



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους
στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής
νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.**

Κοτίνας Βασίλειος του Αναστασίου

Επιβλέπων: ΓΚΟΥΡΝΕΛΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ, Καθηγητής

**ΑΘΗΝΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2014**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

Κοτίνας Βασίλειος
Α.Μ.: 21131

Επιβλέπων: ΓΚΟΥΡΝΕΛΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ, Καθηγητής

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Γκουρνέλος Θεόδωρος, Καθηγητής
Ευελπίδου Νικολέττα-Νίκη, Αν. Καθηγήτρια
Σκιάνης Γεώργιος, Αν. Καθηγητής

Σεπτέμβριος 2014

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής ειδίκευσης είναι η μελέτη της επικινδυνότητας διάβρωσης εδάφους καθώς και του πλημμυρικού κινδύνου στο νησί της Σάμου. Η διερεύνηση και έρευνα σε βάθος των παραγόντων που επηρεάζουν τις προαναφερθείσες φυσικές καταστροφές, είναι ο πρωταρχικός στόχος της παρούσας εργασίας. .

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της είναι ο τοπογραφικός χάρτης και ο γεωλογικός χάρτης της Σάμου, τα δεδομένα του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Εδαφικής Κάλυψης CORINE (CORINE land cover project), στοιχεία Φυσικών Καταστροφών(αρχείο πλημμυρών - πυρκαγιών), μετεωρολογικά - κλιματολογικά στοιχεία, στοιχεία καλλιεργειών, δορυφορικές εικόνες LANDSAT 8 , καθώς και θεωρητικά στοιχεία πιθανοτήτων , στατιστικής αλλά και τεχνικών ασαφούς λογικής.

Αρχικά έγινε η επεξεργασία του τοπογραφικού και γεωλογικού χάρτη και των δεδομένων του προγράμματος Corine, με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π/G.I.S). Από την επεξεργασία δορυφορικών εικόνων επικαιροποιήθηκε ο χάρτης χρήσεων γης. Έγινε πλήρης μορφομετρική ανάλυση των λεκανών και δημιουργία πίνακα ,με τα μορφολογικά, γεωλογικά ,κλιματολογικά δεδομένα και τις χρήσεις γης για κάθε υδρολογική λεκάνη. Ακολούθησε η επεξεργασία με στατιστικές μεθόδους των δεδομένων και η παραγωγή των δύο μοντέλων επικινδυνότητας (διάβρωσης και πλημμυρικού κινδύνου) χρησιμοποιώντας και στοιχεία τεχνητής νοημοσύνης (ασαφής λογική στο μοντέλο εκτίμησης πλημμυρικού κινδύνου.

Η ανάλυση όλων αυτών των στοιχείων έδειξε ότι η Σάμος, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία τόσο στα τοπογραφικά,γεωλογικά όσο και στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά. Οι νεογενείς λεκάνες του νησιού είναι αυτές που εμφανίζουν την μεγαλύτερη επικινδυνότητα όσον αφορά τη διάβρωση του εδάφους ,αλλά και τον πλημμυρικό κίνδυνο. Η ανθρώπινη παρέμβαση δρα και συμβάλλει στην ένταση του φαινομένου αυτού με την πάροδο των χρόνων.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Σάμος

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Διάβρωση, Πλημμυρικός Κίνδυνος, Μορφομετρική ανάλυση, Μορφομετρικοί δείκτες, Γεωμορφολογία, Μοντελοποίηση

ABSTRACT

The aim of this master is the study of soil erosion and flood risk assessment on the island of Samos. The investigation of the factors that affect the aforementioned natural disasters, is the primary objective of the present work. The data used to complete this work are the topographic map and geological map of Samos, the data of the European Programme for Territorial Coverage CORINE (CORINE land cover project), evidence of Historic Natural Disaster events (floods and fires archives), weather - climatic data, satellite images (LANDSAT 8), and theoretical elements of probability, statistics and fuzzy logic techniques.

Initially, the topographic and geological map was processed and digitised, followed by the acquisition of the Corine Data. All of these were imported in a G.I.S. environment. From the analysis of satellite images the land use map was updated. A full morphometric analysis of river parameters was conducted and a table with the morphological, geological, climatic and land use data was retrieved for each catchment. Statistical analysis of these data was conducted and two models of hazard risk (erosion and flood risk) were produced, using data and artificial intelligence techniques (fuzzy logic to model flood risk). The analysis of all these data showed that Samos, presents great diversity both in topography, geology and in other characteristics. The Neogene basins of the island are those that have the greatest risk in terms of soil erosion and flooding. Human intervention intensifies and contributes to the intensity of these phenomena over the years.

SUBJECT AREA: Samos Island

Keywords Soil Erosion, Flood Risk Assessment, Morphometric Analysis, Geomorphology, Natural Hazards Modelling

Περιεχόμενα

Πρόλογος	7
Εισαγωγή	8
1. Περιοχή Μελέτης	9
1.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά	9
1.2 Γεωμορφολογία.....	10
1.3. Γεωμορφές της Σάμου	13
1.4. Κλιματολογικά στοιχεία	15
2. Γεωλογία -Τεκτονική	19
2.1.Εισαγωγή.....	19
2.2 Κατηγορίες Πετρωμάτων.....	19
2.3 Η δομή της Σάμου	21
2.4. Γενικές γεωλογικές παρατηρήσεις στις δυο κύριες λεκάνες	30
2.5.Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Σάμου κατά το Νεογενές.	34
2.6.Πρόσφατη Τεκτονική εξέλιξη	35
3. Σεισμικότητα	37
4. Βλάστηση	38
5. Υδροβιότοποι	41
5.1.Ο υδροβιότοπος της Αλυκής.....	41
5.2.Το έλος Μεσοκάμπου	41
5.3.Μικρή και Μεγάλη Γλυφάδα και το έλος της Χώρας.	42
6.Το έδαφος	43
6.1.Η Διάβρωση του εδάφους	44
6.2. Μοντέλα διάβρωσης του εδάφους.....	46
7. Πλημμύρες	47
7.1 Εισαγωγή.....	47
7.2 Τύποι πλημμυρών	47
7.3 Αίτια πλημμυρών	49
7.4 Επιπτώσεις των πλημμυρών	50
7.5 Πλημμύρες στη Μεσόγειο και στον Ελληνικό χώρο.....	51
8. Σκοπός και Μεθοδολογία	53
9. Ανάλυση Δεδομένων-Αποτελέσματα	54
9.1. Τοπογραφικά δεδομένα	54
9.2.Γεωμορφολογία.....	59
9.3. Μορφομετρία- Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά.....	62
9.4. Επεξεργασία κλιματολογικών στοιχείων	64
9.5. Γεωλογία -Λιθολογία	70

