, καταστροφικές ήταν οι επιπτώσεις και σε άλλες πτυχές της κοινωνίας.

Στο Μουζάκι Καρδίτσας συνέβη περίπου ότι είχε συμβεί και κατά τη διάρκεια της κακοκαιρίας του Ιανού. Το Μουζάκι έχει χτιστεί και αναπτυχθεί εκατέρωθεν της κοίτης του Πάμισου ποταμού. Οι παραπόταμοι του Πάμισου ξεκινούν βορειοδυτικά της λίμνης Πλαστήρα, σε υψόμετρο 920m, καθώς επίσης και από τα χωριά της Αργιθέας σε υψόμετρο πάνω από 1000m. Το ποτάμι με κατεύθυνση βόρεια συγκεντρώνει πολύ μεγάλο όγκο νερού με αποτέλεσμα να υπερχειλίζει. Έπειτα ο μεγάλος αυτός όγκος νερού συνδυαστικά με την ένταση του φαινομένου, διάβρωσε πλευρικά την κοίτη του ποταμού. Έτσι σημειώθηκε παρόμοια καταστροφή με αυτή που είχε σημειωθεί λίγα χρόνια νωρίτερα, με την κατάρρευση αυτή τη φορά ενός διώροφου κτιρίου που λειτουργούσε ως γυμναστήριο στη δυτική όχθη του ποταμού. Επίσης πλημμύρισε και

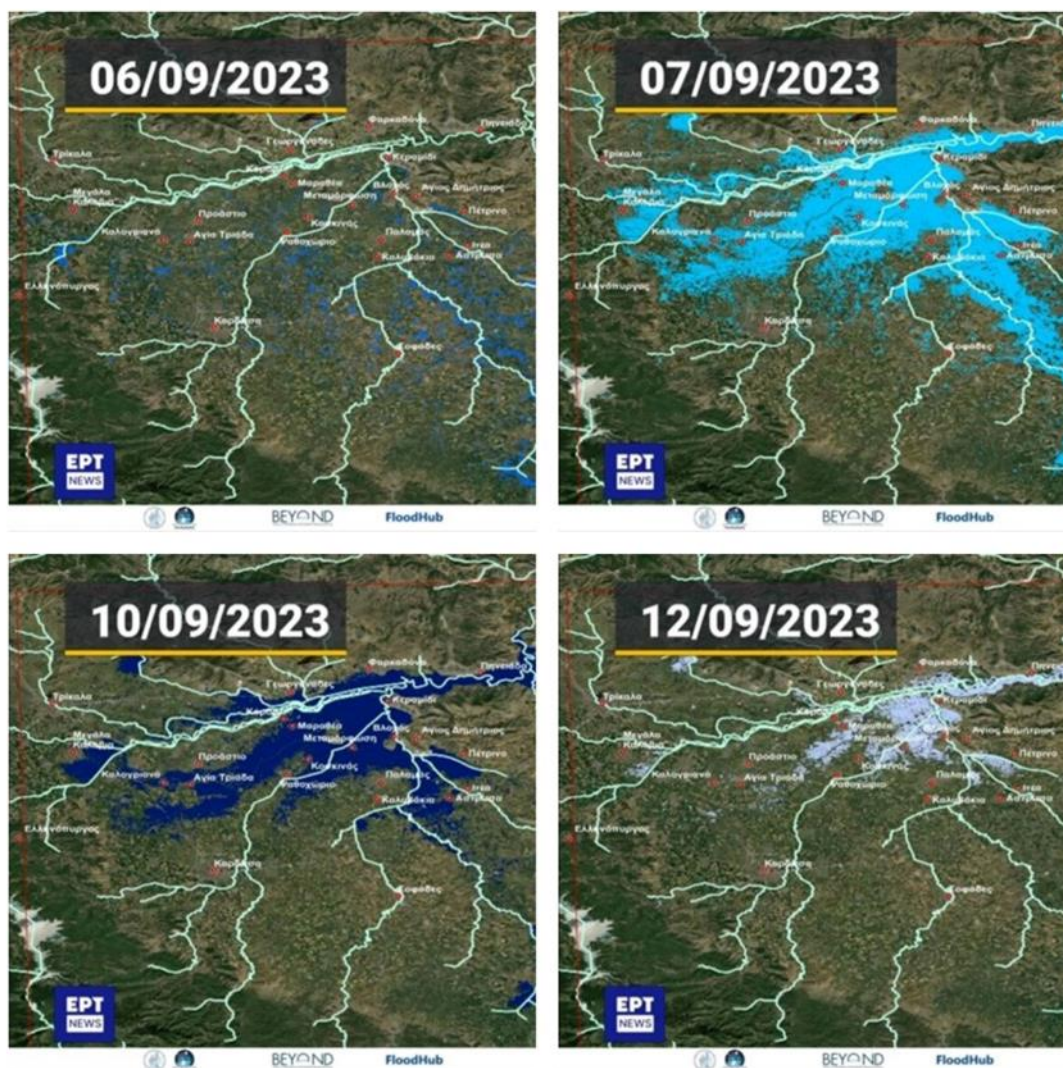
ο οικισμός Γεωργίου Καραϊσκάκη, στην ανατολική όχθη. Έτσι γίνεται αντιληπτό πως τα έργα που έγιναν μετά τον Ιανό στις όχθες του Πάμισου δεν στάθηκαν αρκετά για να αποτρέψουν την καταστροφή (URL14).

Συνολικά, περισσότερα από 700.000 στρέμματα πλημμύρισαν (περίπου 0,0053% της συνολικής επιφάνειας της Ελλάδος) ενώ σε μήκος μεγαλύτερο από 70km έχουν εντοπιστεί βλάβες από καθιζήσεις οδοστρωμάτων, αποδόμηση της υπόβασης, κατολισθήσεις και καταστροφή πρανών και επιχωμάτων. Στα 191 ανέρχεται ο αριθμός των έργων υποδομής που καταστράφηκαν ολικά ή σχεδόν ολικά με τη πλειονότητα τους να είναι οδικά. Όσον αφορά τα τεχνικά έργα, ο αριθμός των κατεστραμμένων φτάνει τα 130 και οι γέφυρες που υπέστησαν φθορές αγγίζουν τις 80 (URL15).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η κακοκαιρία Daniel λόγω της σφοδρότητάς της καθώς και των ολέθριων αποτελεσμάτων της, χαρακτηρίστηκε ως ακραίο φυσικό φαινόμενο χιλιετίας (Λέκκας, 2023)(URL16). Φαινόμενα σαν αυτά μάλιστα, αποτελούν τα μείζονα φαινόμενα που διαμόρφωσαν τα τελευταία 2 εκατομμύρια χρόνια τη Θεσσαλική πεδιάδα (Lekkas, 2023).



Σχήμα 26. Δορυφορική εικόνα από τους δορυφόρους του Copernicus Sentinel-2 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Απεικονίζονται οι πλημμυρισμένες εκτάσεις στη Θεσσαλία στις 10/09/23 από την υπερχείλιση του Πηνειού και των παραποτάμων του (Copernicus-European Union, 2023)(URL17).

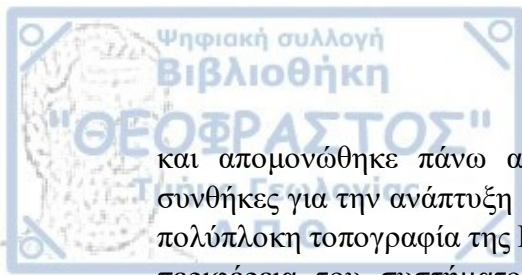


Σχήμα 27. Δορυφορική χαρτογράφηση της συνολικής πορείας, της κορύφωσης αλλά και της αποδρομής των πλημμυρικών φαινομένων κατά το πέρασμα της κακοκαιρίας Daniel. Στις 6/9 ο αριθμός των στρεμμάτων που είχαν πλημμυρίσει ανερχόταν στα 118.700, στις 7/9 έφτασε το μέγιστο στα 430.260, στις 10/9 υποχώρησε στα 321.658 ενώ στις 12/9 στα 80.194. Φωτογραφίες τραβηγμένες από τον Ευρωπαϊκό δορυφόρο Sentinel-2Α για την υπηρεσία FloodHub του Κέντρου Παρατήρησης της Γης και Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης BEYOND του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (URL18).

2.5.3. Κακοκαιρία Elias

Στο διάστημα 25-28 Σεπτεμβρίου 2023, ένα νέο επεισόδιο ισχυρής κακοκαιρίας έπληξε την Ελλάδα, με συνέπεια καταστροφές υποδομών και σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, κατά κύριο λόγο στην Κεντρική Ελλάδα. Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών/meteo.gr εξέδωσαν προειδοποίηση υψηλού κινδύνου πριν την έλευση της κακοκαιρίας, κυρίως για ξαφνικές πλημμύρες και χαλαζοπτώσεις. Η EUMETNET έδωσε στην κακοκαιρία το όνομα «Elias».

Η δημιουργία ενός ισχυρού αντικυκλωνικού συστήματος πάνω από τη Δυτική Ευρώπη στις 24 Σεπτεμβρίου ενόησε μεταφορά ψυχρών αερίων μαζών από την περιοχή των Άλπεων και τα Βαλκάνια προς την Ιταλία. Αυτό το σύστημα χαμηλής πίεσης βρέθηκε



και απομονώθηκε πάνω από το Ιόνιο Πέλαγος δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη έντονων καταιγίδων στην Ελλάδα. Σε αυτό συντέλεσαν η πολύπλοκη τοπογραφία της Ελλάδας σε συνδυασμό με τις πολλαπλές διαταραχές στην περιφέρεια του συστήματος. Έτσι, οι σφοδρές καταιγίδες είχαν ως αποτέλεσμα εκτεταμένες πλημμύρες.

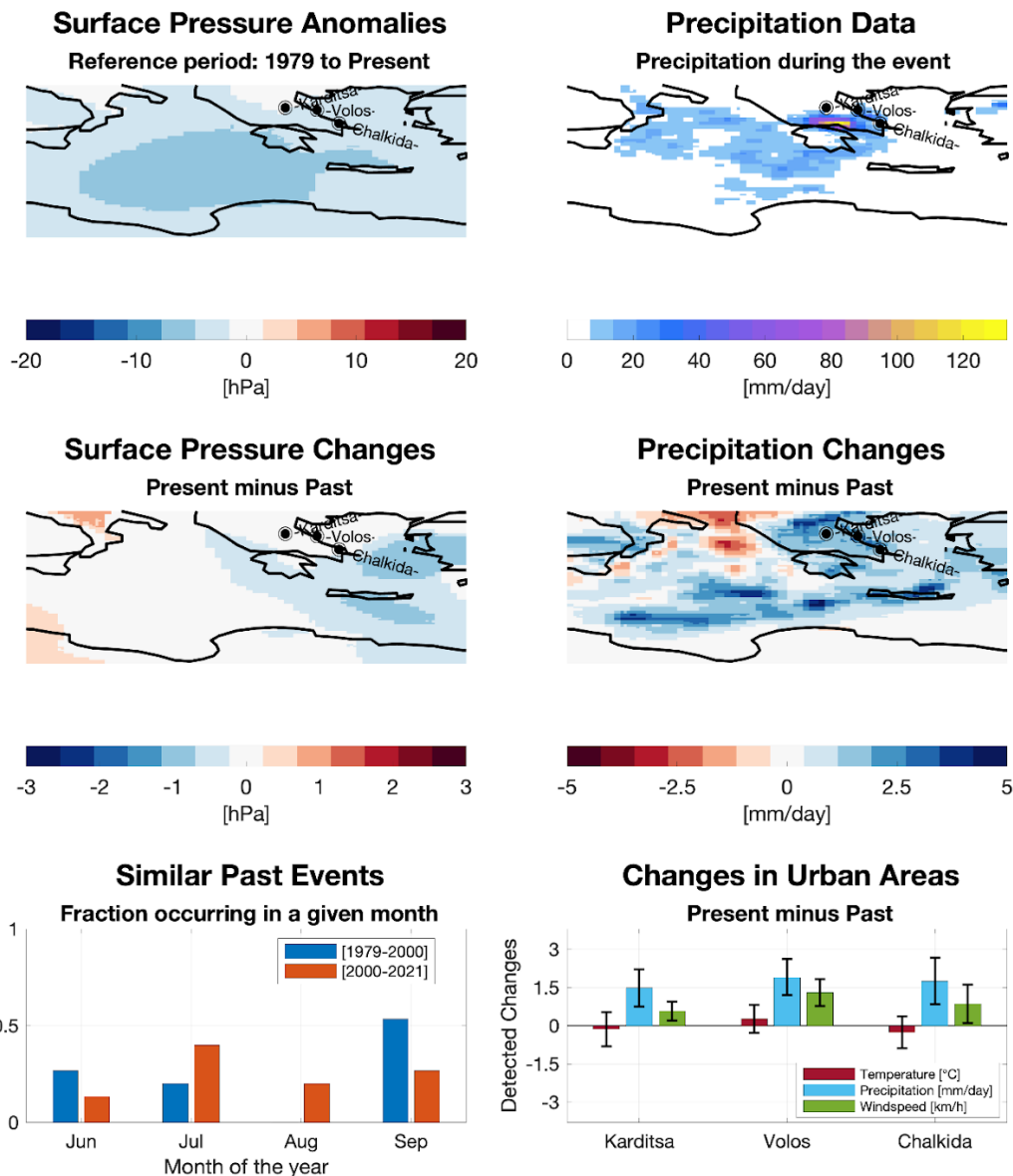
Από την Τρίτη 26 έως την Πέμπτη 28 Σεπτεμβρίου σημειώθηκαν σοβαρά πλημμυρικά επεισόδια στη Στερεά Ελλάδα και τη Θεσσαλία. Ο μετεωρολογικός σταθμός του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών/meteo.gr στην Ιστιαία της Εύβοιας κατέγραψε 486 mm αθροιστικό ύψος βροχής σε λιγότερο από 2 ημέρες. Οι καταιγίδες στο Βόλο στις 27 Σεπτεμβρίου οδήγησαν σε σοβαρές πλημμύρες με βροχοπτώσεις ύψους άνω των 315 mm σε λιγότερο από 24 ώρες. Αυτή είναι η δεύτερη φορά που ένα τέτοιο συμβάν πλημμύρας λαμβάνει χώρα στην περιοχή μετά την καταιγίδα Daniel στις 5-7 Σεπτεμβρίου, και το μηνιαίο ύψος βροχής έφτασε τα 933 mm (μέση ετήσια τιμή: 480 mm). Η καταστροφή δρόμων και οι κατολισθήσεις ήταν μόνο δύο από τα σημαντικά προβλήματα στην Εύβοια και την ευρύτερη περιοχή του Βόλου.

Θεωρείται πως τόσο η κλιματική αλλαγή, όσο και η φυσική μεταβλητότητα των καιρικών συστημάτων, λειτούργησαν ενισχυτικά και ευνόησαν την κακοκαιρία Elias. Η φυσική μεταβλητότητα του κλίματος πιθανότατα επηρέασε και την κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης πάνω από την Ανατολική Μεσόγειο, όπως και της σχετικής αύξησης του ύψους βροχόπτωσης (Ντάφης, 2023)(URL19).

ClimaMeter for Depression Elias 26-Sep-2023 to 27-Sep-2023



28-Sep-2023 ESTIMR team – LSCE-IPSL-CNRS-CEA, Université Paris Saclay, France
Analysis by Davide Faranda based on MSWX data <https://www.gloh2o.org/mswx/>
Visualization: adapted from Marion Saint-Lu. Contact: davide.faranda@cea.fr



Σχήμα 28. Ανάλυση ClimaMeter. Αναλύουμε εδώ πώς έχουν αλλάξει γεγονότα παρόμοια με τα βαρομετρικά συστήματα χαμηλής πίεσης που οδηγούν σε πλημμύρες όμοιες (όχι ακριβώς ίδιες) της κακοκαιρίας Elias στο παρόν κλίμα (περίοδος 2001–2022) σε σύγκριση με το πώς θα έμοιαζαν αν είχαν συμβεί στο παρελθόν (την περίοδο 1979–2000): Ατμοσφαιρική πίεση: Οι αλλαγές στην επιφανειακή ατμοσφαιρική πίεση δείχνουν ότι τα βαρομετρικά συστήματα είναι πλέον πιο ισχυρά σε σύγκριση με το παρελθόν.

Βροχοπτώση: Οι αλλαγές δείχνουν ότι παρόμοια γεγονότα παράγουν πλέον υψηλότερες (μεταξύ 2 και 5 mm/ημέρα) ποσότητες βροχοπτώσεων στην Ανατολική ηπειρωτική Ελλάδα. Λαμβάνοντας υπόψη τις πληγείσες αστικές περιοχές παρουσιάζουν αύξηση των βροχοπτώσεων σήμερα.

Διαπιστώνουμε επίσης ότι παρόμοια καιρικά συστήματα έχουν γίνει πιο συχνά τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ στο παρελθόν συνέβαιναν κυρίως τον Σεπτέμβριο ή αργότερα.

Τέλος, διαπιστώνουμε ότι οι πηγές φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος, ιδίως η Ταλάντωση του Βορείου Ατλαντικού (North Atlantic Oscillation) και το φαινόμενο El Niño πολύ πιθανόν να επηρέασαν εν μέρει την ένταση της κακοκαιρίας Elias. Αυτό σημαίνει ότι οι αλλαγές που βλέπουμε στην παρούσα κακοκαιρία σε σύγκριση με το παρελθόν, μπορεί να οφείλονται στη φυσική μεταβλητότητα του κλίματος (Ντάφης, 2023)(URL19).