9.6. Επεξεργασία Δορυφορικών εικόνων	72
9.7. Χρήσεις Γης	80
9.8. Δημιουργία Βάσης Δεδομένων	82
10. Μοντελοποίηση επικινδυνότητας διάβρωσης και πλημμυρικού κινδύνου	98
10.1. Μοντέλο εκτίμησης επικινδυνότητας διάβρωσης	98
10.2. Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας	101
11. Αναλυτική Μελέτη Κυριότερων Λεκανών	108
11.1. Μεγάλο Ρέμα Καρλοβασίου	108
11.2. Φουρνιώτικο Ρέμα	110
11.3. Ρέμα Ηραίου	112
11.4. Ρέμα Μελέτη (Δυτικό Ρέμα Κάμπου Μαραθοκάμπου)	114
11.5) Διχαλόμεμα	115
Συμπεράσματα	117
Παράρτημα	119
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	123

Πρόλογος

Η Διπλωματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού "Γεωγραφίας-Κλιματολογίας" του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλλαν ώστε να περατωθεί η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία. Και ιδιαίτερα:

Τον επιβλέποντα Καθηγητή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Θεόδωρο Γκουρνέλο, για την ανάθεση του θέματος, την πολύτιμη βοήθεια στην υλοποίηση του και τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής εργασίας. Τον ευχαριστώ για το χρόνο που αφιέρωσε για το σκοπό αυτό, για την καθοδήγηση ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία, καθώς και για τις πολλές ευκαιρίες που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Γεώργιο Σκιάνη, για την επιστημονική καθοδήγηση του σε θέματα επεξεργασίας δορυφορικής εικόνας, στην επιλογή της μεθοδολογίας επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων, και για τις επισημάνσεις και διορθώσεις της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής εργασίας.

Την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Νίκη Ευελπίδου, για την παροχή πολύτιμων ψηφιακών δεδομένων, τη συνεχή και αμέριστη βοήθεια σε θέματα που αφορούσαν Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και για τις σημαντικές παρατηρήσεις και διορθώσεις καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Την ευχαριστώ για τον χρόνο που διέθεσε, το πνεύμα δημιουργικής συνεργασίας, καθώς, και για τις πολλές ευκαιρίες που μου προσέφερε καθ' όλη την συνεργασία μας.

Επιπροσθέτως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Πούλο Σεραφείμ, Αναπληρωτή Καθηγητή του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου για την παροχή πολύτιμων συμβουλών, καθώς και την άψογη συνεργασία μας μέχρι και σήμερα.

Τα μέλη ΔΕΠ και τους ΕΔΙΠ του τομέα Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, για την παροχή πολύτιμων συμβουλών και βιβλιογραφικών αναφορών.

Τους υπαλλήλους της Ε.Μ.Υ. και της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας Σάμου για την παροχή δεδομένων, ώστε να ολοκληρωθεί επιτυχώς η παρούσα εργασία. Όλους τους φίλους, συμφοιτητές και λοιπούς συνεργάτες για το πνεύμα ομαδικότητας και συνεργασίας

Οι τελικές μου ευχαριστίες προορίζονται για την οικογένεια μου και ιδιαίτερα τους γονείς μου (Αναστασίου και Ρίτσας) για την απεριόριστη ηθική και υλική υποστήριξη κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Εισαγωγή

Οι φυσικές καταστροφές οι οποίες πλήττουν συχνά τον πλανήτη μας, έχουν σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, ενώ συχνά προκαλούν απώλειες ανθρωπίνων ζωών. Τις **σπουδαιότερες φυσικές καταστροφές** συνιστούν οι **σεισμοί, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, οι πλημμύρες και οι τυφώνες**.

Σε πολλές χώρες του κόσμου, οι **πλημμύρες** που προκαλούνται από υπερχείλιση ποταμών κατέχουν την πρώτη θέση ανάμεσα στα φυσικά καταστροφικά φαινόμενα από άποψη πρόκλησης ζημιών. Με την αύξηση του πληθυσμού, την ανάπτυξη και την δημιουργία νέων αστικών κέντρων και την κατασκευή τεχνικών έργων παρατηρείται αύξηση των φαινομένων.

Οι περιοχές που πλημμυρίζουν είναι πολύ εύφορες και έτσι συνήθως είναι πολύ πυκνοκατοικημένες. Συχνά φιλοξενούν μεγάλες πόλεις οι οποίες χρησιμοποιούν το νερό του ποταμού για την ύδρευση και τη βιομηχανία, οι δε εκβολές του ποταμού χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία λιμανιών ή και τη μεταφορά αγαθών προς την ενδοχώρα.

Η **διάβρωση** επίσης είναι μια σημαντική φυσική καταστροφή, καθώς οδηγεί στην απομάκρυνση του εδάφους και στην ερημοποίηση μιας περιοχής. Ενισχύεται από την υποβάθμιση των δασών και των δασικών εκτάσεων. Η παρουσία βλάστησης παίζει καθοριστικό ρόλο στη συγκράτηση του εδάφους, ενώ όταν έχουμε υποβάθμιση της λόγω πυρκαγιών ή άλλων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, το έδαφος απομακρύνεται από την περιοχή μέσω των διαδικασιών της αποσάθρωσης και διάβρωσης. Χωρίς τη παρουσία εδάφους η βλάστηση δε μπορεί να αναπτυχθεί και η περιοχή οδηγείται σε ερημοποίηση.

Στο νησί εκδηλώνονται συχνά **πυρκαγιές** σε δασικές εκτάσεις, οι οποίες σε συνδυασμό με άλλες ανθρωπίνες δραστηριότητες οδηγούν σε αύξηση των φαινομένων της διάβρωσης αλλά και της εκδήλωσης πλημμυρικών γεγονότων. Μεγάλες πλημμύρες σε ρέματα είναι πολύ συχνές και δημιουργούν καταστροφές στους οικισμούς και τις καλλιέργειες. Η υποβάθμιση των δασικών εκτάσεων προκαλεί σημαντικά φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους σε αρκετά σημεία του νησιού.

1. Περιοχή Μελέτης

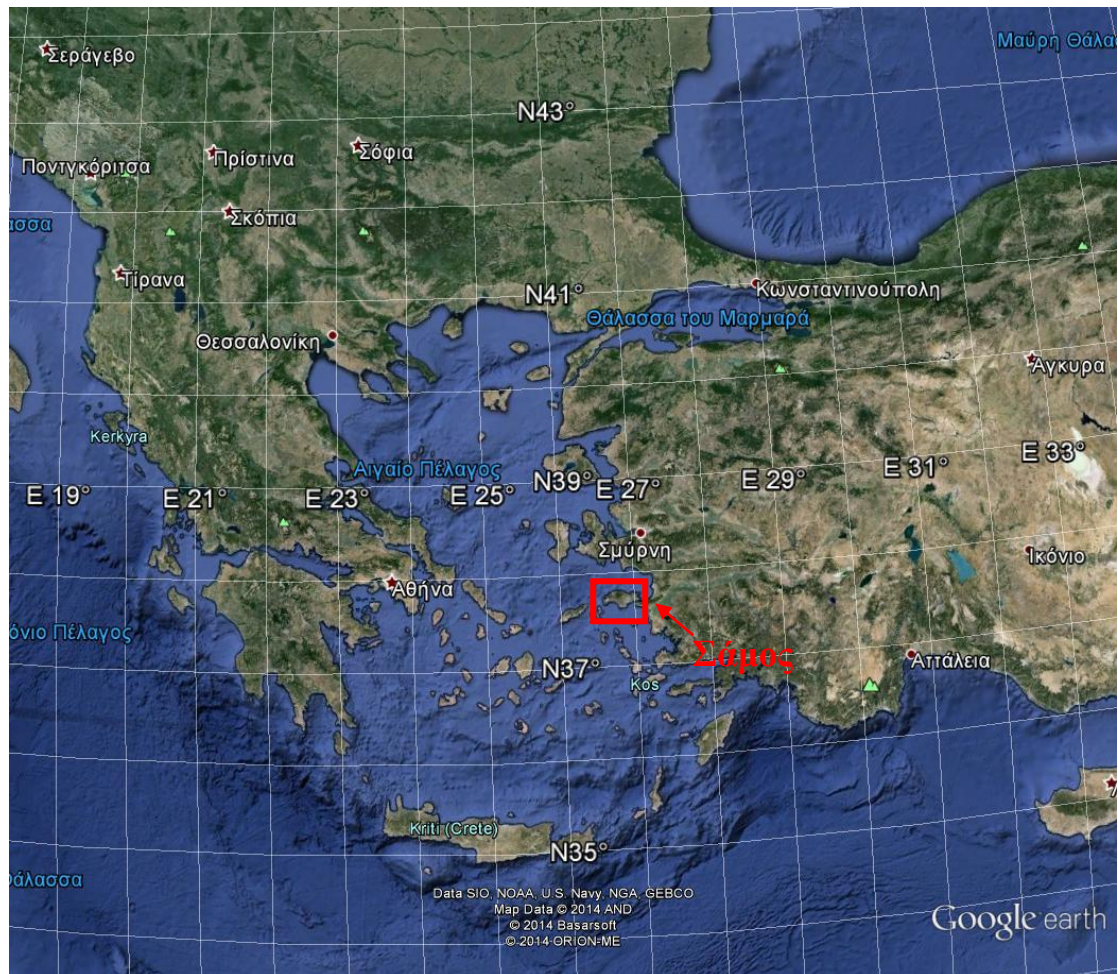
1.1 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Η Σάμος βρίσκεται στο ανατολικό **τμήμα του Αιγαίου πελάγους**, και ειδικότερα στο ανατολικότερο τμήμα του Ικάριου πελάγους κοντά στα παράλια της Μικράς Ασίας μεταξύ των παραλλήλων $37^{\circ} 48' \text{ B}$ και $37^{\circ} 38' \text{ B}$ και των μεσημβρινών $26^{\circ} 33' \text{ E}$ και $27^{\circ} 04' \text{ E}$. Ανατολικά της βρίσκεται η Μικρά Ασία από την οποία χωρίζεται με τον πορθμό της Μυκάλης(ή επταστάδιο πορθμό), με ελάχιστο πλάτος 1650 μέτρα περίπου. Βόρεια βρίσκεται η χερσόνησος της Ερυθραίας, βορειοδυτικά η Χίος, δυτικά η Ικαρία , βορειοδυτικά το σύμπλεγμα των Φούρνων και νότια τα Δωδεκάνησα, από τα οποία τα πλησιέστερα είναι το Αγαθονήσι οι Αρκοί και η Πάτμος.