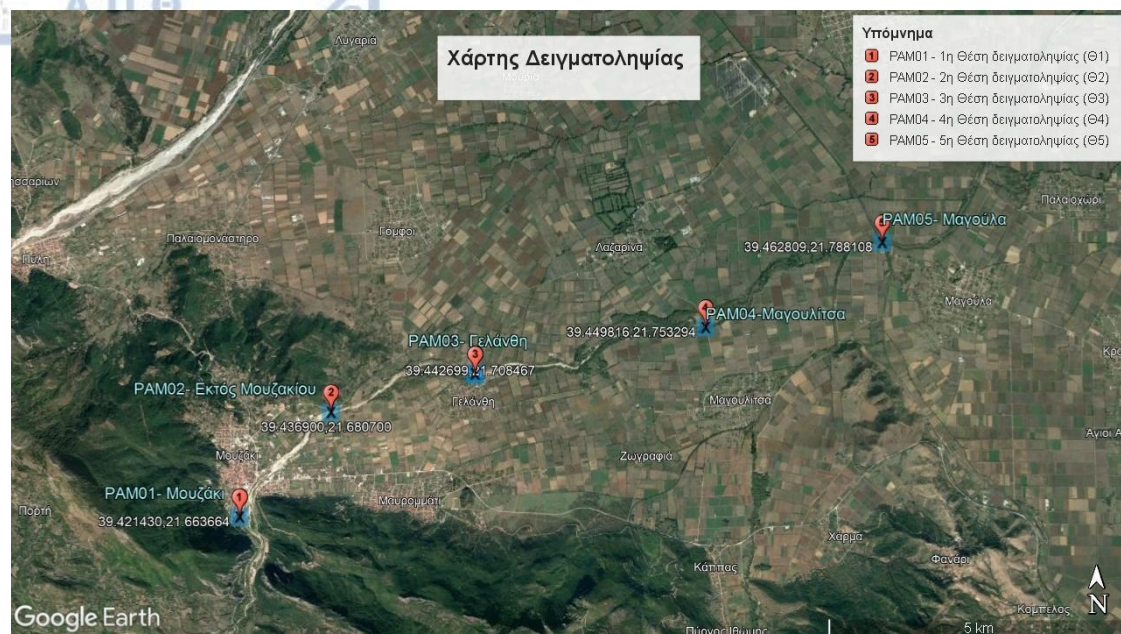
Σχήμα 29. Δορυφορική εικόνα υψηλής ανάλυσης από τους δορυφόρους του Copernicus Sentinel-2 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Απεικονίζονται οι πολύ μεγάλες ποσότητες ιζημάτων που έχουν μεταφερθεί από τον Πηνειό κατά τη διάρκεια της κακοκαιρίας και έχουν εκβάλλει στο Αιγαίο Πέλαγος (Copernicus-European Union, 2023)(URL20).

3. Μεθοδολογία

3.1. Δειγματοληψία υπαίθρου

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση συμπερασμάτων σχετικά με την κατάσταση της κοίτης του ποταμού Πάμισου, ξεκίνησε με δειγματοληψία πεδίου. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 9/12/2023 και έλαβε χώρα σε 5 θέσεις επί και κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Σκοπός της ήταν η συλλογή δειγμάτων από τα φερτά υλικά που αποτέθηκαν στην κοίτη του Πάμισου κατά τη διάρκεια της τελευταίας πλημμύρας (Daniel). Τα σημεία της δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν ήταν αντιπροσωπευτικά της κατάστασης της κοίτης και αποφεύχθηκαν σημεία που είχαν υποστεί ανθρώπινη παρέμβαση μετά την απόθεση των φερτών υλικών. Επίσης, η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με φτυάρι που αναμόχλευε το υλικό πριν συλλεχθεί ούτως ώστε το δείγμα να ήταν ενδεικτικό και της κατάστασης του πυθμένα η οποία

διέφερε από θέση σε θέση. Τέλος το κάθε δείγμα συλλέχθηκε σε ξεχωριστές διαφανείς ειδικές σακούλες, ασφαλείς για την αποθήκευση και μεταφορά τους.



Σχήμα 30. Ο χάρτης της δειγματοληψίας. Όλες οι θέσεις δειγματοληψίας βρίσκονται πάνω στην κοίτη του ποταμού Πάμισου. Η δειγματοληψία ξεκίνησε από τη θέση Θ1(δείγμα PAM01) που αντιστοιχεί στο ύψος του Μουζακίου, ελάχιστα νοτιότερα από το κτίριο που γκρεμίστηκε εξαιτίας της διάβρωσης κατά την πλημμύρα του Daniel (39°25'17.2"N/ 21°39'49.2"E). Η επόμενη ήταν η θέση Θ2(δείγμα PAM02), στην κοίτη του ποταμού λίγο έξω από το Μουζάκι δίπλα στην επαρχιακή οδό Μουζακίου-Αγναντερού (39°26'12.8"N 21°40'50.5"E). Ακολούθησε η θέση Θ3(δείγμα PAM03) που βρίσκεται κάτω από τη γέφυρα του Πάμισου στο χωριό Γελάνθη (39°26'33.7"N/ 21°42'30.5"E). Έπειτα η θέση Θ4(δείγμα PAM04) κάτω από τη γέφυρα του επαρχιακού δρόμου Μαγουλίτσας-Λαζαρίνας (39°26'59.3"N/ 21°45'11.9"E) και τέλος η θέση Θ5(δείγμα PAM05) στο ύψος της σιδηροδρομικής γραμμής που περνάει δυτικά από το χωριό Μαρούλα (39°27'46.1"N/ 21°47'17.2"E).

Πίνακας 1. Ο παρακάτω πίνακας αντιστοιχίζει για κάθε ένα δείγμα το όνομα του, την περιοχή απ' όπου συλλέχθηκε, τις ακριβείς συντεταγμένες του (σε φ,λ) και την απόσταση του από το σημείο λήψης του αμέσως προηγούμενου δείγματος

Όνομα Δείγματος	Περιοχή δειγματοληψίας	Συντεταγμένες(φ/λ)	Απόσταση από το προηγούμενο σημείο
PAM01	Μουζάκι	39°25'17.2"N/ 21°39'49.2"E	-
PAM02	Εκτός Μουζακίου	39°26'12.8"N/ 21°40'50.5"E	2,26 km
PAM03	Γελάνθη	39°26'33.7"N/ 21°42'30.5"E	2,48 km
PAM04	Μαγουλίτσα	39°26'59.3"N/ 21°45'11.9"E	3,93 km
PAM05	Μαρούλα	39°27'46.1"N/ 21°47'17.2"E	3,32 km

3.2. Εργαστηριακή μεθοδολογία

3.2.1. Προετοιμασία δειγμάτων

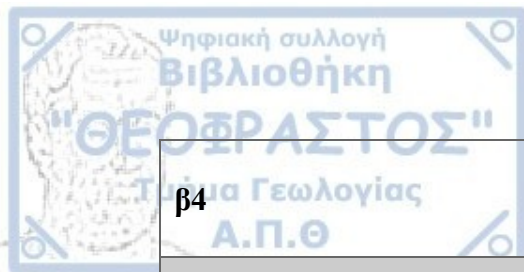
Η εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων που συλλέχθηκαν, προϋπέθετε την πλήρη αφυδάτωσή τους. Για αυτό το λόγο τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά σκεύη και σε καλά αεριζόμενο και στεγασμένο χώρο για μια εβδομάδα προτού αναλυθούν στο εργαστήριο. Επειδή η διεργασία αυτή εξαιτίας της υγρασίας και της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας δεν αποδείχθηκε επαρκής για την εξάλειψη της υγρασίας τους, τα δείγματα ξηράνθηκαν και σε φούρνο. Η θερμοκρασία του φούρνου κυμαινόταν γύρω στους 100°C ενώ ο μέσος χρόνος παραμονής των δειγμάτων στο φούρνο στα 35 λεπτά (ανάλογα την υγρασία και συνεπώς το πόσο χρόνο απαιτούσε το καθένα). Μετά το πέρας της ξήρανσης και συνεπώς της απομάκρυνσης της περίσσειας υγρασίας τους, τα δείγματα πέρασαν στο στάδιο του ζυγίσματος όπου και ζυγίστηκαν καθ' ένα ξεχωριστά. Κατόπιν αφυδάτωσης και ζυγίσματος λοιπόν τα δείγματα ήταν έτοιμα για την εργαστηριακή τους επεξεργασία.



Σχήμα 31. Δείγμα PAM05 πριν (1) και μετά (2) από την εισαγωγή και παραμονή του στο φούρνο στους 100°C για περίπου 30-40 λεπτά.

Πίνακας 2. Πίνακας που αντιστοιχίζει τους συμβολισμούς του κάθε βάρους με τον αντίστοιχο ορισμό του. Ο λόγος δημιουργίας αυτής της αντιστοίχισης είναι η αποφυγή σύγχυσης λόγω πολλαπλών αναφορών σε διαφορετικά βάρη παρακάτω στην εργασία.

Συμβολισμός	Ορισμός
B1	Το αρχικό συνολικό βάρος του κάθε δείγματος, που μετρήθηκε μετά τη διαδικασία ξήρανσης του.
β2	Το αθροιστικό βάρος των κλασμάτων του κάθε δείγματος από -4Φ και πάνω (βλ. Σχήμα 32)
β3	Το αθροιστικό βάρος των κλασμάτων του κάθε δείγματος από -3Φ και κάτω (βλ. Σχήμα 32)



β4	Το βάρος του κάθε δείγματος μετά τη διαδικασία διαχωρισμού του πριν εισαχθεί στα κόσκινα
β5	Το βάρος του κάθε δείγματος μετά το πέρας της διαδικασίας κοσκινίσματος

Πίνακας 3. Ο παρακάτω πίνακας αντιστοιχίζει το κάθε δείγμα με το αρχικό βάρος που έδειξε η ζύγισή του, μετά την αφυδάτωση και πριν την εισαγωγή στο εργαστήριο

Όνομα δείγματος	B1(g)
PAM01	9884g
PAM02	6358g
PAM03	9657g
PAM04	5007g
PAM05	2752g

Φ	PHI - mm CONVERSION $\Phi = \log_2 (d \text{ in mm})$ $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$		SIZE TERMS (after Wentworth, 1922)	SIEVE SIZES		Intermediate diameters of natural grains equivalent to sieve size	Number of grains per mg		Settling Velocity (Quartz, 20°C)		Threshold Velocity for traction cm/sec	
	mm	Fractional mm and Decimal inches		ASTM No. (U.S. Standard)	Tyler Mesh No.		Quartz spheres	Natural sand	Spheres (Gibbs, 1971) cm/sec	Crushed	(Nevin, 1946)	(modified from Hjulstrom, 1939)
-8	256	10.1"	BOULDERS ($> -8\Phi$)								200	1 m above bottom
-7	128	5.04"										
-6	64.0	2.52"	PEBBLES	2 1/2"	2"							
-5	53.9			2.12"								
-4	45.3			1 1/2"	1 1/2"							
-3	33.1	1.26"		1 1/4"								
-2	32.0			1.06"	1.05"							
-1	26.9			3/4"	.742"				100	50		
0	22.6	0.63"		5/8"					90	40		
1	17.0			1/2"	.525"				80	30		
2	13.4	0.32"		7/16"	.371"				70			
3	11.3			3/8"					60			
4	9.52	0.16"	SAND	5/16"	.265"				50	20		
5	8.00			4					40			
6	6.73	0.08"		5	5				30			
7	5.66			6	6				20			
8	4.76			7	7				10			
9	4.00	0.08"		8	8				9			
10	3.36	mm		10	10				8			
11	2.83			12	12				7			
12	2.38			14	14				6			
13	2.00	1		16	16	1.2	.72	.6	5			
14	1.63		SILT	18	18				4			
15	1.41			20	20	.86	2.0	1.5	3			
16	1.19			25	25	.59	5.6	4.5	2			
17	1.00			30	30	.42	15	13	1			
18	.840	1/2		35	35	.30	43	35	0.5			
19	.707			40	40	.215	120	91	0.2			
20	.545	1/4		45	45	.155	350	240	0.1			
21	.500			50	50	.115	1000	580	0.05			
22	.420	1/8		60	60	.080	2900	1700	0.023			
23	.354			70	70				0.01			
24	.297	1/16	CLAY	80	80				0.0057			
25	.250			100	100				0.0014			
26	.210			120	120				0.00036			
27	.177	1/32		140	140							
28	.149			160	160							
29	.125	1/64		180	180							
30	.105			200	200							
31	.088			230	230							
32	.074	1/128		250	250							
33	.062			270	270							
34	.053	1/256		325	325							
35	.044			400	400							
36	.037	1/512										
37	.031											
38	.02	1/1024										
39	.016											
40	.01											
41	.008											
42	.005											
43	.004											
44	.003											
45	.002											
46	.001											

Σχήμα 32. Πίνακας λεπτομερούς ταξινόμησης μεγέθους κόκκων (Wentworth, 1922)

3.2.2. Εισαγωγή δειγμάτων στο εργαστήριο

Τα στεγνά πλέον δείγματα αφότου συσκευάστηκαν σε σακούλες ασφαλείς για τη μεταφορά τους, εισήχθησαν στο εργαστήριο. Εκεί υπέστησαν επεξεργασία ξεχωριστά το καθένα και κατά σειρά. Η εργαστηριακή μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επεξεργασία τους διακρίθηκε σε 3 διακριτά μεταξύ τους στάδια.

3.2.2.1. Ζύγιση των μεγάλων κλασμάτων

Το πρώτο στάδιο αφορούσε τη ζύγιση των δειγμάτων, η οποία έγινε αυτή τη φορά ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους. Έτσι, ζυγίστηκαν τα βάρη των κόκκων των δειγμάτων που ήταν μεγαλύτεροι ή ίσοι από -5Φ (βλ. σχήμα 32) καθώς τα κόσκινα του εργαστηρίου δεν μπορούσαν να κοσκινίσουν κόκκους μεγαλύτερους από -4Φ). Με τη χρήση παχύμετρου λοιπόν, μετρήθηκαν οι διαστάσεις των κόκκων και χωρίστηκαν τα κλάσματα που ανήκαν σε κατηγορίες -5Φ, -6Φ και -7Φ αντίστοιχα ενώ διαχωρίστηκαν



με κοσκίνισμα στο χέρι τα κλάσματα που ανήκαν σε κατηγορία -4Φ. Το υπόλοιπο δείγμα που παρέμενε αποτελούνταν από κόκκους μικρότερους ή ίσους από -3Φ και περνούσε στο επόμενο στάδιο.

Πίνακας 4. Ο παραπάνω πίνακας αντιστοιχίζει το κάθε δείγμα με το βάρος των κλασμάτων του που είναι μεγαλύτερα ή ίσα από -4Φ και με το βάρος των κλασμάτων του που είναι μικρότερα ή ίσα από -3Φ.

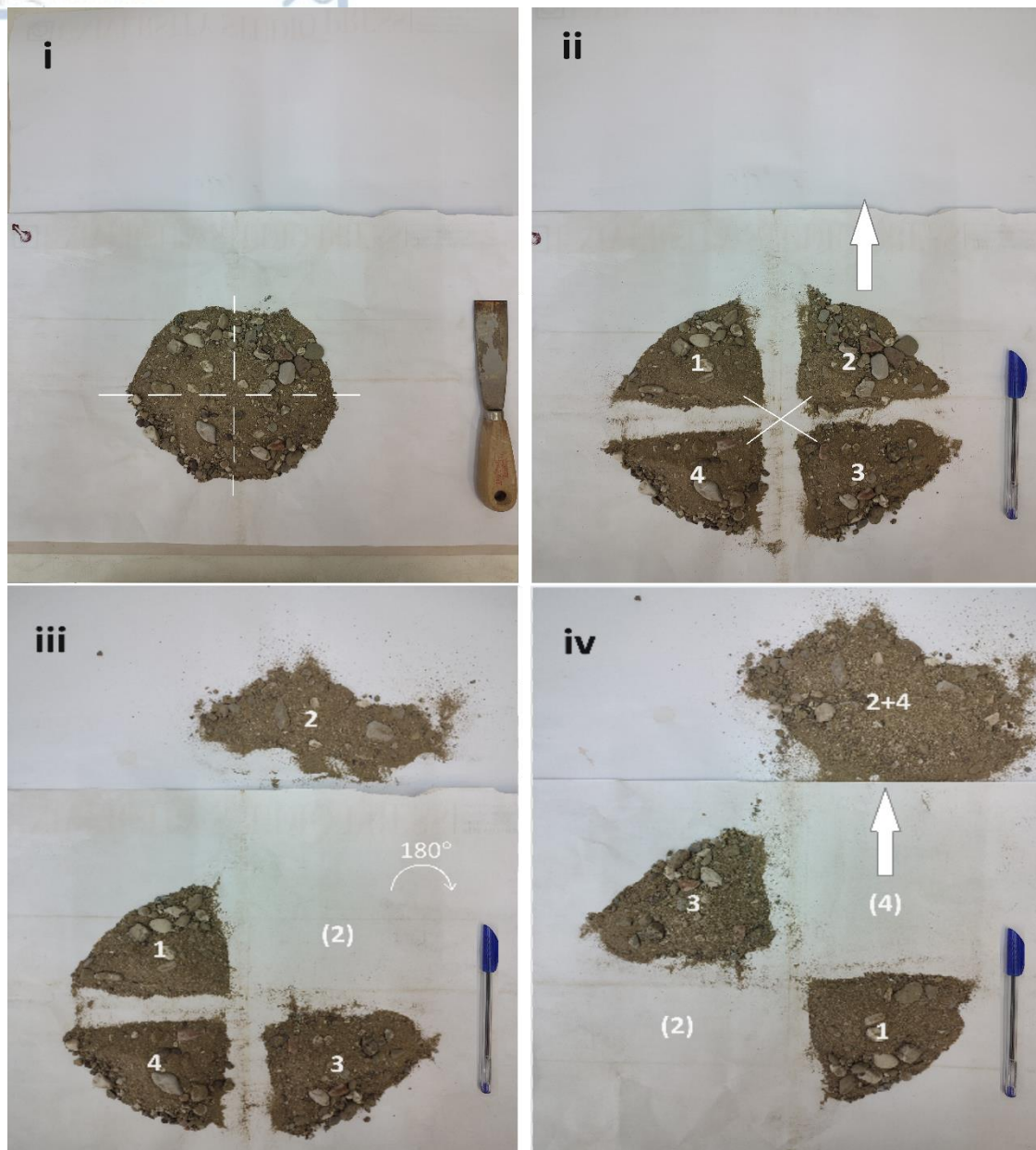
Όνομα Δείγματος	β2(g)	β3(g)
PAM01	6320g	3564g
PAM02	4403g	1955g
PAM03	2411g	7246g
PAM04	3268g	1739g
PAM05	0g	2752g

3.2.2.2. Διαχωρισμός των δειγμάτων

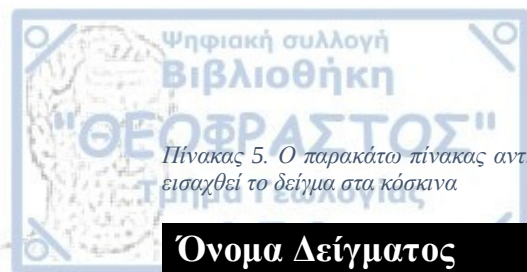
Το επόμενο στάδιο της εργαστηριακής μεθοδολογίας της επεξεργασίας των δειγμάτων ήταν ο διαχωρισμός και η λήψη ενός τυχαίου αλλά παράλληλα ενδεικτικού και σωστού ποσοτικά δείγματος για την εισαγωγή στα κόσκινα. Αυτό το στάδιο ήταν αναγκαίο για τη σωστή διεκπεραίωση του κοσκινίσματος καθώς σε περίπτωση εισαγωγής μεγάλης μάζας υλικού στα κόσκινα, το αποτέλεσμα θα περιείχε σφάλμα αφού δεν θα μπορούσε να κοσκινιστεί σωστά το λεπτόκοκκο υλικό. Η εξασφάλιση λήψης δείγματος αντιπροσωπευτικού ως προς το αρχικό έγινε είτε με τη χρήση του διαχωριστή Retsch PT100 όταν το επέτρεπαν τα μεγέθη των κόκκων του δείγματος (βλ. Σχήμα 33) είτε με τη μέθοδο του σταυρού εάν το δείγμα περιείχε πολύ μεγάλο ποσοστό αδρόκοκκων υλικών (βλ. Σχήμα 34).