Είναι το όγδοο σε μέγεθος νησί της Ελλάδας και η έκτασή της είναι $477,4 \text{ km}^2$. Το 69,6% της επιφάνειας της ανήκει σε ορεινές περιοχές, το 22%, σε ημιορεινές ενώ μόλις το 8,4%, σε πεδινές. (Vasilopoulos,2008). Τα κοντινότερα νησιά είναι, οι Φούρνοι σε απόσταση 3,5 ν.μ, η Ικαρία σε απόσταση 10 ν.μ, η Πάτμος απέχει 19 ν.μ και η Χίος 35,7 ν.μ .

Το σχήμα του νησιού είναι μακρόστενο με διεύθυνση του μεγάλου άξονα από Δυτικά προς Ανατολικά. Το μέγιστο μήκος του νησιού, είναι 44,3km (από το ακρωτήριο Κατάβαση μέχρι το ακρωτήριο Γάτος), ενώ το πλάτος του νησιού, από βορρά προς νότο, είναι 19km (στο κεντρικό τμήμα του νησιού). Το συνολικό μήκος της ακτογραμμής της Σάμου ανέρχεται σε 159 Km.

Η Σάμος έχει 32.974 κατοίκους(απογραφή 2011) και μετά την συνένωση των δήμων Βαθέος, Καρλοβασίου, Πυθαγορείου και Μαραθοκάμου (από το πρόγραμμα Καλλικράτης) πλέον αποτελείται από έναν δήμο, το Δήμο Σάμου, με πρωτεύουσα την Σάμο και ιστορική έδρα το Βαθύ. (<http://el.wikipedia.org>). Οι μεγαλύτερες δημοτικές ενότητες από άποψη πληθυσμού είναι η δημοτική ενότητα Καρλοβασίου (6869 κατοίκους), η δημοτική ενότητα Σάμου (6251 κατοίκους), η δημοτική ενότητα Βαθέος (3147 κατοίκους), η δημοτική ενότητα Μυτιληνίων (2107 κατοίκους), η δημοτική ενότητα Μαραθοκάμπου (1900 κατοίκους) και η δημοτική ενότητα Πυθαγορείου (1500 κατοίκους).



Σχήμα 1.1 : Η θέση της Σάμου στον Ελλαδικό χώρο. (Google Earth)

1.2 Γεωμορφολογία

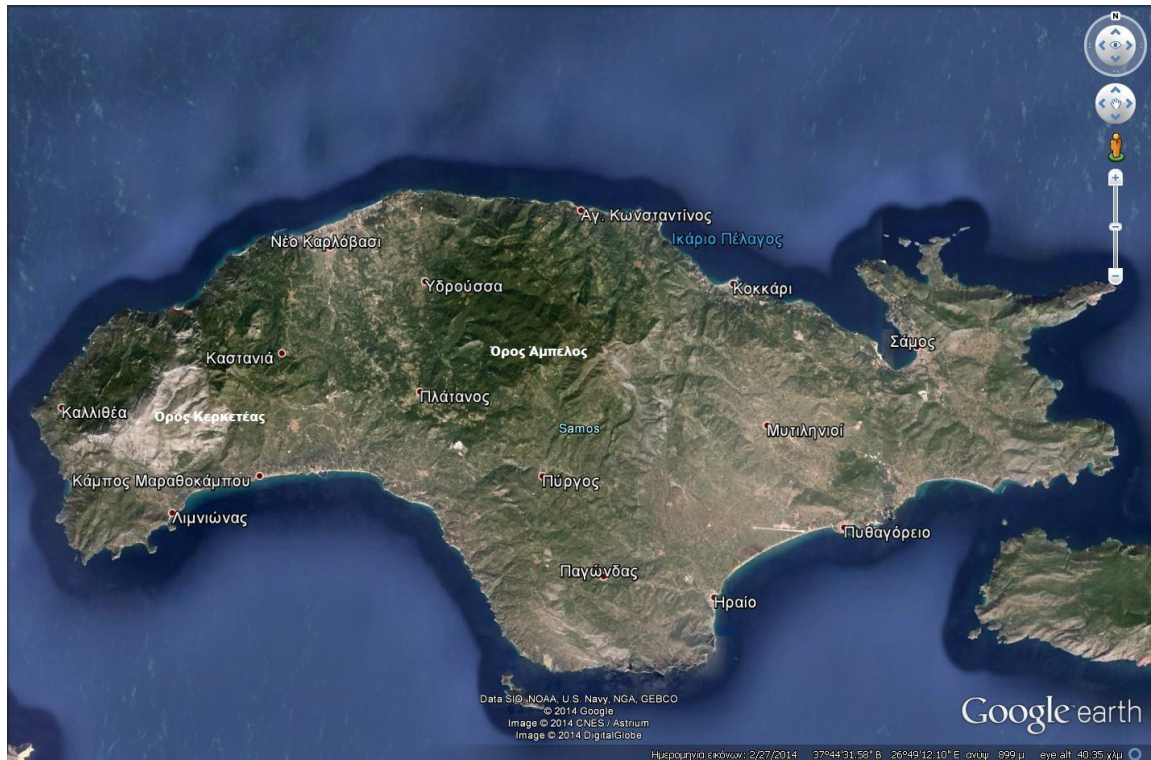
1.2.1. Μορφολογία

Η Σάμος είναι ορεινή και η μορφολογία του νησιού χαρακτηρίζεται από δυο κύριους ορεινούς όγκους. Το νησί χωρίζεται σε δυο ίσα μέρη, από τον ορεινό όγκο της **Αμπέλου** (Καρβούνης), ο οποίος καταλαμβάνει το κεντρικό τμήμα του νησιού, και έχει μέγιστο υψόμετρο 1160 μέτρα. Στο νότιο κεντρικό τμήμα, και σαν προέκταση της **Αμπέλου** υπάρχει ένας μικρότερος ορεινός όγκος, το όρος Μπουρνιάς (747 μ). Στα δυτικά βρίσκεται ο μεγαλύτερος ορεινός όγκος του νησιού, ο **Κερκετέας** (1443 μ ύψος). Στα ανατολικό άκρο του νησιού υπάρχει ένας χαμηλός ορεινός όγκος, ο ορεινός όγκος **Καμάρας - Ζωοδόχου Πηγής** (Σταματάκης, 1986) με υψόμετρο 433 m ο οποίος χαρακτηρίζεται από καρστικούς σχηματισμούς. (Riedl, 1989) και ανάμεσα στους δυο κύριους ορεινούς όγκους, υπάρχουν διάσπαρτοι λοφώδεις σχηματισμοί.