Σχήμα 33. Διαχωριστής Retsch PT100. Το κόκκινο βέλος υποδεικνύει το σημείο απ' όπου εισέρχεται το εκάστοτε δείγμα στο χωνί. Παράλληλα ο διαχωριστής ο οποίος ενώνεται με 8 γυάλινα δοχεία ξεκινάει να περιστρέφεται. Έπειτα το δείγμα, περνώντας από ένα μεταλλικό στενό διάδρομο (άσπρο βέλος) που πάλλεται με σκοπό το ανακάτεμα των κόκκων αλλά και την απόσπαση κολλημένων μεταξύ τους κομματιών, καταλήγει στον περιστρεφόμενο διαχωριστή. Η ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται ο διαχωριστής, συνεπάγεται την τυχαιότητα του δείγματος που καταλήγει σε κάθε ένα από τα γυάλινα δοχεία, αφού είναι αρκετά μεγάλη για να καταφέρει κανείς να προβλέψει τη θέση που θα βρεθεί ο κάθε κόκκος. Έτσι εξασφαλίζεται πως στο τέλος της διαδικασίας, κάθε ένα από τα γυάλινα δοχεία θα περιέχει δείγμα αντιπροσωπευτικό του αρχικού όσον αφορά την κοκκομετρία, αλλά και το κυριότερο, ικανό ποσοτικά να μπει στα κόσκινα χωρίς να προκαλέσει πρόβλημα στο κοσκίνισμα. Σημειώνεται πως: α) εάν μετά τον διαχωρισμό, το δείγμα στα δοχεία εξακολουθεί να είναι ποσοτικά μεγάλο, ο διαχωρισμός με αυτή τη μέθοδο μπορεί να επαναληφθεί και β) εάν το δείγμα αποτελείται από κόκκους ικανούς να προκαλέσουν φθορές στο γυάλινα τοιχώματα των δοχείων τότε αποφεύγεται η χρήση του διαχωριστή και προτιμάται η μέθοδος του σταυρού.



Σχήμα 34. Μέθοδος του σταυρού. Κατά τη μέθοδο αυτή το δείγμα χωρίζεται αρχικά σε 4 τεταρτημόρια ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους και έπειτα ενώνοντας τα τεταρτημόρια χιαστί, το αρχικό δείγμα καταλήγει χωρισμένο σε 2 σχετικά ισόποσα τμήματα και με παρόμοια κοκκομετρία. i) Το αρχικό δείγμα. ii) Το αρχικό δείγμα χωρισμένο σε 4 τεταρτημόρια ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων. iii) Ξεχωρίζεται το υλικό του 2^{ου} τεταρτημρίου και μεταφέρεται σε άλλο χαρτί. iv) Αφού περιστραφεί το χαρτί 180° για πιο εύκολη χρήση, απομακρύνεται και το υλικό του 4^{ου} τεταρτημρίου και μεταφέρεται στο ίδιο χαρτί που βρίσκεται το υλικό του 2^{ου}. Έτσι στο τέλος, υπάρχουν αναμιγμένα τα υλικά του 2^{ου} με του 4^{ου} τεταρτημρίου, δηλαδή η μισή περίπου ποσότητα του αρχικού δείγματος αλλά με την αντίστοιχη κοκκομετρία.



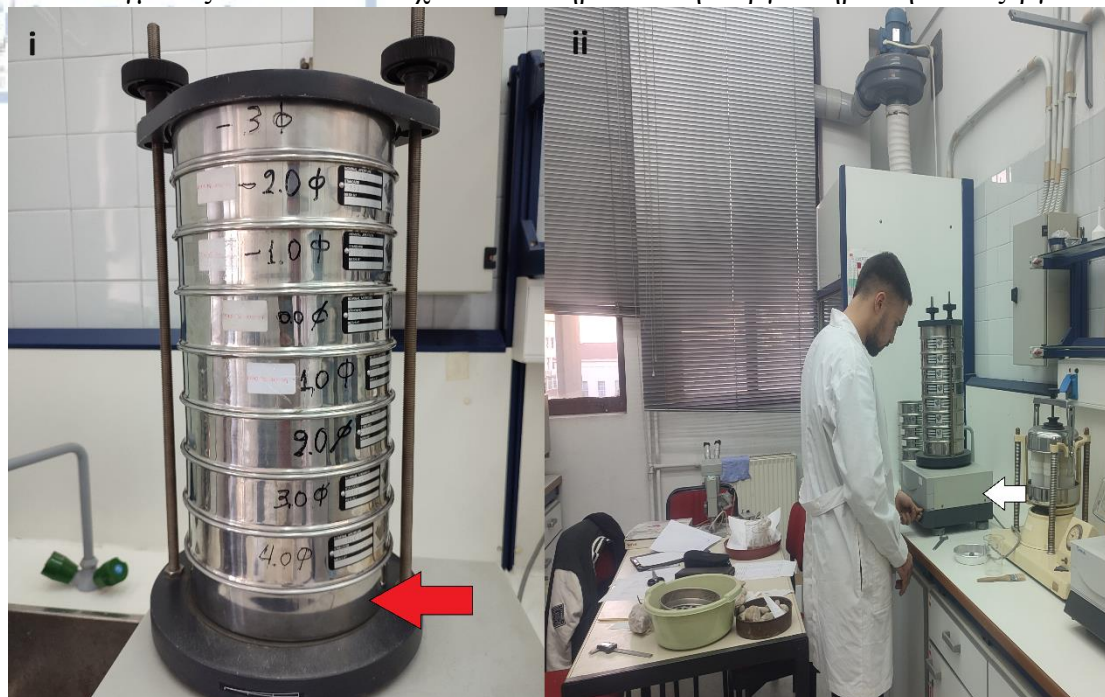
Πίνακας 5. Ο παρακάτω πίνακας αντιστοιχίζει το κάθε δείγμα με τη μέθοδο διαχωρισμού που ακολουθήθηκε πριν εισαχθεί το δείγμα στα κόσκινα

Όνομα Δείγματος	Μέθοδος διαχωρισμού δείγματος
PAM01	Μέθοδος του σταυρού
PAM02	Μέθοδος του σταυρού
PAM03	Μέθοδος του σταυρού
PAM04	Μέθοδος του σταυρού
PAM05	Διαχωριστής Retsch PT100

3.2.2.3. Κοσκίνισμα δειγμάτων

Το τελευταίο στάδιο της εργαστηριακής μεθοδολογίας της επεξεργασίας των δειγμάτων, είναι το κοσκίνισμα των πλέον διαχωρισμένων δειγμάτων. Απαραίτητη ωστόσο προεργασία πριν το κοσκίνισμα των δειγμάτων, είναι η ζύγιση τους σε ζυγαριά ακριβείας. Γνωρίζοντας το ακριβές βάρος τους πριν ξεκινήσει η διαδικασία του κοσκινίσματος(β4), μπορεί να ελεγχθεί το σφάλμα συγκρίνοντάς το με το βάρος στο τέλος της διαδικασίας αυτής(β5). Εάν το σφάλμα, δηλαδή η απώλεια υλικού μετά το πέρας του κοσκινίσματος είναι μεγαλύτερο από 2%, τότε η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Κατόπιν ζυγίσματος λοιπόν, το δείγμα τοποθετείται στα κόσκινα τα οποία είναι ενωμένα το ένα επάνω στο άλλο δημιουργώντας μια στήλη, που ξεκινάει από -3Φ (επάνω) και φτάνει μέχρι τα 4Φ (κάτω) με βήμα 1Φ ανά κόσκινο. Έπειτα τα κόσκινα τοποθετούνται στο μηχάνημα δόνησης όπου βιδώνονται και σε λειτουργία 50 κραδασμών/δευτερόλεπτο για 15 λεπτά, πραγματοποιείται η διαδικασία του κοσκινίσματος. Όταν τελειώσει η διαδικασία του κοσκινίσματος, αφαιρούνται ένα-ένα τα κόσκινα και τόσο το περιεχόμενο τους όσο και το υλικό του τελικού δίσκου(ιλύς και άργιλος) που αποτελεί το κατώτερο τμήμα της στήλης, ζυγίζονται σε ζυγαριά ακριβείας. Όταν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία του ζυγίσματος των επιμέρους κλασμάτων, ελέγχεται το σφάλμα της ανάλυσης ώστε η απώλεια υλικού να μην υπερβαίνει το 2% του αρχικού βάρους του δείγματος. Στη συνέχεια γίνεται αναγωγή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των υλικών από -3Φ και κάτω(β3) στο αρχικό βάρος

του δείγματος και έτσι έχει ολοκληρωθεί η εργαστηριακή επεξεργασία.



Σχήμα 35. i) Η στήλη των κοσκίνων. Με κόκκινο βέλος υποδεικνύεται ο τελικός δίσκος όπου και καταλήγουν τα πιο λεπτόκοκκα κλάσματα. ii) Κατά τη ρύθμιση του μηχανήματος δόνησης (άσπρο βέλος) για εκκίνηση της λειτουργίας δόνησης που βοηθάει τα δείγματα να κοσκινιστούν σωστά.

3.3. Υπολογισμός παραμέτρων κοκκομετρικής ανάλυσης

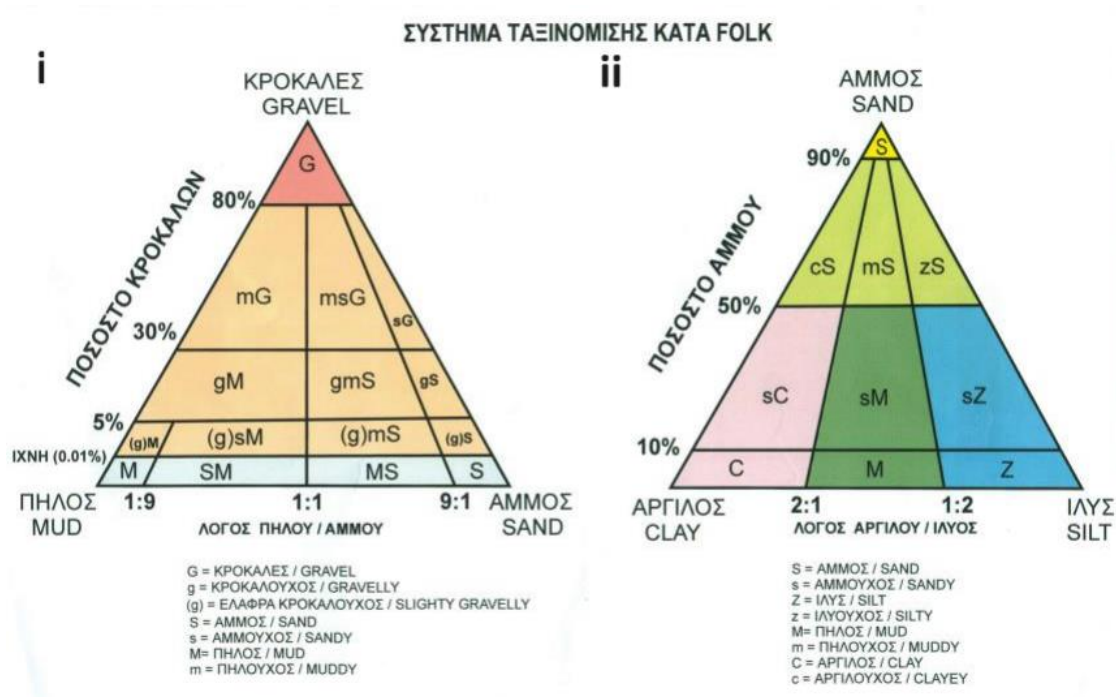
Το επόμενο βήμα μετά το πέρας των κοκκομετρικών αναλύσεων στο εργαστήριο, ήταν ο υπολογισμός των παραμέτρων της κοκκομετρικής ανάλυσης. Για τον υπολογισμό των παραμέτρων αυτών, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα GRADISTAT(v8), το οποίο έχει δημιουργηθεί για την άμεση ανάλυση κοκκομετρικών δεδομένων που έχουν εξαχθεί από μεθόδους όπως το κοσκίνισμα (John Wiley, 2001). Υπολογίζει επίσης διάφορες παραμέτρους όπως τον αριθμητικό μέσο όρο, την επικρατούσα τιμή, την ταξινόμηση, τη γραφική λοξότητα και την γραφική κύρτωση χρησιμοποιώντας αριθμητικές, γεωμετρικές αλλά και λογαριθμικές μεθόδους κατά FOLK και WARD (1957) (βλ. Σχήμα 36). Τέλος με τη χρήση τριγωνικών διαγραμμάτων, καθορίζεται το ποσοστό κροκάλων-άμμου-πηλού κάθε δείγματος και χαρακτηρίζεται το δείγμα ως

προς την κοκκομετρία του (βλ. Σχήμα 37).

(d) Logarithmic (Original) Folk and Ward (1957) Graphical Measures

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis		
$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$	$\sigma_i = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$	$Sk_j = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$	$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$		
Sorting (σ_j)	Skewness (Sk_j)		Kurtosis (K_G)		
Very well sorted	< 0.35	Very fine skewed	+0.3 to +1.0	Very platykurtic	< 0.67
Well sorted	0.35 – 0.50	Fine skewed	+0.1 to +0.3	Platykurtic	0.67 – 0.90
Moderately well sorted	0.50 – 0.70	Symmetrical	+0.1 to -0.1	Mesokurtic	0.90 – 1.11
Moderately sorted	0.70 – 1.00	Coarse skewed	-0.1 to -0.3	Leptokurtic	1.11 – 1.50
Poorly sorted	1.00 – 2.00	Very coarse skewed	-0.3 to -1.0	Very leptokurtic	1.50 – 3.00
Very poorly sorted	2.00 – 4.00			Extremely	> 3.00
Extremely poorly sorted	> 4.00			leptokurtic	

Σχήμα 36. Λογαριθμική μέθοδος κατά FOLK και WARD (1957) για παραμέτρους μεγεθών (από Gradistat)



Σχήμα 37. Τριγωνικά διαγράμματα ταξινόμησης κατά FOLK (1954). i) Για χονδρόκοκκα ιζήματα. ii) Για λεπτόκοκκα ιζήματα.

4. Αποτελέσματα

4.1. Παρατηρήσεις υπαίθρου

Η κοίτη ενός ποταμού διαμορφώνεται από τις δυνάμεις του τρεχούμενου νερού κατάλληλα, ώστε να μεταφέρει με τον καλύτερο και ενεργειακά ευκολότερο τρόπο προς τα κατάντη, τόσο τη μάζα του νερού όσο και τις φερτές ύλες από την ποτάμια διάβρωση (Βουβαλίδης Κ, 2011). Ως εκ τούτου, η κοίτη ενός ποταμού, αποτελεί ένα δυναμικό σύστημα που εξαρτάται από επιφανειακούς παράγοντες αλλά κυρίως, από τη δράση του ίδιου του ποταμού. Ο ποταμός λοιπόν σε μια πλημμύρα, προσαρμόζει τη δράση του. Εξαιτίας του ότι η ταχύτητα του νερού είναι δυσανάλογη με την υδραυλική του δράση, διαβρώνει πολύ πιο έντονα από το συνηθισμένο αλλά παρουσιάζει και αντίστοιχες αλλαγές στην αποθετική του συμπεριφορά. Λόγω της πρόσφατης πλημμύρας κατά μήκος της κοίτης του Πάμισου, έγιναν διάφορες παρατηρήσεις σχετικά με την εκτεταμένη διάβρωση και την απόθεση που έλαβαν χώρα εντός της και όχι μόνο. Παρακάτω αναλύονται οι παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε μία από τις 5 θέσεις δειγματοληψίας:

- 1) Η δειγματοληψία ξεκίνησε από τη θέση Θ1, που βρισκόταν στο ύψος του Μουζακίου. Από τη θέση Θ1, το πρώτο πράγμα που παρατηρεί κανείς είναι το κτίριο το οποίο έχει καταρρεύσει μέσα στην κοίτη του Πάμισου, λόγω της πολύ έντονης διάβρωσης των πλευρικών τοιχωμάτων της. Επίσης, έχουν καταστραφεί ολοσχερώς οι κατασκευές με το συρματοκιβώτιο (σαρζανέτια) με τις οποίες είχαν ενισχυθεί τα πλευρικά τοιχώματα και το κεντρικό τμήμα της κοίτης, μετά την πλημμύρα του Ιανού.

Όσον αφορά τα ιζήματα που αποτέθηκαν σε αυτό το σημείο, ποικίλουν πολύ σε μέγεθος. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 38, υπερτερούν οι μεγάλες κροκάλες αλλά δεν λείπουν και μικρότερα κλάσματα που φτάνουν μέχρι και την άργιλο. Αξίζει να σημειωθεί πως στην κοίτη του ποταμού έχουν επέμβει οχήματα με σκοπό την αποκατάσταση της καταστροφής, οπότε το σημείο δειγματοληψίας

και συνεπώς το σημείο πάνω στο οποίο βασίστηκαν οι παρατηρήσεις, επιλεχθηκε με προσοχή.



Σχήμα 38. Ακριβές σημείο δειγματοληψίας του δείγματος PAM01, εντός της κοίτης του Πάμισου. Διακρίνονται τα διάφορα μεγέθη του υλικού που έχει αποτεθεί. Στο βάθος διακρίνεται το κτίριο που έχει καταρρεύσει

- 2) Η δειγματοληψία συνεχίστηκε με τη θέση Θ2, λίγο έξω από το Μουζάκι. Εκεί παρατηρήθηκε ότι είχαν καταρρεύσει λόγω της έντονης διάβρωσης τόσο τα πλευρικά αναχώματα της κοίτης του ποταμού, όσο και η βλάστηση που είχε αναπτυχθεί σε αυτά πριν το πέρασμα της πλημμύρας. Σε ορισμένα σημεία, τα

τμήματα τους παρέμεναν ακόμη μέσα στην κοίτη.



Σχήμα 39. Φωτογραφίες των πλευρικών τοιχωμάτων της κοίτης. Παρατηρείται τόσο η απουσία συνοχής στη βλάστηση, όσο και τα κατεστραμμένα πλευρικά τοιχώματα, όλα αποτέλεσμα του σφοδρού περάσματος της πλημμύρας.

Παρατηρήθηκε επίσης όπως και στην προηγούμενη θέση, ένα πολύμεικτο υλικό με πολύ κακή ταξινόμηση, που αποτελείται από πολύ μεγάλες κροκάλες έως και λεπτόκοκκα υλικά. Τέλος, τα ίχνη διαφόρων πλημμυρικών εξάρσεων αποτυπώνονταν μέσα στην κοίτη με τη μορφή νησίδων που είχαν παραμείνει, καθώς επίσης και ενδείξεις από πιο πρόσφατα περάσματα του νερού με τη

μορφή ρυτιδώσεων σε λεπτόκοκκο υλικό (ripplemarks).