Ανάμεσα στον Κερκετέα και την Άμπελο βρίσκεται η **λεκάνη Καρλοβασίου** (η οποία εκτείνεται από το Καρλόβασι μέχρι τον Μαραθόκαμπο). Ανατολικά του ορεινού όγκου της Αμπέλου βρίσκεται η μεγαλύτερη λεκάνη της περιοχής,

Λεκάνη των Μυτιληνίων, η οποία βρίσκεται στην Νοτιανατολική πλευρά του νησιού και περικλείεται από τα χωριά Χώρα, Πυθαγόρειο, Μύλοι και Παγώνδας (**Εικόνα 1.1**). Οι νεοτεκτονικές αυτές λεκάνες έχουν διεύθυνση Βορράς-Νότος (Gournelos, 2001).

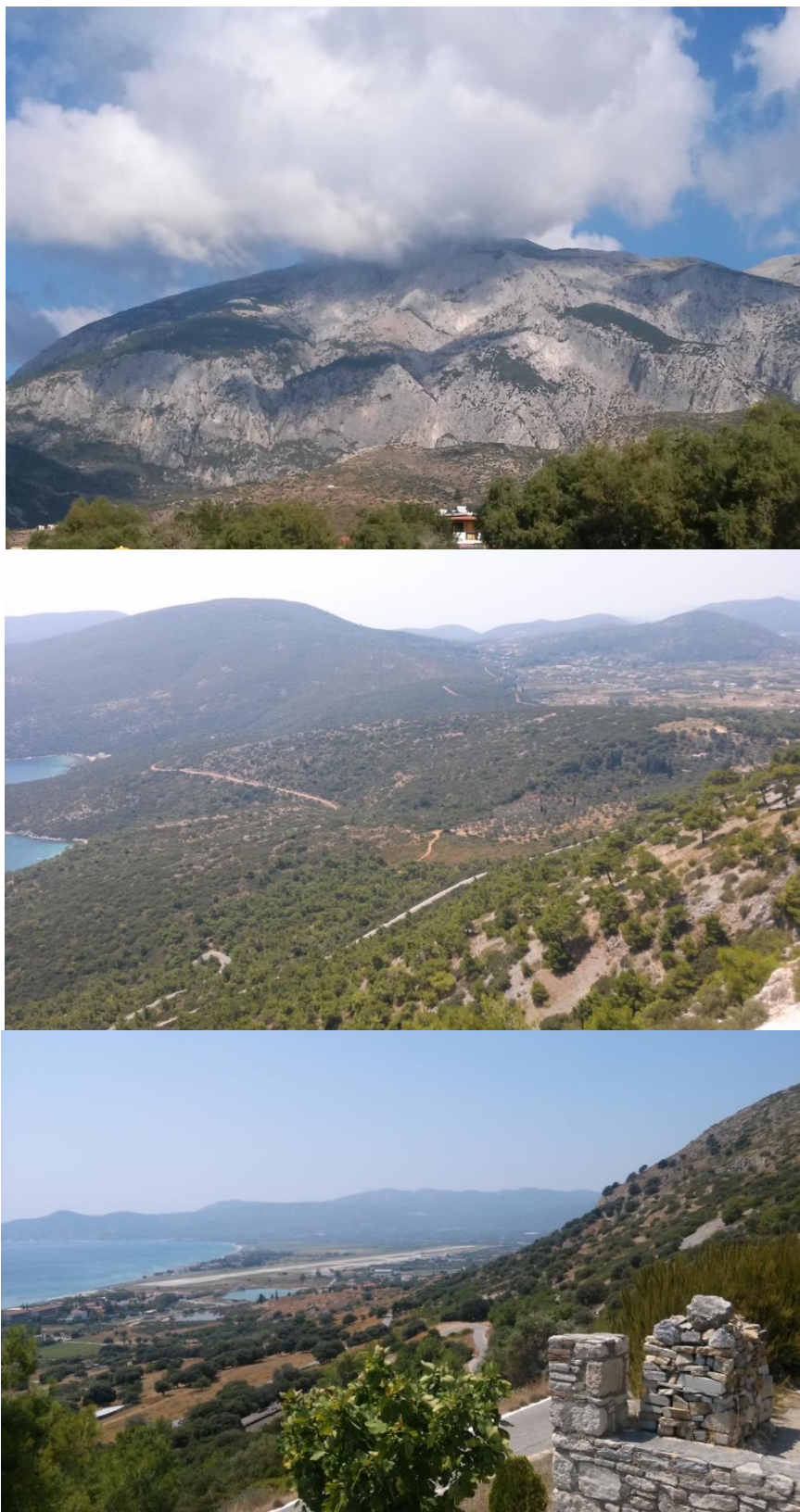
Ο Κερκετέας αποτελείται από μάρμαρα, έχει απότομες κλίσεις και είναι γυμνός από βλάστηση, ενώ εμφανίζονται πολλές καρστικές γεωμορφές (υπάρχουν πολλές σπηλιές μικρές και μεγάλες, άλλες προσβάσιμες και άλλες όχι). Η Άμπελος αντίθετα αποτελείται από σχιστόλιθους, έχει μεσαίες κλίσεις και πυκνή βλάστηση.



Σχήμα 1.2: Δορυφορική εικόνα της νήσου Σάμου, όπου διακρίνονται οι δυο κύριοι ορεινοί όγκοι και οι ενδιάμεσες νεογενείς λεκάνες (Google Earth)

Ο μεγαλύτερος κόλπος της νήσου είναι αυτός της Σάμου. Στα παράλια του νησιού υπάρχουν και πολυάριθμοι μικρότεροι κόλποι.

Η βαθυμετρία της περιοχής είναι ήπια στο μεγαλύτερο κομμάτι του νησιού με βάθη 50-200 μέτρα. Στο βόρειο κομμάτι του νησιού υπάρχει μια μεγάλη θαλάσσια λεκάνη βάθους μεγαλύτερου από 1000 μέτρα. (Stiros, 1998)



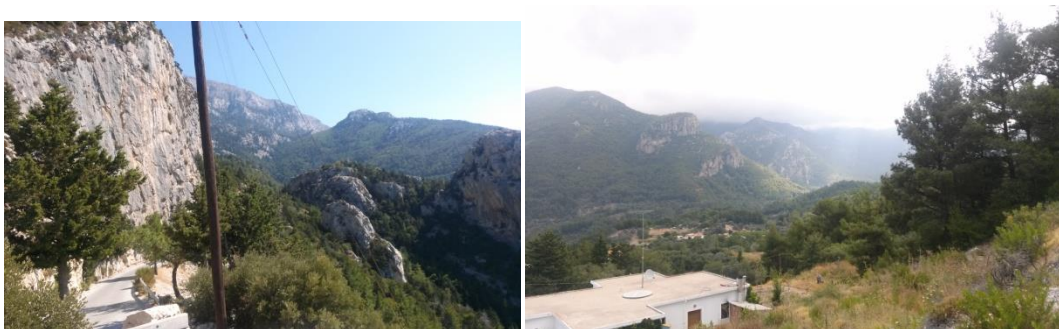
Εικόνα 1.1: α) Όρος Κερκετέας (Δυτική Σάμος).
β) Περιοχή Ζωοδοχου Πηγής.
γ) Λεκάκη Μυτιληνίων (περιοχή Πυθαγορείου)

1.2.2. Υδρογραφικό δίκτυο

Η Σάμος δεν έχει σημαντικούς ποταμούς ή λίμνες. Υπάρχουν κυρίως **χείμαρροι** που διατηρούν νερό μόνο το χειμώνα, οι περισσότεροι εκ των οποίων πηγάζουν από τον ορεινό όγκο της Αμπέλου. Υπάρχουν κάποια ρέματα που έχουν νερό ακόμη και τον Αύγουστο. Το Βορειοδυτικό μέρος του νησιού είναι ορεινό και χαρακτηρίζεται από πλαγιές με πολύ μεγάλες κλίσεις, χείμαρρους με απότομες κλίσεις και μικρό σχετικά πλάτος και μήκος, καθώς και ποτάμιες αναβαθμίδες. Οι κοιλάδες των ποταμών έχουν **σχήμα V**, υπάρχουν σημεία κάμψης σε πολλά σημεία, κάτι που αποδεικνύει ότι στα Βορειοδυτικά έχουμε δημιουργία ενός νέου ανάγλυφου εξαιτίας της τεκτονικής, ενώ η έντονη **κατά βάθος διάβρωση** από τους χείμαρρους της περιοχής δημιουργεί το τελικό ανάγλυφο της περιοχής.

Στο κεντρικό τμήμα της Σάμου έχουμε ορεινό ανάγλυφο, δημιουργία υδρογραφικού δικτύου με μεγαλύτερο μήκος και πλάτος, μεσαίες κλίσεις και κοιλάδες σχήματος V (**Εικ.1.2**). Στα χαμηλότερα τμήματα των ρεμάτων και όπου η μορφολογία το ευνοεί έχουμε σημαντικές **αποθέσεις τεταρτογενών** (λεκάνες Καρλοβασίου, Ηραίου, Μαραθοκάμπου)

Στο ανατολικό τμήμα (ορεινός όγκος Ζωοδόχου Πηγής) έχουμε ήπιο ανάγλυφο με μικρές κλίσεις, ενώ το υδρογραφικό δίκτυο είναι περιορισμένο, λόγω της λιθολογίας στη περιοχή (καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι), η οποία ευνοεί την υπόγεια απορροή.



Εικόνα 1.2:α) Απότομες κοιλάδες μικρού εύρους στο Βορειοδυτικό τμήμα
β) Ομαλότερη και ευρύτερη κοιλάδα στη περιοχή της Αμπέλου (Φουρνιώτικο ρέμα)

1.3. Γεωμορφές της Σάμου

Είναι εμφανές ότι η τοπογραφία της Σάμου επηρεάζεται έντονα από διαδικασίες **διάβρωσης, αποσάθρωσης και καρστικοποίησης** οι οποίες εξαρτώνται από τη βροχόπτωση, τη **λιθολογία** (οι σχιστόλιθοι διαβρώνονται πιο εύκολα από τους ασβεστόλιθους) και **άλλους παράγοντες** (βλάστηση, τεκτονική, ορυκτολογική σύσταση κ.α).

Στη Σάμο συναντάμε πολλές γεωμορφές, οι κυριότερες εκ των οποίων είναι:

1) Μορφές από διάβρωση εδάφους -

Το έδαφος διαβρώνεται στα σημεία όπου έχουμε ροή νερού (ή πολύ δυνατούς ανέμους), δημιουργώντας μικρά ρέματα, με διαστάσεις κάποιων εκατοστών ("rills") ή ακόμα μεγαλύτερα όταν αυτά συνενώνονται ("gullies"). Οι αναβαθμίδες που υπάρχουν στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και η πυκνή

βλάστηση σε μεγάλη έκταση του νησιού δεν επιτρέπουν τη δημιουργία αυτών των μορφών διάβρωσης. Αντίθετα σε καμένες εκτάσεις ευνοείται η εμφάνιση τους.

2) Επιφάνειες επιπέδωσης

Οι επιφάνειες επιπέδωσης βρίσκονται σε ορεινές περιοχές, και χαρακτηρίζονται από πολύ μικρές κλίσεις. Δημιουργούνται από την αποσάθρωση και τη διάβρωση σε χαμηλό υψόμετρο. Λόγω τεκτονικής, έχουμε άνοδο της περιοχής της επιφάνειας επιπέδωσης σε μεγαλύτερο υψόμετρο, οπότε ξεκινάει και πάλι η διαδικασία της διάβρωσης με μικρότερο ρυθμό.