Σχήμα 40. Φωτογραφίες από την κατάσταση εντός της κοίτης του Πάμισου στη δεύτερη θέση δειγματοληψίας(Θ2). Γίνονται αντιληπτά τόσο η ποικιλία το μέγεθος των υλικών που έχουν αποτεθεί, όσο και ρυτιδώσεις(ripplemarks) από τις πρόσφατες ροές του νερού(ενδεικτικά σημειώνονται κάποια από αυτά με κόκκινα βέλη).

- 3) Η επόμενη θέση της δειγματοληψίας ήταν η θέση Θ3, στο ύψος της Γελάνθης. Εκεί, οι σημαντικότερες παρατηρήσεις αφορούσαν την απόθεση του υλικού, καθώς για πρώτη φορά απουσίαζαν οι μεγάλες κροκάλες που χαρακτήριζαν τις προηγούμενες θέσεις. Το υλικό δηλαδή σε γενικές γραμμές ήταν πιο λεπτόκοκκο αφού αποτελείτο από χαλίκια και άμμο. Επίσης παρατηρήθηκαν και σε αυτή τη θέση ρυτιδώσεις από τα πιο πρόσφατα περάσματα του νερού.



Σχήμα 41.i) Ακριβές σημείο δειγματοληψίας του δείγματος PAM03, εντός της κοίτης του Πάμισου. Διακρίνεται η διαφορά στα μεγέθη των υλικών συγκριτικά με τις 2 προηγούμενες θέσεις. ii)Ρυτιδώσεις από τις πρόσφατες ροές του νερού.

Όσον αφορά τη διάβρωση, στα πλευρικά αναχώματα της κοίτης παρατηρήθηκαν καταστροφές στο ριζικό σύστημα των δέντρων και την παρόχθια βλάστηση, καθώς και στις κατασκευές με συρματοκιβώτια που είχαν τοποθετηθεί μετά την πλημμύρα του Ιανού.



Σχήμα 42. Φωτογραφίες από τα πλευρικά τοιχώματα της κοίτης του Πάμισου όπου παρατηρούνται οι ζημιές τόσο στο ριζικό σύστημα όσο και στο συρματοκιβώτιο.

- 4) Η θέση Θ4, που βρισκόταν στο ύψος της Μαγουλίτσας, κάτω από τη γέφυρα της επαρχιακής οδού Μαγουλίτσας-Λαζαρίνας ήταν η προτελευταία θέση δειγματοληψίας. Εδώ, παρατηρήθηκαν οι βλάβες που έχουν προκληθεί στη γέφυρα. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 43, έχουν αποσπαστεί ολόκληρα τμήματα των κιγκλιδωμάτων της, ενώ όσα δεν αποσπάστηκαν, υπέστησαν σοβαρές ζημιές. Η διάβρωση των πλευρικών αναχωμάτων επίσης, παρατηρείται μέχρι και σε αυτή θέση. Επίσης, λόγω της γέφυρας που κατά τη διάρκεια της πλημμύρας ανέκοπτε τη ροή του νερού, στη θέση αυτή έχουν συσσωρευτεί σε μεγάλες ποσότητες ογκώδη υλικά που αυτό μετέφερε όπως ξεριζωμένοι κορμοί δέντρων, σπασμένα κλαδιά, χόρτα και άλλα υλικά

(συρματοκιβώτια,

ελαστικά

οχημάτων

κ.α.).



Σχήμα 43. Φωτογραφίες από τη Θ4. i) Φωτογραφία πάνω στη γέφυρα. Παρατηρούνται τα κατεστραμμένα κιγκλιδώματα. ii) Φωτογραφία κάτω από τη γέφυρα. Παρατηρείται η μεγάλη μάζα από κορμούς δέντρων, ρίζες δέντρων και ό,τι άλλο βρέθηκε στην πορεία του νερού και αποτέθηκαν εδώ.

Σχετικά με τα υλικά που είχαν αποθεθεί, όπως αναμενόταν, η ταξινόμηση τους ήταν καλύτερη απ' όλες τις προηγούμενες θέσεις. Οι μεγάλες κροκάλες απουσίαζαν ενώ κατά κύριο λόγο κυριαρχούσαν τα κλάσματα μεγέθους χαλικιών. Παρατηρήθηκε επίσης η μεγάλη ποσότητα αποτιθέμενου αμμώδους υλικού εκτός της κοίτης και πιο συγκεκριμένα στα χωράφια νότια της που παραπέμπει σε αποθέσεις διάρρηξης εκτόνωσης (crevasse-splay). Τέλος, φαίνεται πως υπήρχε απότομη διαφοροποίηση των υλικών σε κάποια τμήματα, γεγονός που προδίδει απότομη ενδεχομένως αλλαγή στο ποτάμιο σύστημα

παροχής

του

υλικού.



Σχήμα 44. Φωτογραφίες από τη Θ4.ι)Ακριβές σημείο δειγματοληψίας του PAM04 εντός της κοίτης του Πάμισου.
ii)Ένα από τα σημεία που παρατηρείται η απότομη διαφοροποίηση του υλικού. Με άσπρο βέλος υποδεικνύεται το πιο λεπτόκοκκο ενώ με κόκκινο βέλος το πιο χονδρόκοκκο, σε άμεση επαφή με το προηγούμενο.



Σχήμα 45. Σημείο πλευρικού αναχώματος στο όριο της κοίτης του ποταμού από το οποίο φαίνεται να πέρασε το νερό κατευθυνόμενο προς τα χωράφια στα νότια της.



Σχήμα 46. Φωτογραφίες από τα χωράφια που βρίσκονται νότια της γέφυρας. Παρατηρείται η εκτεταμένη απόθεση ποτάμιου υλικού και εκτός της κοίτης.

- 5) Η τελευταία θέση δειγματοληψίας, η Θ5, βρισκόταν στο ύψος της Μαγούλας. Πιο συγκεκριμένα, κάτω από τη γέφυρα της σιδηροδρομικής γραμμής που ένωνε τη Μαγούλα με το Δροσερό. Οι παρατηρήσεις που έλαβαν χώρα σε αυτή τη θέση ήταν περιορισμένες. Ο λόγος είναι πως για πρώτη φορά το ίζημα που

αποτέθηκε είναι καλά ταξινομημένο και αρκετά λεπτόκοκκο ώστε να ανήκει στην κατηγορία της άμμου. Η ποσότητα αυτού του λεπτόκοκκου υλικού επίσης, ήταν τόσο μεγάλη που είχε σχεδόν καλύψει τις βάσεις της γέφυρας και έκανε το πέρασμα στην κοίτη δύσκολο.



Σχήμα 47. Φωτογραφίες από τη Θ5 εντός της κοίτης του Πάμισου. i) Ακριβές σημείο δειγματοληψίας του PAM05. ii) Οι βάσεις της γέφυρας που έχουν σχεδόν σκεπαστεί από το λεπτόκοκκο αμμιώδες υλικό που έχει αποτεθεί.

Τέλος, υπήρχαν και σε αυτή τη θέση αποτυπώματα από το σφοδρό πέρασμα του νερού στα πλευρικά αναχώματα της κοίτης. Ειδικότερα, είχαν αποκοπεί

κορμοί δέντρων ενώ άλλοι κρεμόντουσαν έτοιμοι να καταρρεύσουν.



Σχήμα 48. Φωτογραφία από την κατάσταση στα πλευρικά τοιχώματα της κοίτης όπου κορμοί δέντρων έχουν αποκοπεί λόγω του βίαιου περάσματος του νερού.

4.2. Αποτελέσματα εργαστηριακών αναλύσεων

Ο συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την επεξεργασία των εργαστηριακών δεδομένων με χρήση του Gradistat δίνεται παρακάτω (Πίνακας 6). Επίσης, δίνεται ο πίνακας που περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της ζύγισης των κοσκινισμένων δειγμάτων σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα σφάλματα και τα ποσοστά βάρους των τελικών δίσκων (Πίνακας 6). Όπως φαίνεται σε αυτόν τον πίνακα λοιπόν, κανένα από τα σφάλματα ανάλυσης δεν ξεπερνούν το όριο του 2%, επομένως η διαδικασία εξελίχθηκε χωρίς να χρειαστεί επανάληψη κοσκινίσματος. Ομοίως, κανενός δείγματος το ποσοστό βάρους δεν ξεπερνάει το αντίστοιχο όριο του 5%, συνεπώς δεν χρειάστηκε περαιτέρω επεξεργασία για τον ακριβή υπολογισμό των κλασμάτων της ιλύος και της αργίλου.

Πίνακας 6. Συγκεντρωτικός πίνακας που αντιστοιχίζει το κάθε δείγμα με το βάρος του πριν κοσκινιστεί(β4), το βάρος του αφού κοσκινιστεί(β5), το σφάλμα που προέκυψε στη διαδικασία κοσκινίσματος $[(\beta_4-\beta_5)/\beta_4]$, και το ποσοστό βάρους τελικού δίσκου σε σχέση με το αθροιστικό βάρος($\beta_3+\beta_4$)

Όνομα Δείγματος	$\beta_4(g)$	$\beta_5(g)$	Σφάλμα Ανάλυσης(%)	Ποσοστό Βάρους τελικού δίσκου(%)
PAM01	229,02g	228,28g	0,32%	0,0015%
PAM02	514,13g	512,66g	0,28%	0,0011%
PAM03	235,31g	235,19g	0,05%	0,0006%
PAM04	372,54g	372,21g	0,08%	0,007%
PAM05	82,79g	82,72g	0,08%	0,022%

4.3. Αποτελέσματα κοκκομετρικής ανάλυσης (Με τη χρήση του Gradistat)

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα (4.1), η ταξινόμηση των αποτεθειμένων υλικών στις περισσότερες θέσεις ήταν κακή, παρότι διέφερε από θέση σε θέση. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με χρήση του προγράμματος Gradistat, είναι σε συμφωνία με τις παρατηρήσεις υπαίθρου. Μέσω του Gradistat, υπολογίστηκαν οι σχετικές παράμετροι που παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 7. Στη συνέχεια δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης για κάθε δείγμα.

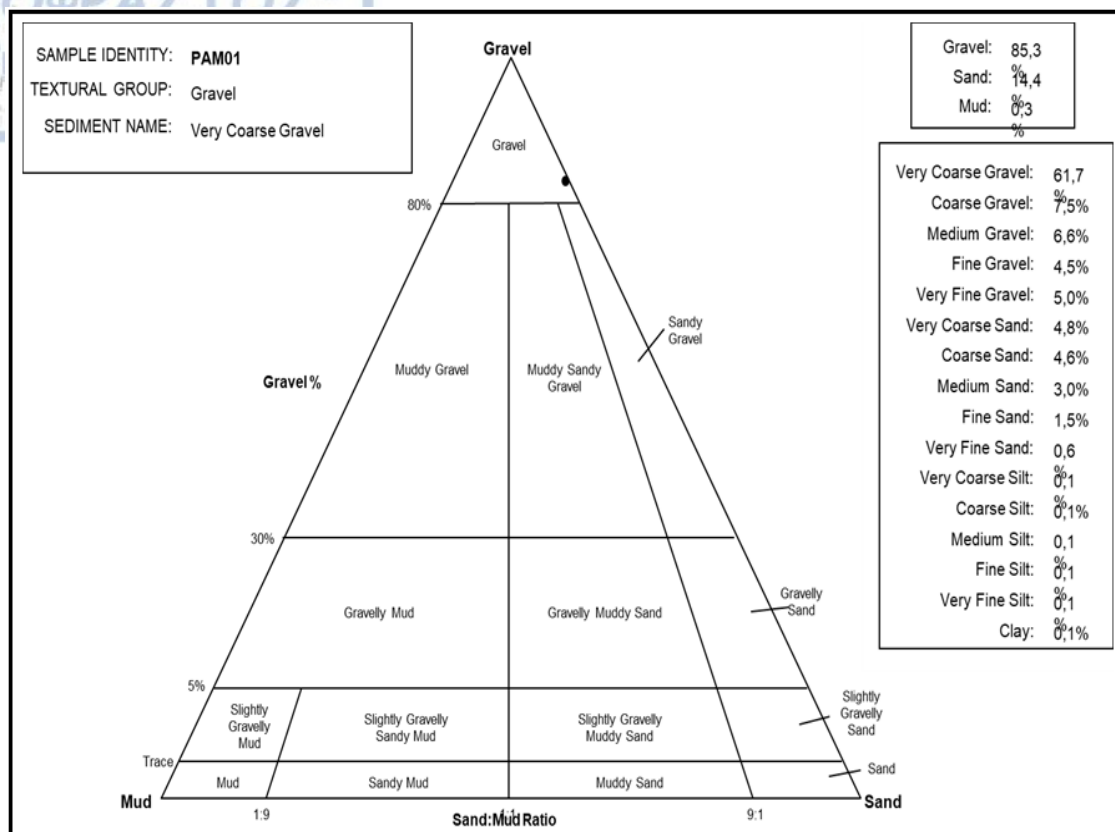
Πίνακας 7. Συγκεντρωτικός πίνακας που περιλαμβάνει για κάθε ένα δείγμα, τις παραμέτρους της ιζηματολογικής του ανάλυσης(Γραφικό μέσο όρο M, Ταξινόμηση σ, Γραφική λοξότητα Sk, Γραφική Κύρτωση Ku), το χαρακτηρισμό με βάση τις τιμές των παραμέτρων και την ονομασία ιζήματος κατά FOLK

Όνομα Δείγματος	M(φ)	σ(φ)	Sk(φ)	Ku(φ)	Χαρακτηρισμός με βάση τις παραμέτρους	Ονομασία ιζήματος (κατά FOLK)
PAM01	-3,822	1,21 5	2,974	0,315	-Μεσόκοκκες κροκάλες -Κακή ταξινόμηση -Πολύ θετική λοξότητα -Πολύ πλατύκυρτη κύρτωση	Πολύ αδρόκοκκες κροκάλες
PAM02	-2,800	2,14 4	2,132	0,38 4	-Λεπτόκοκκες Κροκάλες -Πολύ κακή ταξινόμηση	Αμμούχες πολύ αδρόκοκκες κροκάλες

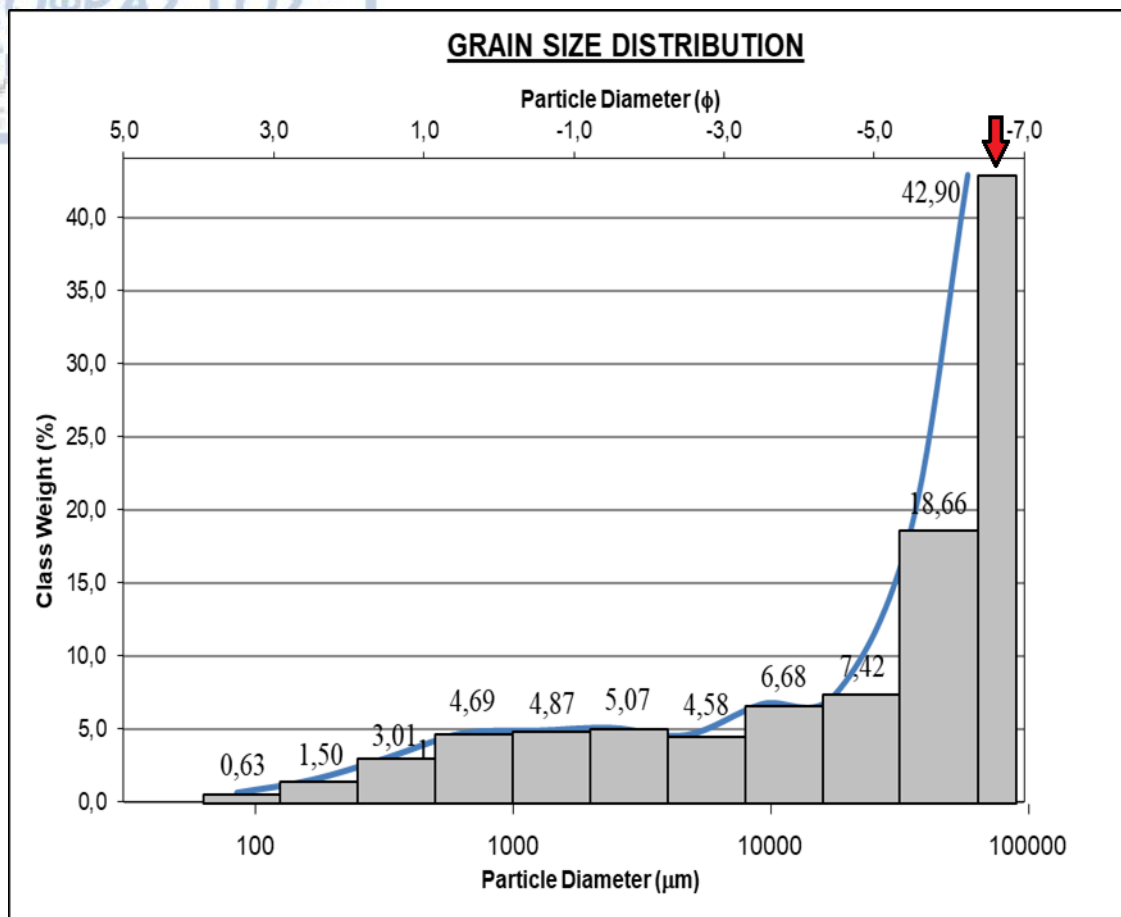
					-Πολύ θετική λοξότητα -Πολύ πλατύκυρτη κύρτωση	
PAM03	-1,925	3,07 8	0,165	0,682	-Πολύ λεπτόκοκκες κροκάλες -Πολύ κακή ταξινόμηση -Θετική Λοξότητα -Πλατύκυρτη Κύρτωση	Αμμούχες μεσόκοκκες κροκάλες
PAM04	- 4,14 5	2,56 0	0,468	1,59 8	-Αδρόκοκκες κροκάλες -Πολύ κακή ταξινόμηση -Πολύ θετική λοξότητα -Πολύ λεπτόκυρτη κύρτωση	Πολύ αδρόκοκκες κροκάλες
PAM05	2,111	0,77 9	0,082	0,934	-Λεπτόκοκκη Άμμος -Μέτρια Ταξινόμηση -Συμμετρική Λοξότητα -Μεσόκυρτη Κύρτωση	Λεπτόκοκκη άμμος

4.3.1. Αποτελέσματα για δείγμα PAM01

Για το δείγμα PAM01, οι αναλύσεις με τη λογαριθμική μέθοδο κατά FOLK & WARD έδειξαν κακή ταξινόμηση $\sigma(1,215\Phi)$, πολύ θετική λοξότητα $Sk(2,974\Phi)$, πολύ πλατύκυρτη κύρτωση $Ku(0.315\Phi)$ και τιμή γραφικού μέσου όρου μεγέθους να ανέρχεται σε $-3,822\Phi$. Επίσης σύμφωνα με το τριγωνικό διάγραμμα κροκαλών-άμμου-πηλού το δείγμα χαρακτηρίζεται ως «Πολύ Αδρόκοκκες Κροκάλες» εξαιτίας της πολύ μεγάλης συμμετοχής κόκκων μεγέθους κροκαλών (85,3%) και πιο συγκεκριμένα πολύ αδρόκοκκων κροκάλων (61,7%). Ρόλο έπαιξε επίσης η σχετικά μικρή αλλά αξια αναφοράς συμμετοχή κόκκων μεγέθους άμμου (14,4%) καθώς και η σχεδόν αμελητέα συμμετοχή κόκκων μεγέθους ιλύος (0,3%). Τέλος στο ιστόγραμμα κατανομής μεγέθους κόκκων φαίνεται πως ένα ποσοστό μεγαλύτερο από 40% του συνολικού βάρους καταλαμβάνεται από τους κόκκους -6Φ . Επειδή δεν υπάρχει κάποιο άλλο ποσοστό που να προκαλεί κάποια κορυφή στην καμπύλη του ιστογράμματος, η καμπύλη χαρακτηρίζεται ως μονοπληθυσμιακή (unimodal).