Διακρίνονται 4 επιφάνειες στο νησί της Σάμου: (Vasilopoulos, 2008)

- α) Σε υψόμετρο 1400 μέτρα στον Κερκετέα
- β) Σε υψόμετρο 800-1000 μέτρα στην Άμπελο
- γ) Σε υψόμετρο 500-700 μέτρα στις ανατολικές παρυφές του Κερκετέα
- δ) Σε υψόμετρο 200-450 μέτρα σε διάφορες περιοχές σε ολόκληρη τη Σάμο.

3) Φαράγγια

Τα φαράγγια είναι στενές κοιλάδες με πολύ μεγαλύτερο ύψος από ότι πλάτος. Δημιουργούνται σε περιοχές όπου υπάρχει ζώνη ρηγμάτων, καθώς αυτή η ζώνη ευνοεί την διάβρωση κατά μήκος αυτής.

4) Καρστικές γεωμορφές

Οι καρστικές γεωμορφές δημιουργούνται από τη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων από το νερό, το οποίο περιέχει CO_2 ($\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$). Συναντάμε πολλές γεωμορφές όπως δακτυλογλυφές, αμαξοτροχιές, μικρά έγκοιλα, καταβόθρες, σπήλαια κ.α ειδικά στα δυο άκρα του νησιού (ανατολικό και δυτικό) όπου έχουμε μεγάλες εμφανίσεις ασβεστολίθων



Εικόνα 1.3: α) Καταβόθρα στην περιοχή των Δρακαίων (δυτικά)
β) Σπηλιά κοντά στο Πυθαγόρειο (ανατολικά)

1.4. Κλιματολογικά στοιχεία

Το κλίμα της Σάμου είναι σχετικά **θερμό και υγρό** εξαιτίας της θέσης της (περιβάλλεται από θάλασσα και είναι κοντά στη Μικρά Ασία) και λόγω των πυκνών δασών. Χαρακτηρίζεται σαν **εύκρατο Μεσογειακό - γλυκό**, με ήπιο υγρό χειμώνα και παρατεταμένο ξηρό και θερμό καλοκαίρι. Η άνοιξη έχει μικρή διάρκεια. Από το Μάιο έχουμε μεγάλη άνοδο της θερμοκρασίας που διατηρείται σε υψηλά μέχρι και τον Σεπτέμβριο, ενώ την ίδια περίοδο οι βροχοπτώσεις είναι ελάχιστες.

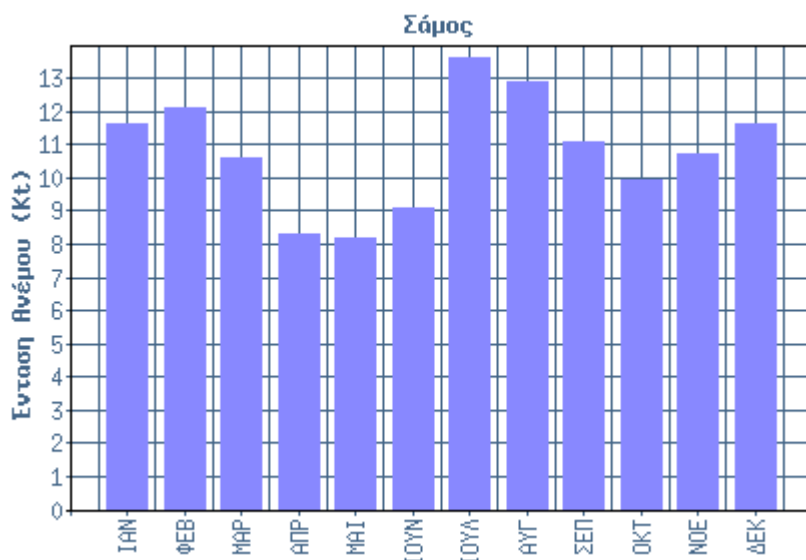
Τα στοιχεία, που χρησιμοποιούνται για την εξέταση των επιμέρους παραγόντων του κλίματος, προέρχονται από μετρήσεις του **Μετεωρολογικού Σταθμού Σάμου**. Ο σταθμός αυτός είναι εγκατεστημένος στην περιοχή του αεροδρομίου, σε γεωγραφικό πλάτος 37°42', γεωγραφικό μήκος 26°55' και υψόμετρο 5 m. Το ανάγλυφο, το υψόμετρο ο προσανατολισμός και πολλοί ακόμα παράγοντες συντελούν στη δημιουργία πλήθους μικροκλίματων στις διάφορες περιοχές. Από τη διεύθυνση Γεωργίας Σάμου έχει στηθεί ένα δίκτυο με αρκετούς σταθμούς, οι οποίοι όμως παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα, ενώ και η εγκυρότητα των μετρήσεων είναι αμφίβολη (κυρίως όσον αφορά το ύψος βροχής). Για αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα του σταθμού της Ε.Μ.Υ., τα οποία θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά για όλη την περιοχή.