Διάγραμμα 1. Τριγωνικό διάγραμμα κροκάλων-άμμου-πηλού για το δείγμα PAM01.

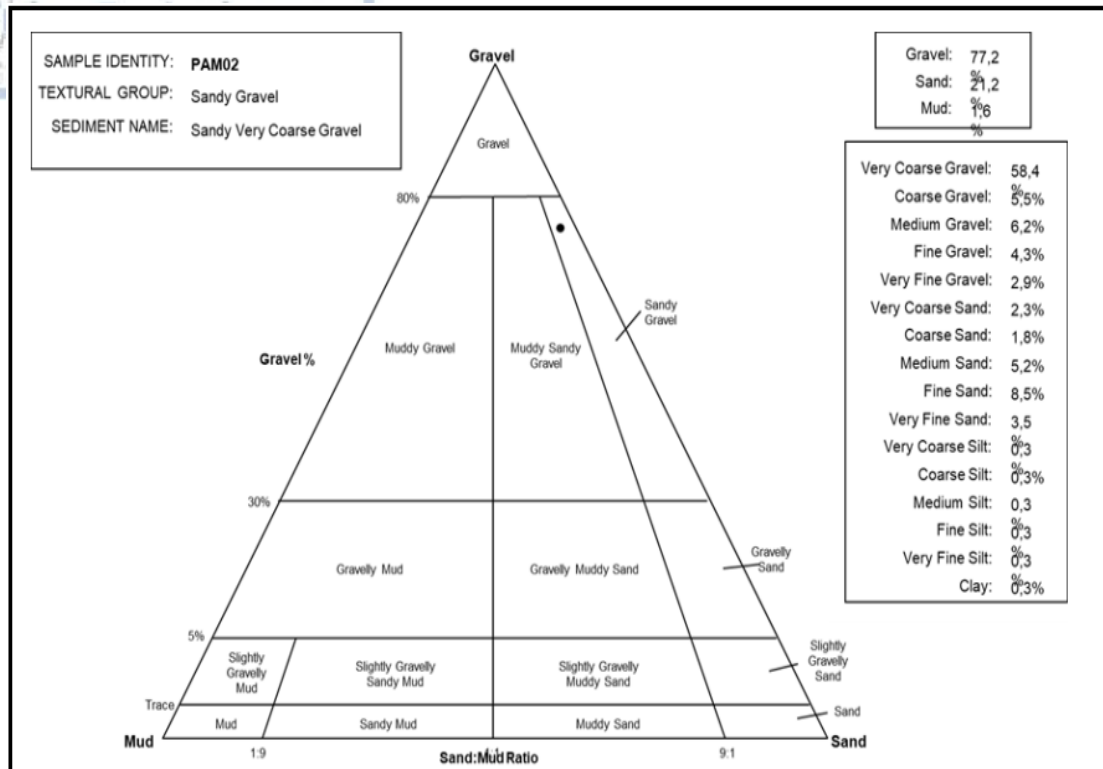


Διάγραμμα 2. Ιστογράμμο κατανομής μεγέθους κόκκων για το δείγμα PAM01. Με κόκκινο βέλος υποδεικνύεται η μοναδική κορυφή στην καμπύλη του ιστογράμματος, χάρη στην οποία η καμπύλη χαρακτηρίζεται *unimodal* (μονοπληθυσμική).

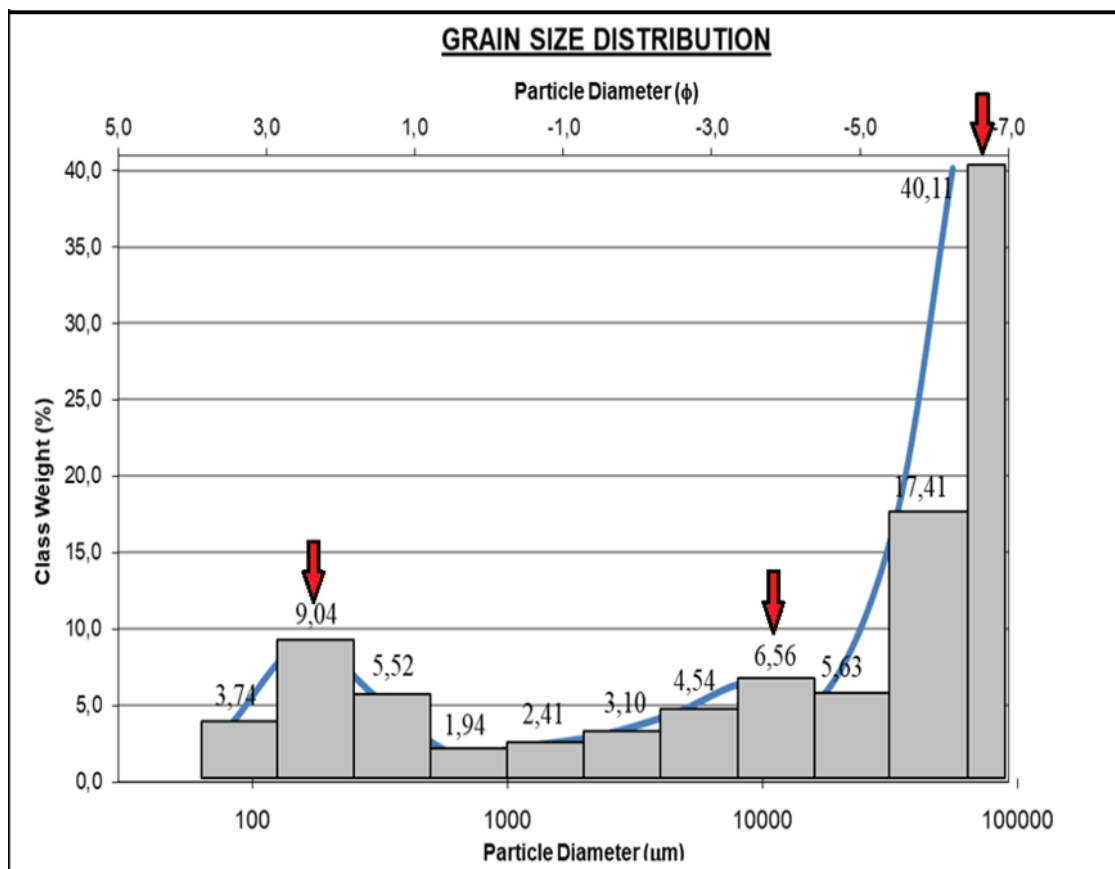
4.3.2. Αποτελέσματα για δείγμα PAM02

Για το δείγμα PAM02, οι αναλύσεις με τη λογαριθμική μέθοδο κατά FOLK & WARD έδειξαν πολύ κακή ταξινόμηση $\sigma(2,144\Phi)$, πολύ θετική λοξότητα $Sk(2,132\Phi)$, πολύ πλατύκυρτη κύρτωση $Ku(0,384\Phi)$ και τιμή γραφικού μέσου όρου μεγέθους να ανέρχεται σε $-2,800\Phi$. Επίσης σύμφωνα με το τριγωνικό διάγραμμα κροκάλων-άμμου-πηλού το δείγμα χαρακτηρίζεται ως «Αμμούχες Πολύ Αδρόκοκκες Κροκάλες» εξαιτίας της μεγάλης συμμετοχής κόκκων μεγέθους κροκαλών (77,2%), της αξιοσημείωτης συμμετοχής κόκκων μεγέθους άμμου (21,2%) και της πολύ μικρής συμμετοχής κόκκων μεγέθους ιλύος (1,6%). Τέλος στο ιστογράμμο κατανομής μεγέθους κόκκων φαίνεται πως ένα ποσοστό μεγαλύτερο από 40% του συνολικού βάρους καταλαμβάνεται από τους κόκκους -6Φ . Επίσης αξίζει να σημειωθεί και το ποσοστό που καταλαμβάνουν οι κόκκοι μεγέθους -3Φ (6,56%) όπως και οι κόκκοι μεγέθους 3Φ (9,04%), σχεδιάζοντας από μια κορυφή στο ιστογράμμο. Λόγω των συνολικά 3 κορυφών του ιστογράμματος,

η καμπύλη χαρακτηρίζεται ως τριπληθυσμιακή (trimodal).



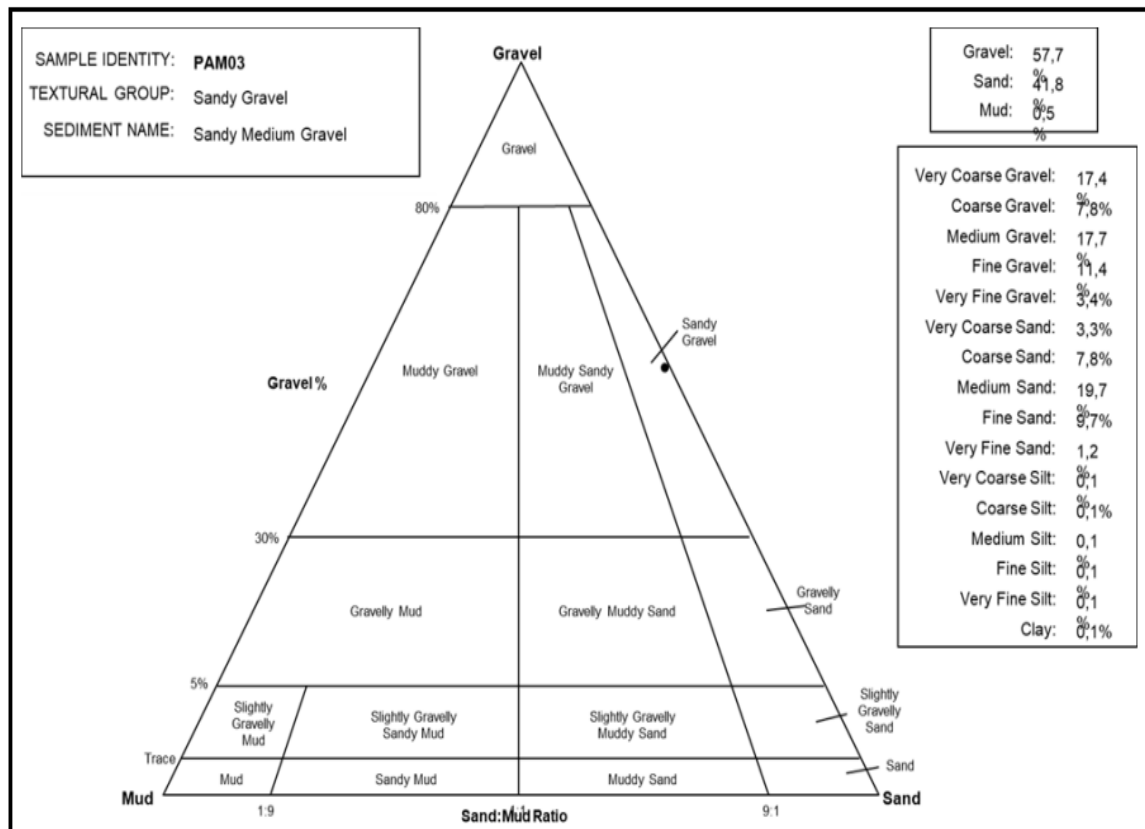
Διάγραμμα 3. Τριγωνικό διάγραμμα κροκάλων-άμμου-πηλού για το δείγμα PAM02.



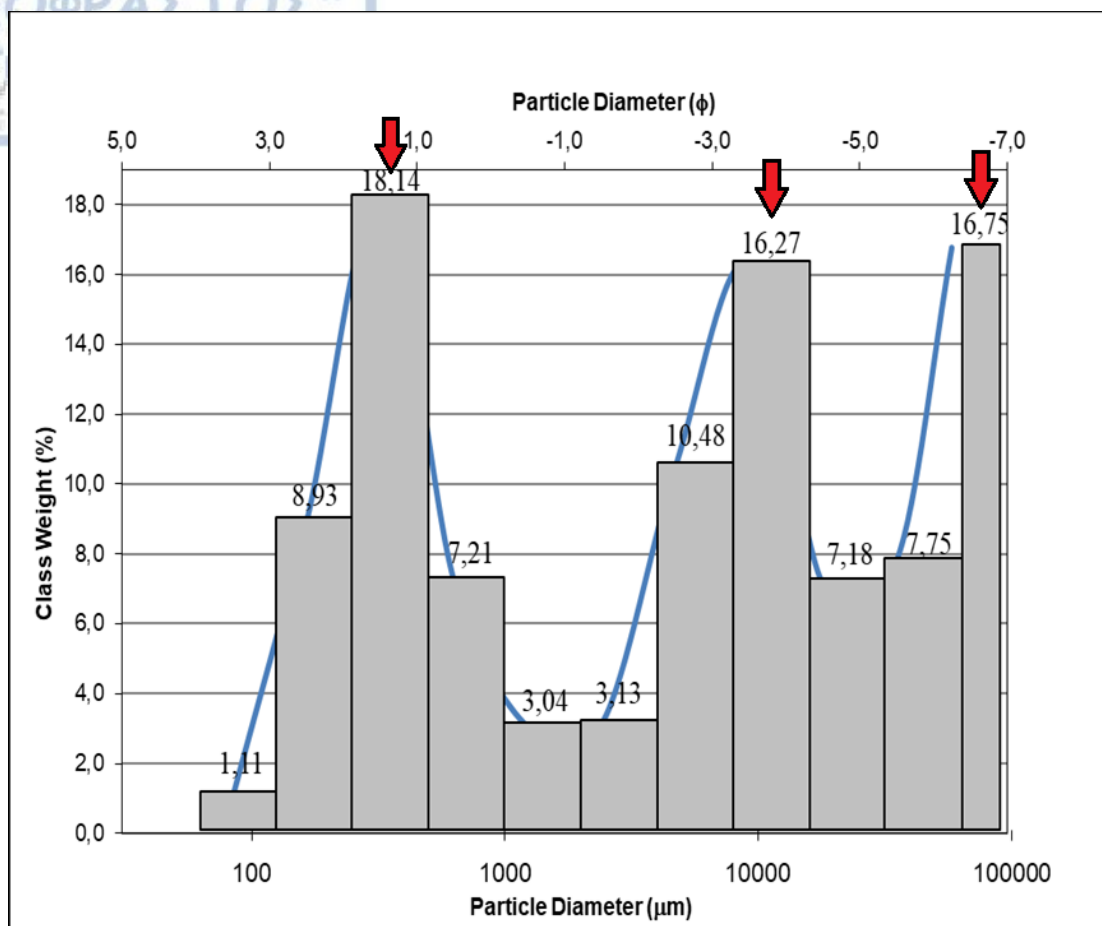
Διάγραμμα 4. Ιστόγραμμα κατανομής μεγέθους κόκκων για το δείγμα PAM02. Με κόκκινα βέλη υποδεικνύονται οι κορυφές στην καμπύλη του ιστογράμματος, χάρη στις οποίες, η καμπύλη χαρακτηρίζεται trimodal (τριπληθυσμιακή).

4.3.3. Αποτελέσματα για δείγμα PAM03

Για το δείγμα PAM03, οι αναλύσεις με τη λογαριθμική μέθοδο FOLK & WARD έδειξαν πολύ κακή ταξινόμηση $\sigma(3,078\Phi)$, θετική λοξότητα $Sk(0,165\Phi)$, πλατύκυρτη κύρτωση $Ku(0,682\Phi)$ και τιμή γραφικού μέσου όρου μεγέθους να ανέρχεται σε $-1,925\Phi$. Επίσης στο τριγωνικό διάγραμμα κροκαλών-άμμου-πηλού το δείγμα χαρακτηρίζεται ως «ΑμμούχεςΜεσόκοκκες Κροκάλες» εξαιτίας της μεγάλης συμμετοχής κόκκων μεγέθους κροκαλών (57,7%), της επίσης μεγάλης συμμετοχής κόκκων μεγέθους άμμου(41,8%) και της σχεδόν αμελητέας συμμετοχής κόκκων μεγέθους ιλύος (0,5%). Τέλος στο ιστόγραμμα κατανομής μεγέθους κόκκων φαίνεται πως τρεις φορές το ποσοστό των κόκκων κάποιου μεγέθους ξεπερνάει το 16%. Αυτό συμβαίνει στους κόκκους μεγέθους $-6\Phi(16,75\%)$, στους κόκκους μεγέθους $-3\Phi(16,27\%)$ και τέλος στους κόκκους μεγέθους $2\Phi(18,14\%)$. Έτσι, σχηματίζονται 3 κορυφές στην καμπύλη του ιστογράμματος, καθιστώντας την τριπληθυσμιακή (trimodal).



Διάγραμμα 5. Τριγωνικό διάγραμμα κροκαλών-άμμου-πηλού για το δείγμα PAM03.

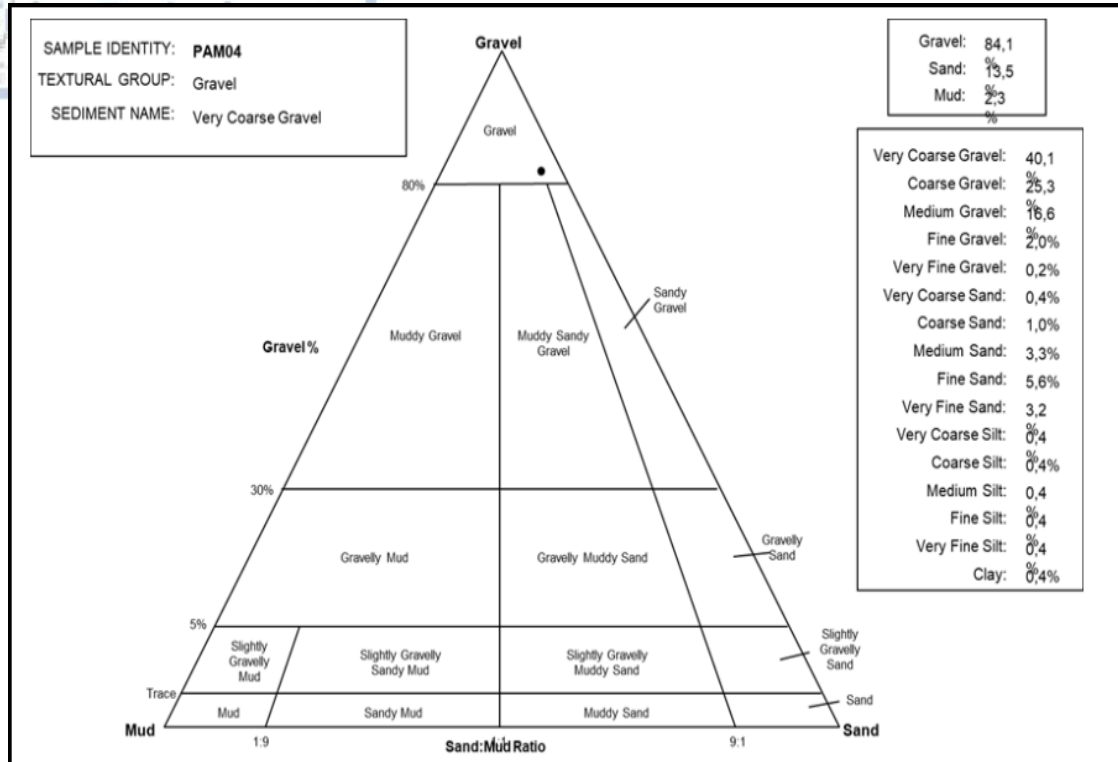


Διάγραμμα 6. Ιστόγραμμα κατανομής μεγέθους κόκκων για το δείγμα PAM03. Με κόκκινα βέλη υποδεικνύονται οι 3 κορυφές στην καμπύλη του ιστογράμματος, χάρη στις οποίες, η καμπύλη χαρακτηρίζεται trimodal(τριπληθυσμακή).

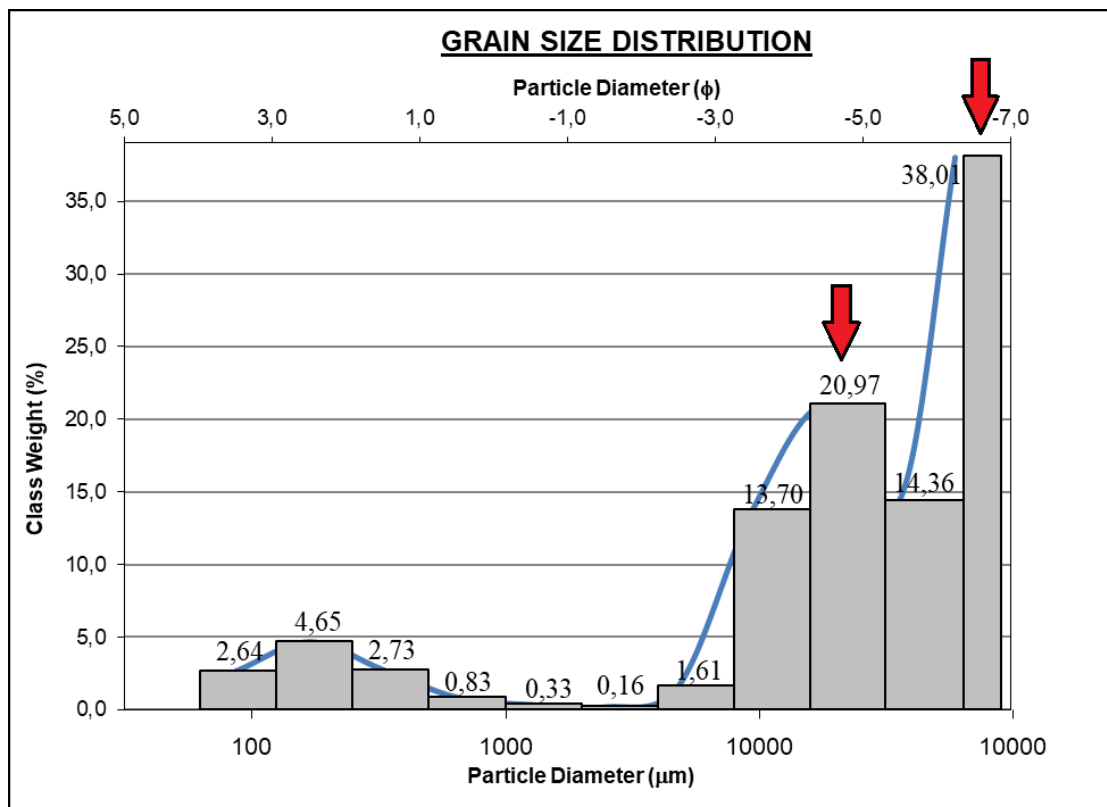
4.3.4. Αποτελέσματα για δείγμα PAM04

Για το δείγμα PAM04, οι αναλύσεις με τη λογαριθμική μέθοδο κατά FOLK & WARD έδειξαν πολύ κακή ταξινόμηση $\sigma(2,560\Phi)$, πολύ θετική λοξότητα $Sk(0,462\Phi)$, πολύ λεπτόκυρτη κύρτωση $Ku(1,598\Phi)$ και τιμή γραφικού μέσου όρου μεγέθους να ανέρχεται σε $-4,145\Phi$. Σύμφωνα με το τριγωνικό διάγραμμα, το δείγμα χαρακτηρίζεται ως «Πολύ Αδρόκοκκες Κροκάλες» εξαιτίας της πολύ μεγάλης συμμετοχής κόκκων μεγέθους κροκαλών (84,1%), της σχετικά μικρής αλλά άξια αναφοράς συμμετοχής κόκκων μεγέθους άμμου (13,5%) και της πολύ μικρής συμμετοχής κόκκων μεγέθους ιλύος (2,3%). Τέλος στο ιστόγραμμα κατανομής μεγέθους κόκκων φαίνεται πως ένα ποσοστό της τάξης του 38,1% αντιστοιχεί στους κόκκους μεγέθους -6Φ , ενώ αντίστοιχα ένα ποσοστό της τάξης του 20,97% αντιστοιχεί στους κόκκους μεγέθους -4Φ . Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να σχηματίζονται 2 κορυφές στην καμπύλη του

ιστογράμματος, καθιστώντας την διπληθυσμιακή (bimodal).



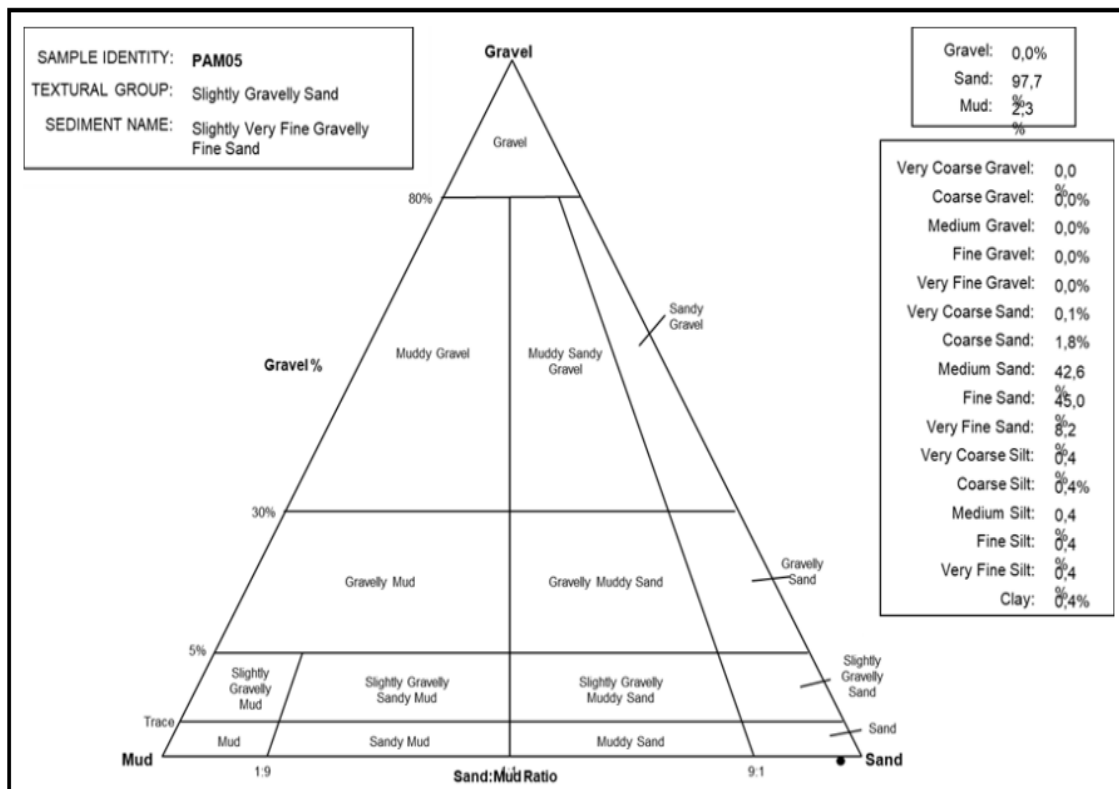
Διάγραμμα 7.Τριγωνικό διάγραμμα κροκάλων-άμμου-πηλού για το δείγμα PAM04.



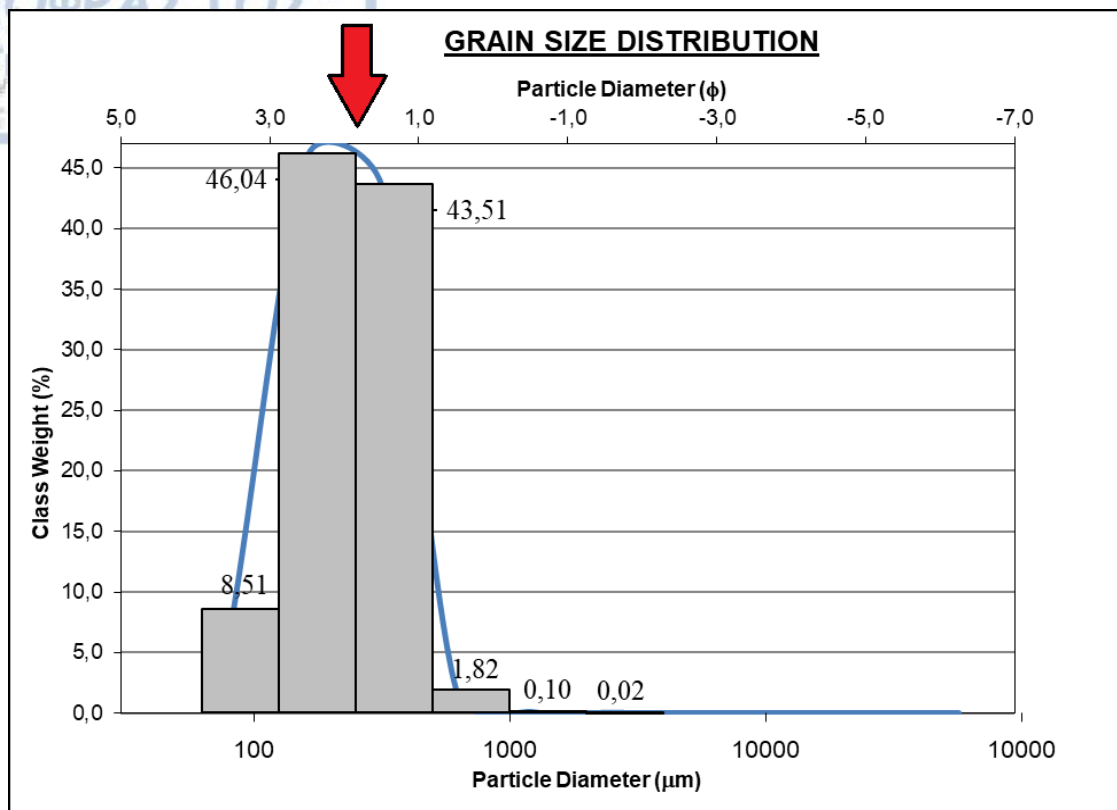
Διάγραμμα 8. Ιστογράμματα κατανομής μεγέθους κόκκων για το δείγμα PAM04. Με κόκκινα βέλη υποδεικνύονται οι 2 κορυφές στην καμπύλη του ιστογράμματος, χάρη στις οποίες, η καμπύλη χαρακτηρίζεται bimodal (διπληθυσμιακή)

4.3.5. Αποτελέσματα για δείγμα PAM05

Για το δείγμα PAM04, οι αναλύσεις με τη λογαριθμική μέθοδο κατά FOLK & WARD έδειξαν μέτρια ταξινόμηση $\sigma(0,779\Phi)$, συμμετρική λοξότητα $Sk(0,082\Phi)$, μεσόκυρτη κύρτωση $Ku(0,934\Phi)$ και τιμή γραφικού μέσου όρου μεγέθους να ανέρχεται σε 2,111 Φ . Σύμφωνα με το τριγωνικό διάγραμμα κροκάλων-άμμου-πηλού, το δείγμα χαρακτηρίζεται ως «Λεπτόκοκκη Άμμος» εξαιτίας της μηδαμινής συμμετοχής κόκκων μεγέθους χαλικιού (0%), της σχεδόν μοναδικής συμμετοχής κόκκων μεγέθους άμμου(97,7%) και της πολύ μικρής συμμετοχής κόκκων μεγέθους ιλύος(2,3%). Τέλος σχεδιάστηκε και το ιστόγραμμα κατανομής μεγέθους κόκκων στο οποίο φαίνεται πως τα ποσοστά των κόκκων μεγέθους 3 Φ (46,04%) και 2 Φ (43,51%) αντίστοιχα, είναι τα δυο κυρίαρχα ποσοστά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να σχηματίζεται μόνο μία κορυφή στην καμπύλη του ιστογράμματος, καθιστώντας την μονοπληθυσμιακή (unimodal).



Διάγραμμα 9. Τριγωνικό διάγραμμα κροκάλων-άμμου-πηλού για το δείγμα PAM05.



Διάγραμμα 10. Ιστογράμμο κατανομής μεγέθους κόκκων για το δείγμα PAM05. Με κόκκινο βέλος υποδεικνύεται η κορυφή στην καμπύλη του ιστογράμματος, χάρη στην οποία, η καμπύλη χαρακτηρίζεται unimodal (μονοπληθυσμακή).

5. Συμπεράσματα-Προτάσεις

5.1. Συμπεράσματα

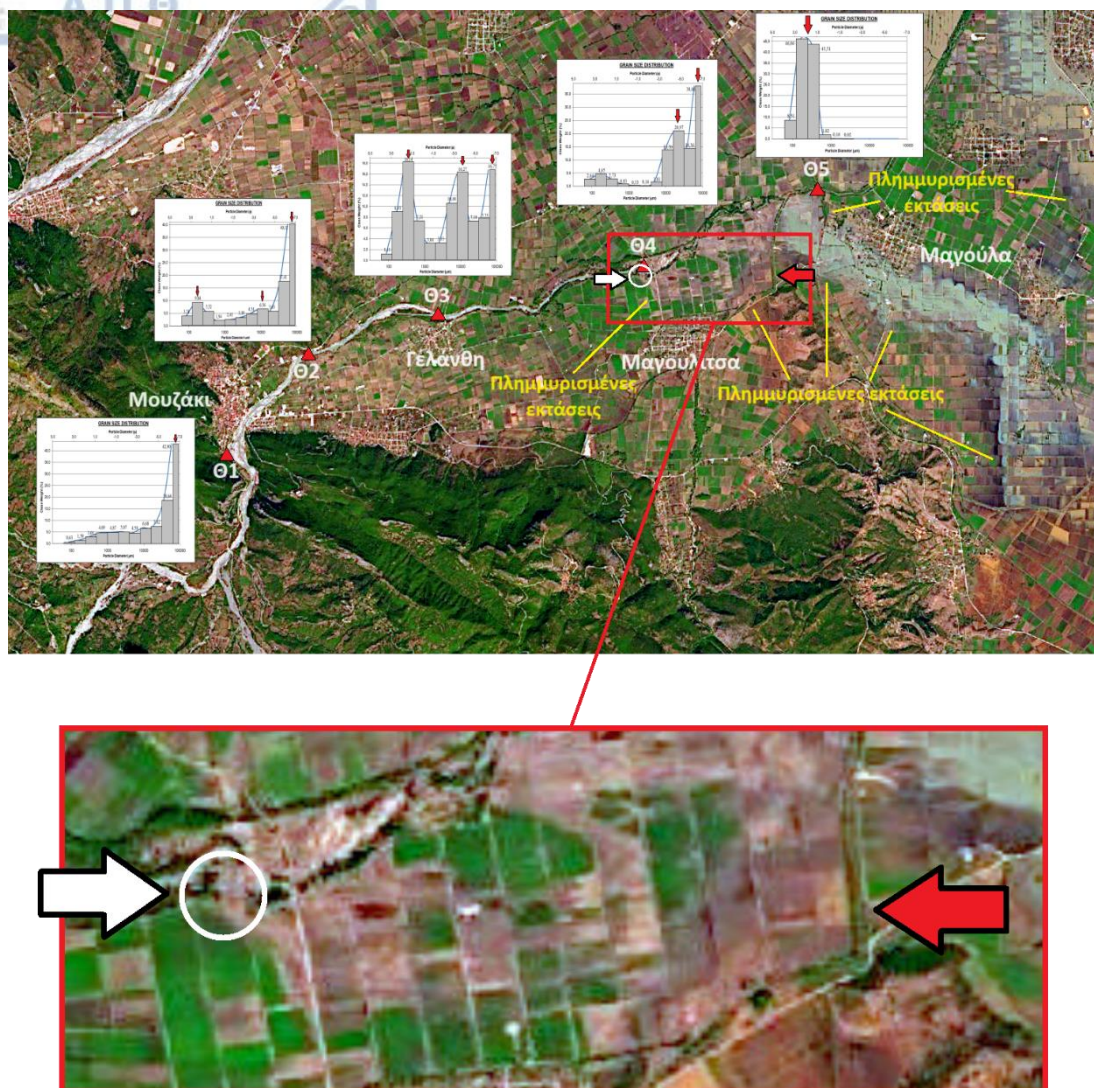
Από τις αναλύσεις και τα δεδομένα των προηγούμενων ενοτήτων, εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα τόσο για την πλημμυρική λειτουργία και πορεία που ακολούθησε ο ποταμός, όσο και για το υλικό που μεταφέρθηκε και αποτέθηκε.

Αρχικά, βασισμένοι στις παρατηρήσεις πεδίου καθώς και τις εργαστηριακές αναλύσεις, εξάγεται το συμπέρασμα πως το υλικό που μετέφερε το ποτάμι ήταν πολύμεικτο. Το πολύμεικτο υλικό, κυμαίνεται σε μέγεθος, αφού μπορεί να αποτελείται από ένα ποσοστό ιλύος και αργίλου και ταυτόχρονα από πολύ μεγάλες κροκάλες. Για να μεταφέρθηκε ένα τέτοιο υλικό λοιπόν σημαίνει ότι υπήρξε λασποροή. Κατά τα φαινόμενα λασποροής, παρατηρείται ύπαρξη αδρόκοκκου υλικού μέσα σε λεπτόκοκκη μήτρα, η οποία αποτελείται από ιλύ και άργιλο. Το νερό προσφέρει στο υλικό αυτό το ιξώδες που απαιτείται για τη διατήρηση των κόκκων σε διασπορά ενώ παράλληλα λιπαίνοντας, εξουδετερώνει τις εσωτερικές τριβές των κόκκων, επιτρέποντας τους την κίνηση σε επιφάνειες με μικρή κλίση. Οι λασποροές έχουν πολύ μεγάλη ικανότητα μεταφοράς μεγάλων τεμαχίων σε μεγάλες αποστάσεις, όπως τα ογκώδη φερτά υλικά που έχουν συγκεντρωθεί στη Θέση PAM04, για αυτό και θεωρείται ως η πιο πιθανή ερμηνεία στη συγκεκριμένη περίπτωση.

Όσον αφορά την πλημμυρική λειτουργία και την πορεία του ποταμού, βασισμένοι στις παρατηρήσεις πεδίου και σε δορυφορικές εικόνες, εξάγονται επίσης σημαντικά πορίσματα. Σε μια πλημμυρική λειτουργία γενικά και ειδικότερα στη συγκεκριμένη περίπτωση όπως φαίνεται από τα βροχομετρικά δεδομένα, λόγω της ραγδαιότητας των

βροχοπτώσεων, προκαλείται μεγάλη επιφανειακή απορροή. Έτσι, η δράση του τρεχούμενου νερού αυξάνεται δυσανάλογα, αυξάνοντας κατά πολύ τη διαβρωτική του δράση, εκσκάπτοντας και παρασέρνοντας πολύ μεγαλύτερη ποσότητα υλικών από τις περιοχές που περνάει. Έπειτα, όταν συναντήσει ηπιότερες κλίσεις, μειώνεται η ταχύτητα του και κατ' επέκταση η διαβρωτική του ικανότητα και αυξάνεται η αποθετική του ικανότητα. Έτσι και στην περίπτωση του Πάμισου, η ταχύτητα του νερού μέσα στην κοίτη από θέση σε θέση μειωνόταν λόγω της μείωσης της κλίσης για αυτό και παρατηρούνταν σταδιακά μείωση στο μέγεθος του υλικού που αποτέθηκε. Εξαίρεση αποτελεί μόνο η περίπτωση της Θ4 όπου φαίνεται πως το ποτάμι έσπασε το πλευρικό ανάχωμα στο ύψος της Μαγουλίτσας και πλημμύρισε τον κάμπο στα νότια. Έτσι, το νερό υπερχείλισε και υπερπήδησε τα πλευρικά αναχώματα της κοίτης και κατευθύνθηκε προς το νότο όπου υπήρχαν γεωργικές εκτάσεις και χωριά, τα οποία πλημμύρισαν. Φαίνεται ότι η γέφυρα, λειτούργησε σαν βρόγχος στην αποστράγγιση του δικτύου, με αποτέλεσμα να συγκεντρωθεί εντός της κοίτης το συσσωμάτωμα φερτών υλικών (κορμών δέντρων, κλαδιών, συρματοκιβωτίων, κλπ) που βρέθηκε στη θέση Θ4(βλ. Σχήμα 45), το οποίο φαίνεται ότι μείωσε σημαντικά τον διαθέσιμο χώρο της κοίτης με τελικό αποτέλεσμα το νερό να υπερπηδήσει του πλευρικού αναχώματος μεταφέροντας το πιο λεπτόκοκκο αμμώδες ίζημα στα παρακείμενα χωράφια. Επίσης, εξηγεί την απότομη και έντονη διαφοροποίηση των υλικών στη θέση Θ4, αφού πρώτα αποτέθηκε το αδρόκοκκο υλικό, και όταν έσπασε το ποτάμι αποτέθηκε το πιο λεπτόκοκκο εξαιτίας της μείωσης της ταχύτητας και συνεπώς της μεταφορικής ικανότητας του ποταμού. Από τις δορυφορικές εικόνες φαίνεται πως το νερό που υπερχείλισε, ανασυγκεντρώθηκε στα κατάντη σε μια εκτροπή ενός ρέματος, το οποίο

όμως υπερχειλίζει και αυτό, με αποτέλεσμα να πλημμυρίσουν οι εκτάσεις από τη Μαγούλα, σχεδόν μέχρι την Καρδίτσα (Σχήμα 49).



Σχήμα 49. Δορυφορική αποτύπωση των πλημμυρισμένων εκτάσεων. Με άσπρο βέλος υποδεικνύεται το σημείο όπου έσπασε το πλευρικό ανάχωμα του ποταμού Πάμασου στο ύψος της Μαγουλίτσας λόγω υπερχειλίσας του νερού. Με κόκκινο βέλος υποδεικνύεται η εκτροπή του ρέματος στην οποία εισχώρησε προσωρινά το νερό, μέχρι να υπερχειλίσει ξανά και να πλημμυρίσει την περιοχή προς τα ανατολικά. Επίσης φαίνονται τα διαγράμματα κατανομής μεγέθους των κόκκων των δειγμάτων. Παρατηρείται πως η κατανομή των κόκκων τείνει από τα αδρόκοκκα προς τα πιο λεπτόκοκκα. Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα PAM04 το οποίο σημειώνει κορυφές προς τα αδρόκοκκα καθώς στο σημείο αυτό έσπασε το πλευρικό ανάχωμα και τα λεπτόκοκκα διοχετεύτηκαν στον κάμπο.

Τέλος, προκύπτουν κάποια συμπεράσματα σχετικά με το υλικό και από τις εργαστηριακές αναλύσεις. Παρατηρώντας τόσο τα τριγωνικά διαγράμματα κροκάλων-άμμου-πηλού, όσο και τα ιστογράμματα κατανομής μεγέθους κόκκων, προκύπτει πως:

1. Το δείγμα PAM01, παρουσιάζει μόνο μια κορυφή στο ιστογράμμο μεγέθους κόκκων. Η μια κορυφή αντιστοιχεί στην επικράτηση κυρίως ενός μεγέθους, που είναι στη συγκεκριμένη περίπτωση τα αδρόκοκκα κλάσματα και πιο συγκεκριμένα όπως προκύπτει και από τον χαρακτηρισμό τους, οι πολύ αδρόκοκκες κροκάλες, μεγέθους -6Φ. Κάτι τέτοιο έρχεται σε συμφωνία με τα υπόλοιπα συμπεράσματα, αφού ως

πιο αδρόκοκκα, τα κλάσματα αποτέθηκαν πρώτα, λόγω της δυσκολίας μεταφοράς τους από το ποτάμι προς τα κατάντη.

2. Το δείγμα PAM02, παρουσιάζει 3 κορυφές στο ιστόγραμμα μεγέθους κόκκων. Οι κορυφές αυτές μάλιστα, παρότι η μεγαλύτερη βρίσκεται ξεκάθαρα στα πιο αδρόκοκκα, εκτείνονται σε όλο το φάσμα των μεγεθών. Μαρτυρούν έτσι, 3 διαφορετικές φάσεις ιζηματογένεσης κατά τη διάρκεια της πλημμύρας, όπου αρχικά αποτέθηκε το πιο αδρόκοκκο υλικό και ακολούθησαν τα δύο πιο λεπτόκοκκα. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από το πολύμεικτο υλικό που αποτέθηκε στη θέση Θ2 που χαρακτηρίζεται ως αμμούχες πολύ αδρόκοκκες κροκάλες.
3. Το δείγμα PAM03, παρουσιάζει και αυτό 3 κορυφές στο ιστόγραμμα μεγέθους κόκκων. Οι κορυφές αυτές εκτείνονται επίσης στο φάσμα όλων των μεγεθών αλλά αυτή τη φορά δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των ποσοστών συμμετοχής, αφού η κατανομή τους είναι ομοιόμορφη. Δηλαδή, δεν υπάρχει απόλυτη επικράτηση κάποιου μεγέθους έναντι των άλλων. Το γεγονός αυτό είναι ενδεικτικό για 3 διαφορετικές φάσεις ιζηματογένεσης. Στο πολύμεικτο υλικό της θέσης αυτής που χαρακτηρίστηκε ως αμμούχες μεσόκοκκες κροκάλες, το αδρόκοκκο υλικό είναι μειωμένο σε σύγκριση με τις προηγούμενες θέσεις.
4. Το δείγμα PAM04, σε αντίθεση με τα προηγούμενα δείγματα, παρουσιάζει δύο κορυφές στο ιστόγραμμα μεγέθους κόκκων που περιορίζονται στην περιοχή των αδρόκοκκων κλασμάτων. Το δείγμα χαρακτηρίστηκε ως πολύ αδρόκοκκες κροκάλες. Η κοκκομετρία αυτή θα ερχόταν σε διαφωνία με τα δεδομένα μιας κανονικής ποτάμιας δράσης, ωστόσο εξηγείται με το γεγονός πως στο ποτάμι σε εκείνο το σημείο έσπασε το πλευρικό ανάχωμα με αποτέλεσμα τα λεπτόκοκκα υλικά να αποτεθούν αρχικά επάνω στα αδρόκοκκα και ένα μέρος τους να διαφύγει και να αποτεθεί στα χωράφια.
5. Το δείγμα PAM05, συλλέχθηκε τελευταίο από τη θέση που βρίσκεται τοπογραφικά χαμηλότερα (κατάντη) σε σύγκριση με όλες τις άλλες. Έτσι παρουσιάζει μόνο μια κορυφή στο ιστόγραμμα καμπύλης κατανομής κόκκων, που βρίσκεται στην περιοχή των λεπτόκοκκων. Το δείγμα χαρακτηρίζεται ως λεπτόκοκκη άμμος. Αυτό δείχνει πως τα πιο αδρόκοκκα υλικά είχαν ήδη αποτεθεί στις προηγούμενες στάσεις, καθώς είχε μειωθεί η μεταφορική ικανότητα του ποταμού, ο οποίος πλέον μπορούσε μόνο να μεταφέρει υλικά μεγέθους άμμου. Ενδιαφέρον επίσης έχει η μεγάλη συσσώρευση του ιζήματος στη βάση της γέφυρας που δείχνει ότι και σε αυτή την περίπτωση η γέφυρα λειτούργησε ως βρόγχος. Πιθανά και σε αυτή τη θέση η στάθμη το νερού παρέμεινε

ιδιαίτερα υψηλή για σημαντικό χρονικό διάστημα όπως και στη θέση ΡΑΜ04.

5.2. Προτάσεις

Μελετώντας τα συμβάντα στην ευρύτερη περιοχή, γίνεται αντιληπτό πως το κράτος οφείλει να λάβει τα απαραίτητα μέτρα για αποκατάσταση των καταστροφών και προστασία από αντίστοιχες μελλοντικές. Η ανάγκη για την εύρεση λύσης στο πρόβλημα των πλημμυρών, γίνεται αντιληπτή αν σκεφτεί κανείς πως στην Ελλάδα θρηνούμε περισσότερα θύματα από πλημμύρες παρά από σεισμούς, παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα αποτελεί μια ιδιαίτερος σεισμογενή χώρα.

Συγκεκριμένα για την πλημμυρική λειτουργία του Πάμισου, στο ύψος του Μουζακίου, η κοίτη δεν πρέπει να διευρυνθεί περεταίρω. Ο λόγος για αυτό είναι πως κάτι τέτοιο θα έχει σαν αποτέλεσμα σε περιπτώσεις πλημμυρών, να μειώνεται η ταχύτητα του νερού και συνεπώς να αυξάνεται η αποθετική του δράση. Αυτό συνεπάγεται ότι τα φερτά υλικά θα αποτίθενται στο Μουζάκι, ελαττώνοντας το χώρο που θα είχε το νερό για να ρέει προς τα κατάντη. Έτσι, θα αυξάνοταν η διαβρωτική ικανότητα του ποταμού με αποτελέσματα αντίστοιχα με αυτά που συνέβησαν στις τελευταίες πλημμύρες. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η μελέτη της κοίτης, ώστε να καθίσταται εφικτή η μεταφορά και κυρίως η απόθεση των φερτών υλικών προς τα κατάντη και όχι στο Μουζάκι.

Σε γενικότερο πλαίσιο, η πολιτεία και τα μέτρα της οφείλουν να συμβαδίζουν με την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η πολιτική γνωστοποιείται μέσω των οδηγιών της που καθιστά σαφείς τις δράσεις που πρέπει να γίνουν όσον αφορά τις πλημμύρες. Η Οδηγία της Ε.Ε. για τις πλημμύρες λοιπόν(2007/60/ΕΚ), η οποία θεσπίστηκε το 2007, αποσκοπεί στη μείωση και τη διαχείριση των κινδύνων που ενέχουν οι πλημμύρες για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες στην Ευρώπη. Η οδηγία διασφαλίζει ότι όλα τα κράτη μέλη εφαρμόζουν συντονισμένη προσέγγιση στη διαχείριση των πλημμυρών. Έτσι με τη συμμόρφωση με την σχετική οδηγία και τη σωστή και επικαιροποιημένη σύνταξη και εκπόνηση σχεδίων διαχείρισης κινδύνου πλημμύρας (ΣΔΚΠ) (και των αντίστοιχων χαρτών επικινδυνότητας και κινδύνων πλημμύρας) είναι βέβαιο πως η ετοιμότητα για την αντιμετώπιση μιας ενδεχόμενης πλημμύρας θα είναι πολύ καλύτερη.

Τέλος, αναφέρονται επιγραμματικά κάποια μέτρα που προσαρμοσμένα στην εκάστοτε λεκάνη απορροής θα μπορούσαν να έχουν θετικό αντίκτυπο στην πρόληψη και αντιμετώπιση επεισοδίων πλημμύρας: Άμεσες ενέργειες αποκατάστασης των προηγούμενων καταστροφών, δημιουργία και ανάπτυξη συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης πλημμυρών, επικαιροποίηση των τοπογραφικών δεδομένων του υδρογραφικού δικτύου και της λεκάνης απορροής, έλεγχος και ενίσχυση των ήδη υπαρχόντων αντιπλημμυρικών έργων, ένταξη της παρόχθιας βλάστησης στους τρόπους αντιμετώπισης, καθορισμός πλημμυρικής ζώνης, αναδιάρθρωση καλλιεργήσιμων και κατοικήσιμων εκτάσεων εντός πλημμυρικής ζώνης, αποκατάσταση φυσικής πορείας υδρογραφικού δικτύου.

6. Βιβλιογραφία

1. Ελληνική Βιβλιογραφία

Βαλκανιώτης, Σ., 2005. Μελέτη των ενεργών ενεργών ρηγμάτων Θεσσαλίας, Θεσσαλονίκη: s.n.

Βουβαλίδης Κ., Σφέικος Α., Παράσχου Θ., Κεχαγιά Χ., Ψωμιάδης Δ., 2005. Η επίδραση της γεωλογίας και της τεκτονικής στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Πάμισου της Θεσσαλίας., s.l.: s.n.

Βουβαλίδης Κ., 2011. Υδρολογία-Υδρογραφία. Στο: Φυσική Γεωγραφία. Θεσσαλονίκη: ΔιΣιγμα, p. 53.

Βουβαλίδης, κ., 2005. Η επίδραση της γεωλογίας και της τεκτονικής στην εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Πάμισου της Θεσσαλίας. s.l.:s.n.

Ευελπίδου, Ν., 2023. [Συνέντευξη] 2023.

Κεχαγιά, 2006. Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Πάμισου ποταμού της Θεσσαλίας με τη χρήση G.I.S, Θεσσαλονίκη: s.n.

Κοινοπραξία διαχείρισης υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Στερεάς Ελλάδας, 2014. Σχέδιο διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών του υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Issue 2ο.

Κυπραίου, Χ., 2011. Πλημμυρικά φαινόμενα και διαχείριση κινδύνου: Πεδίο εφαρμογής Πηνειός Ποταμός και Πεδιάδα της Λάρισας, Αθήνα: s.n.

Κύρκος, Α., 2019. Γεωλογικές και Υδρογεωλογικές συνθήκες Ιτάμου Κόζιακα, Αθήνα: s.n.

Λέκκας Ε., Ν. Π. κ., 2020. Impact of Medicane "IANOS" September 2020, s.l.: s.n.

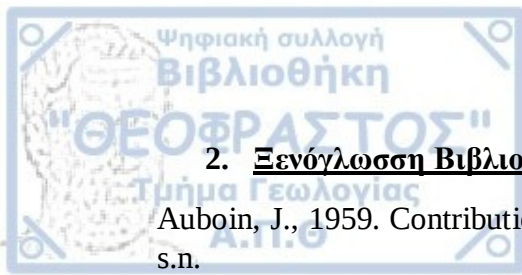
Λέκκας, κ., 2020. Επιπτώσεις του Κυκλώνα "ΙΑΝΟΣ" στην Κεφαλονιά (Σεπτέμβριος 2020), s.l.: s.n.

Μαγούλης Αγγ, Καραδήμας Χρ, 2013. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Αθήνα: s.n.

Μουντράκης, Δ. Μ., 2010. Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη Ελλάδας. Θεσσαλονίκη: UniversityStudioPress.

Τσατσάκης Μ, Χ. Α., 2016. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ Χ.Α.Δ.Α. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Αθήνα: s.n.

Ψωμιάδου, Μ., 2023. Προσομοίωση υδραυλικών παραμέτρων σε τμήμα του, Βόλος: s.n.



2. Ξεγύλιωση Βιβλιογραφία

Auboin, J., 1959. Contribution à l'étude géologique de la Grèce septentrionale, Athens: s.n.

Faranda, D., 2023. Storm Daniel: Why it's the most destructive we've ever experienced. Hellas Post English.

Ferriere, 1974. Nouvelles données stratigraphiques sur le massif du Koziakas..s.l.:s.n.

Ferriere, 1982. Paleogeographies et tectoniques superposées dans les Hellenides internes: Les Massifs de Othrys et du Pelion (Grèce Continentale).. s.l.: s.n.

Jacobshagen, 1986. Geologie von Griechenland. Berlin: s.n.

Jaeger, 1980. Nouvelles données sur la géologie de la région de Mouzaki, province de Karditsa (Grèce Continentale). Relations entre les séries pindique, beotinne et ultra pindique. s.l.: s.n.

John Wiley, & s., 2001. GRADISTAT: A GRAIN SIZE DISTRIBUTION AND STATISTICS PACKAGE FOR THE ANALYSIS OF UNCONSOLIDATED SEDIMENTS. Στο: Earth Surface Processes and Landforms. s.l.: s.n., p. 1237–1248.

K. Lagouvardos, A. Karagiannidis, S. Dafis, A. Kalimeris, V. Kotroni, 2022. Ianos—A Hurricane in the Mediterranean, s.l.: s.n.

Lekkas, e., 2023. The early September 2023 Daniel storm in Thessaly Region (Central Greece), Athens: s.n.

Miall, 1977. A review of the braided-river depositional environment. Στο: Earth Science Reviews. s.l.: s.n., pp. 1-62.

Valkaniotis S., e., 2020. Landslides Triggered by Medicane Ianos in Greece, September 2020: Rapid Satellite Mapping and Field Survey, s.l.: s.n.

Wentworth, C. K., 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. The Journal of Geology, pp. 377-392.

Zekkos D., Zalachoris G., et.al, 2020. The September 18-20 2020 Medicane Ianos Impact on Greece, s.l.: GEER.

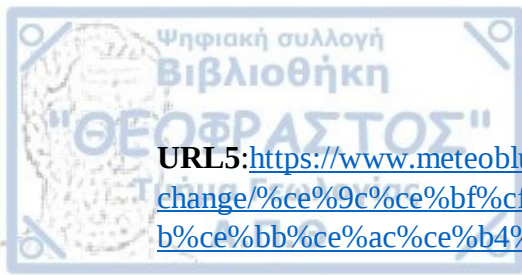
3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

URL1: <https://www.eagme.gr/site/services>

URL2: <https://www.ypethe.gr/archive/perissoteres-plirofories-epifaneiaka-nera-thessalias>

URL3: <https://www.thessaly.gov.gr/data/diavoul/2021/4460/an4460a.pdf>

URL4: <https://www.meteoblue.com/el/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82/historyclimate/climatemodelled/%ce%9c%ce%bf%cf%85%ce%b6%ce%ac%ce%ba%ce%b9 %ce%95%ce%bb%ce%bb%ce%ac%ce%b4%ce%b1 256662>



URL5:<https://www.meteoblue.com/el/climate-change/%ce%9c%ce%bf%cf%85%ce%b6%ce%ac%ce%ba%ce%b9 %ce%95%ce%bb%ce%bb%ce%ac%ce%b4%ce%b1 256662?month=9>

URL6:<https://www.cnn.gr/ellada/story/234734/kakokairia-ianos-ti-einai-o-mesogeiakos-kyklonas-kai-poso-epikindynos-theoretai>

URL7:https://meteo.gr/article_view.cfm?entryID=1951

URL8:<https://www.astro.noa.gr/news/nea/doryforiki-apeikonisi-tis-exelixis-tis-plimmyras-apo-ton-daniel-stin-eyryteri-periochi-tis-karditsas/>

URL9:<https://www.copernicus.eu/en/media/image-day-gallery/floods-thessaly-greece>

URL10:<https://meteo-thessalia.gr/2023/09/10/o-daniel-i-gennisi-toy-kai-i-katastrofiki-po/>

URL11:https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=2931

URL12:<https://www.space.com/medicane-daniel-above-sahara-libya-satellite-photos>

URL13:https://meteo.gr/article_view.cfm?entryID=2930

URL14:<https://www.protothema.gr/greece/article/1410011/kakokairia-daniel-giati-katerreuse-ktirio-sto-mouzaki-giati-plimmurise-o-palamas/>

URL15:<https://www.ethnos.gr/greece/article/281739/ektetameneskatastrofesafhsepiotshshkakokairiadanielmegalotoproblhmasedromoykaisidhrodromotideixnoynoiaiytopsi es>

URL16:<https://www.ertnews.gr/roi-idiseon/e-lekkas-stin-ert-gia-kakokairia-akraio-fysiko-fainomeno-xilietias/>

URL17:<https://www.copernicus.eu/en/media/image-day-gallery/extensive-floods-greece>

URL18:<https://www.ertnews.gr/roi-idiseon/i-katastrofiki-poreia-i-koryfosi-kai-i-apodromi-tis-kakokairias-daniel-apokalyptiki-xartografisi/>

URL19:https://meteo.gr/article_view_scientific.cfm?entryID=191

URL20:<https://www.copernicus.eu/en/media/image-day-gallery/storm-elias-has-caused-widespread-flooding-greece>

7. Παραρτήματα

7.1. Παράρτημα 1- Στοιχεία ιζηματολογικής ανάλυσης Gradistat

Single Sample Data Input Screen

Sample Identity: **PAM01**
 Analyst: **Dimokratis Bertis**
 Date: **09/12/2023**
 Initial Sample Weight(g): **9884**

Aperture (microns)	Class Weight Retained (%)
90000	22,727
64000	20,698
31500	18,716
16000	7,109
8000	6,556339855
4000	4,487652986
2000	4,969286954
1000	4,776753326
500	4,597415148
250	2,953381891
125	1,474291772
63	0,607590547
	0,32628752

Σχήμα 50. Ο αρχικός πίνακας του Gradistat για το δείγμα PAM01 στον οποίον παρουσιάζονται στην αριστερή στήλη τα διάφορα μεγέθη κοσκίνων και στη δεξιά το ποσοστό συγκράτησης του κάθε ενός. Με άλλα λόγια ο πίνακας παρουσιάζει την ποσοστιαία αναλογία βάρους υλικού του αρχικού δείγματος που αντιστοιχεί σε κάθε μέγεθος κόκκων.

SIEVING ERROR: 0,0%		SAMPLE STATISTICS				
SAMPLE IDENTITY: PAM01		ANALYST & DATE: Dimokratis Bertis, 09/12/2023				
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted		TEXTURAL GROUP: Gravel				
SEDIMENT NAME: Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	77000,0	-6,246	GRAVEL: 85,3%	COARSE SAND: 4,6%		
MODE 2:			SAND: 14,4%	MEDIUM SAND: 3,0%		
MODE 3:			MUD: 0,3%	FINE SAND: 1,5%		
D ₁₀ :	1006,0	-7,818		V FINE SAND: 0,6%		
MEDIAN or D ₅₀ :	49892,2	-5,641	V COARSE GRAVEL: 61,7%	V COARSE SILT: 0,1%		
D ₉₀ :	225627,9	-0,009	COARSE GRAVEL: 7,5%	COARSE SILT: 0,1%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	224,3	0,001	MEDIUM GRAVEL: 6,6%	MEDIUM SILT: 0,1%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	224622,0	7,809	FINE GRAVEL: 4,5%	FINE SILT: 0,1%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	9,950	0,485	V FINE GRAVEL: 5,0%	V FINE SILT: 0,1%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	77980,5	3,315	V COARSE SAND: 4,8%	CLAY: 0,1%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	27888,8	1586,8	-2,931	14140,9	-3,822	Medium Gravel
SORTING (σ):	30461,4	75,36	2,858	2,322	1,215	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,588	-0,879	0,308	-2,974	2,974	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	1,723	2,143	1,870	0,315	0,315	Very Platykurtic

Σχήμα 51. Στατιστικές τιμές που προέκυψαν για το δείγμα PAM01 με τη χρήση του Gradistat.

Single Sample Data Input Screen

Sample Identity: **PAM02**

Analyst: Dimokratis Bertis

Date: 09/12/2023

Initial Sample Weight(g): 6358

Aperture (microns)	Class Weight Retained (%)
90000	23,59
64000	18,49
31500	16,69
16000	5,16
8000	6,149364246
4000	4,25542956
2000	2,90329604
1000	2,255661994
500	1,819693709
250	5,173174391
125	8,47452843
63	3,462472753
	1,565378877

Σχήμα 52. Ο αρχικός πίνακας του Gradistat για το δείγμα PAM02 στον οποίον παρουσιάζονται στην αριστερή στήλη τα διάφορα μεγέθη κοσκίνων και στη δεξιά το ποσοστό συγκράτησης του κάθε ενός. Με άλλα λόγια ο πίνακας παρουσιάζει την ποσοστιαία αναλογία βάρους υλικού του αρχικού δείγματος που αντιστοιχεί σε κάθε μέγεθος κόκκων.

SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: PAM02			ANALYST & DATE: Dimokratis Bertis, 09/12/2023			
SAMPLE TYPE: Trimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel			
SEDIMENT NAME: Sandy Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	77000,0	-6,246	GRAVEL: 77,2%		COARSE SAND: 1,8%	
MODE 2:	187,5	2,500	SAND: 21,2%		MEDIUM SAND: 5,2%	
MODE 3:	12000,0	-3,500	MUD: 1,6%		FINE SAND: 8,5%	
D ₁₀ :	187,7	-8,299			V FINE SAND: 3,5%	
MEDIAN or D ₅₀ :	45728,4	-5,515	V COARSE GRAVEL: 58,4%		V COARSE SILT: 0,3%	
D ₉₀ :	315035,9	2,413	COARSE GRAVEL: 5,5%		COARSE SILT: 0,3%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	1678,3	-0,291	MEDIUM GRAVEL: 6,2%		MEDIUM SILT: 0,3%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	314848,2	10,71	FINE GRAVEL: 4,3%		FINE SILT: 0,3%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	25,65	0,275	V FINE GRAVEL: 2,9%		V FINE SILT: 0,3%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	84275,4	4,681	V COARSE SAND: 2,3%		CLAY: 0,3%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	24601,9	869,9	-2,150	6964,6	-2,800	Fine Gravel
SORTING (σ):	30192,0	78,42	3,404	4,421	2,144	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,772	-0,551	0,312	-2,132	2,132	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	1,949	1,733	2,041	0,384	0,384	Very Platykurtic

Σχήμα 53. Στατιστικές τιμές που προέκυψαν για το δείγμα PAM02 με τη χρήση του Gradistat.

Single Sample Data Input Screen

Sample Identity: **PAM03**

Analyst: **Dimokratis Bertis**

Date: **09/12/2023**

Initial Sample Weight(g): **9657**

Aperture (microns)	Class Weight Retained (%)
90000	
64000	8,87
31500	8,53
16000	7,55
8000	17,52150389
4000	11,2842893
2000	3,372063013
1000	3,277607466
500	7,757948892
250	19,53340703
125	9,61872316
63	1,180694332
	0,503762915

Σχήμα 54. Ο αρχικός πίνακας του Gradistat για το δείγμα PAM03 στον οποίον παρουσιάζονται στην αριστερή στήλη τα διάφορα μεγέθη κοσκίνων και στη δεξιά το ποσοστό συγκράτησης του κάθε ενός. Με άλλα λόγια ο πίνακας παρουσιάζει την ποσοστιαία αναλογία βάρους υλικού του αρχικού δείγματος που αντιστοιχεί σε κάθε μέγεθος κόκκων.

SIEVING ERROR: 1,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: PAM03			ANALYST & DATE: Dimokratis Bertis, 09/12/2023			
SAMPLE TYPE: Trimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel			
SEDIMENT NAME: Sandy Medium Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	375,0	1,500	GRAVEL: 57,7%	COARSE SAND: 7,8%		
MODE 2:	77000,0	-6,246	SAND: 41,8%	MEDIUM SAND: 19,7%		
MODE 3:	12000,0	-3,500	MUD: 0,5%	FINE SAND: 9,7%		
D ₁₀ :	226,0	-5,877		V FINE SAND: 1,2%		
MEDIAN or D ₅₀ :	5195,1	-2,377	V COARSE GRAVEL: 17,4%	V COARSE SILT: 0,1%		
D ₉₀ :	58749,6	2,146	COARSE GRAVEL: 7,8%	COARSE SILT: 0,1%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	260,0	-0,365	MEDIUM GRAVEL: 17,7%	MEDIUM SILT: 0,1%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	58523,6	8,022	FINE GRAVEL: 11,4%	FINE SILT: 0,1%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	40,43	-0,326	V FINE GRAVEL: 3,4%	V FINE SILT: 0,1%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	15886,8	5,337	V COARSE SAND: 3,3%	CLAY: 0,1%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetc	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	15936,2	3230,1	-1,692	3796,2	-1,925	Very Fine Gravel
SORTING (σ):	23383,1	8,183	3,033	8,445	3,078	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,678	-0,125	0,125	-0,165	0,165	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	4,551	1,809	1,809	0,682	0,682	Platykurtic

Σχήμα 55.. Στατιστικές τιμές που προέκυψαν για το δείγμα PAM03 με τη χρήση του Gradistat.

Single Sample Data Input Screen

Sample Identity: **PAM04**
 Analyst: **Dimokratis Bertis**
 Date: **09/12/2023**
 Initial Sample Weight(g): **5007**

Aperture (microns)	Class Weight Retained (%)
90000	
64000	22,68
31500	17,82
16000	24,86
8000	16,62438198
4000	1,952514031
2000	0,194506879
1000	0,400181617
500	1,006968628
250	3,310339565
125	5,646283425
63	3,161434778
	2,340597134

Σχήμα 56. Ο αρχικός πίνακας του Gradistat για το δείγμα PAM04 στον οποίον παρουσιάζονται στην αριστερή στήλη τα διάφορα μεγέθη κοσκίνων και στη δεξιά το ποσοστό συγκράτησης του κάθε ενός. Με άλλα λόγια ο πίνακας παρουσιάζει την ποσοστιαία αναλογία βάρους υλικού του αρχικού δείγματος που αντιστοιχεί σε κάθε μέγεθος κόκκων.

SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: PAM04			ANALYST & DATE: Dimokratis Bertis, 09/12/2023			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravel			
SEDIMENT NAME: Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	77000,0	-6,246	GRAVEL: 84,1%	COARSE SAND: 1,0%		
MODE 2:	23750,0	-4,489	SAND: 13,5%	MEDIUM SAND: 3,3%		
MODE 3:			MUD: 2,3%	FINE SAND: 5,6%		
D ₁₀ :	217,1	-6,275		V FINE SAND: 3,2%		
MEDIAN or D ₅₀ :	24316,7	-4,604	V COARSE GRAVEL: 40,1%	V COARSE SILT: 0,4%		
D ₉₀ :	77439,2	2,203	COARSE GRAVEL: 25,3%	COARSE SILT: 0,4%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	356,7	-0,351	MEDIUM GRAVEL: 16,6%	MEDIUM SILT: 0,4%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	77222,1	8,478	FINE GRAVEL: 2,0%	FINE SILT: 0,4%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	5,451	0,583	V FINE GRAVEL: 0,2%	V FINE SILT: 0,4%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	47654,0	2,447	V COARSE SAND: 0,4%	CLAY: 0,4%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	34036,0	12783,3	-3,676	17697,3	-4,145	Coarse Gravel
SORTING (σ):	27523,0	8,792	3,136	5,896	2,560	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	0,470	-1,746	1,746	-0,468	0,468	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	1,815	5,255	5,255	1,598	1,598	Very Leptokurtic

Σχήμα 57. Στατιστικές τιμές που προέκυψαν για το δείγμα PAM04 με τη χρήση του Gradistat.

Single Sample Data Input Screen

Sample Identity: **PAM05**

Analyst: **Dimokratis Bertis**

Date: **09/12/2023**

Initial Sample Weight(g): **2752**

Aperture (microns)	Class Weight Retained (%)
90000	
64000	
31500	
16000	
8000	
4000	
2000	0,0241
1000	0,0967
500	1,777
250	42,5652
125	45,0435
63	8,2325
	2,2606

Σχήμα 58. Ο αρχικός πίνακας του Gradistat για το δείγμα PAM05 στον οποίον παρουσιάζονται στην αριστερή στήλη τα διάφορα μεγέθη κοσκίνων και στη δεξιά το ποσοστό συγκράτησης του κάθε ενός. Με άλλα λόγια ο πίνακας παρουσιάζει την ποσοστιαία αναλογία βάρους υλικού του αρχικού δείγματος που αντιστοιχεί σε κάθε μέγεθος κόκκων.

SIEVING ERROR: 0,0%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: PAM05			ANALYST & DATE: Dimokratis Bertis, 09/12/2023			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Fine Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	187,5	2,500	GRAVEL: 0,0%		COARSE SAND: 1,8%	
MODE 2:			SAND: 97,7%		MEDIUM SAND: 42,6%	
MODE 3:			MUD: 2,3%		FINE SAND: 45,0%	
D ₁₀ :	120,0	1,190			V FINE SAND: 8,2%	
MEDIAN or D ₅₀ :	229,6	2,123	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 0,4%	
D ₉₀ :	438,2	3,059	COARSE GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 0,4%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,652	2,570	MEDIUM GRAVEL: 0,0%		MEDIUM SILT: 0,4%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	318,2	1,869	FINE GRAVEL: 0,0%		FINE SILT: 0,4%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,196	1,736	V FINE GRAVEL: 0,0%		V FINE SILT: 0,4%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	187,0	1,135	V COARSE SAND: 0,1%		CLAY: 0,4%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	268,0	214,9	2,218	231,5	2,111	Fine Sand
SORTING (σ):	137,6	1,978	0,984	1,715	0,779	Moderately Sorted
SKEWNESS (Sk):	3,171	-2,482	2,482	-0,082	0,082	Symmetrical
KURTOSIS (K):	46,93	13,18	13,18	0,934	0,934	Mesokurtic

Σχήμα 59. Στατιστικές τιμές που προέκυψαν για το δείγμα PAM05 με τη χρήση του Gradistat.

7.2. Παράρτημα 2- Φωτογραφίες από την δειγματοληψία υπαίθρου



Σχήμα 60. Το πεσμένο κτίριο στην κοίτη του ποταμού. i) Φωτογραφία μέσα από την κοίτη του ποταμού. ii) Φωτογραφία πάνω από την κοίτη του ποταμού. Με κόκκινο βέλος υποδεικνύεται το κτίριο που έχει καταρρεύσει.



Σχήμα 61. Έργα αποκατάστασης της καταστροφής στην κοίτη του ποταμού Πάμισου στο Μουζάκι το Δεκέμβριο του 2023. Στο βάθος φαίνονται τα στενά του Κόζιακα.



Σχήμα 62. Εικόνα από το σιδηροδρομικό σταθμό Μαγούλας λίγο έξω από το ομώνυμο χωριό. Παρατηρείται η εκτεταμένη καταστροφή λόγω της ορμής που είχε το νερό.



Σχήμα 63. Εικόνα από την κοίτη του ποταμού Πάμισου κατά τη διάρκεια αναμόχλευσης του δείγματος πριν τη συλλογή του.



Σχήμα 64. Εικόνα από την κοίτη του ποταμού Πάμισου κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας.

7.3. Παράρτημα 3- Φωτογραφίες από την εργαστηριακή ανάλυση



Σχήμα 65. Εργαλεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εργαστηριακή ανάλυση



Σχήμα 66. Κατά τη διάρκεια εφαρμογής της μεθόδου του σταυρού για τυχαίο διαχωρισμό του δείγματος.