1.4.1.Ανεμολογικό καθεστώς

Η περιοχή μελέτης επηρεάζεται από ανέμους, κυρίως βοριάδες. Από τις παρατηρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας στη Σάμο φαίνεται ότι οι επικρατούντες άνεμοι είναι οι **Βορειοί** με ετήσια συχνότητα 42% και ακολουθούν οι Νότιοι με συχνότητα 10% ,ενώ νηνεμία υπάρχει στο 22% του έτους. Η **μέγιστη ένταση** των ανέμων είναι 10 Beaufort ενώ η μέση ένταση για όλο το έτος είναι 10 kt (3 Beaufort). Οι κατανομή των μέγιστων εντάσεων και διευθύνσεων φαίνονται στον **Πίνακα 1** και στο **Σχήμα 1.3**

Πίνακας 1 : Μέση Μηνιαία ένταση και διεύθυνση ανέμων (πηγή: www.hnms.gr)

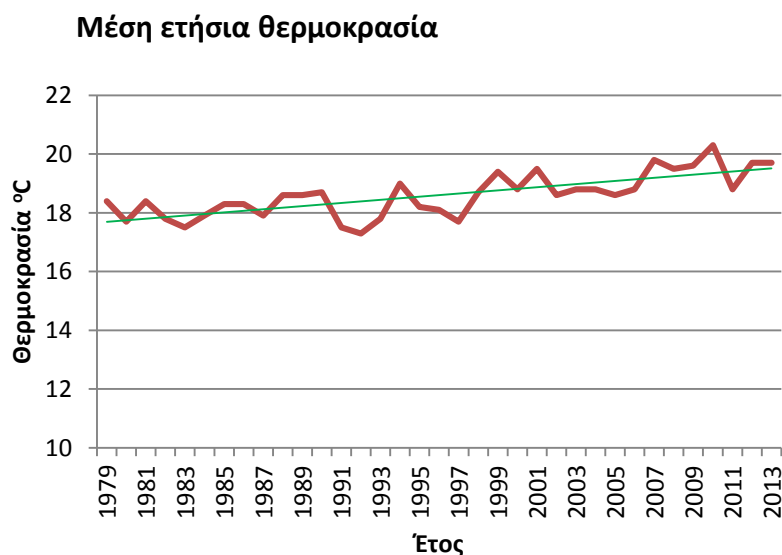
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	Β	Β	Β	Β	Β	Β	Β	Β	Β	Β	Β
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων(kt)	11.6	12.1	10.6	8.3	8.2	13.6	12.9	11.1	9.9	10.7	11.6



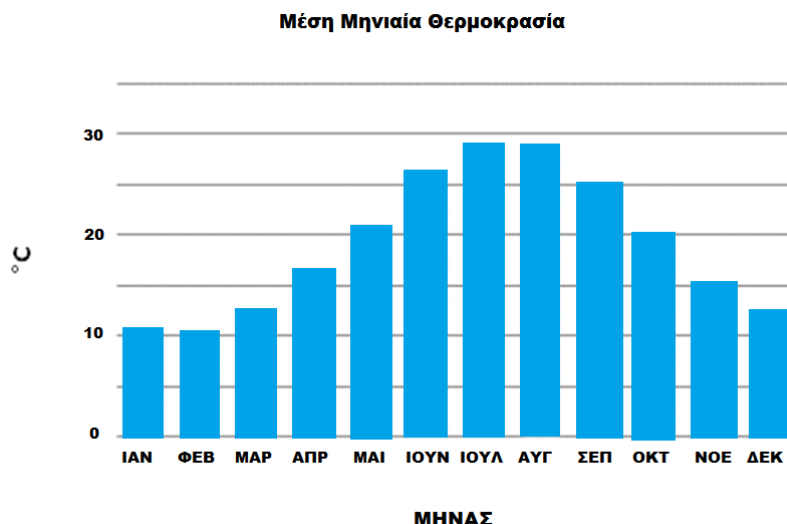
Σχήμα 1.3: Κατανομή μέσης έντασης ανέμων στη διάρκεια του έτους (πηγή: www.hnms.gr)

1.4.2.Θερμοκρασία

Η μέση θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης όπως προκύπτει από τα στοιχεία της ΕΜΥ για τα έτη 1978-2013 είναι 18,7 °C(Σχ.1.4) Όπως παρατηρούμε έχουμε σταδιακή άνοδο της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας από το 1979 έως το 2013. Η θερμοκρασία εμφανίζει μέγιστη τιμή τον μήνα Ιούλιο με μέση μέγιστη θερμοκρασία τους 28,8 °C. Τις μικρότερες τιμές θερμοκρασίας έχουμε κατά τον μήνα Φεβρουάριο με μέση ελάχιστη τιμή τους 10,3 °C όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.5.



Σχήμα 1.4: Μέση Ετήσια θερμοκρασία και γραμμή τάσης για τα έτη 1978-2013 (πηγή πρωτογενών δεδομένων: Ε.Μ.Υ.)



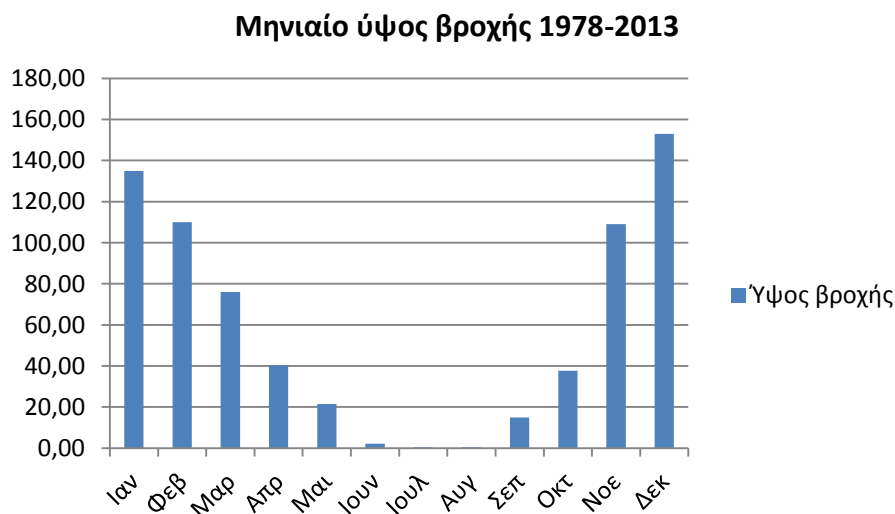
Σχήμα 1.5: Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία (πηγή δεδομένων : Ε.Μ.Υ)

1.4.3.Σχετική Υγρασία

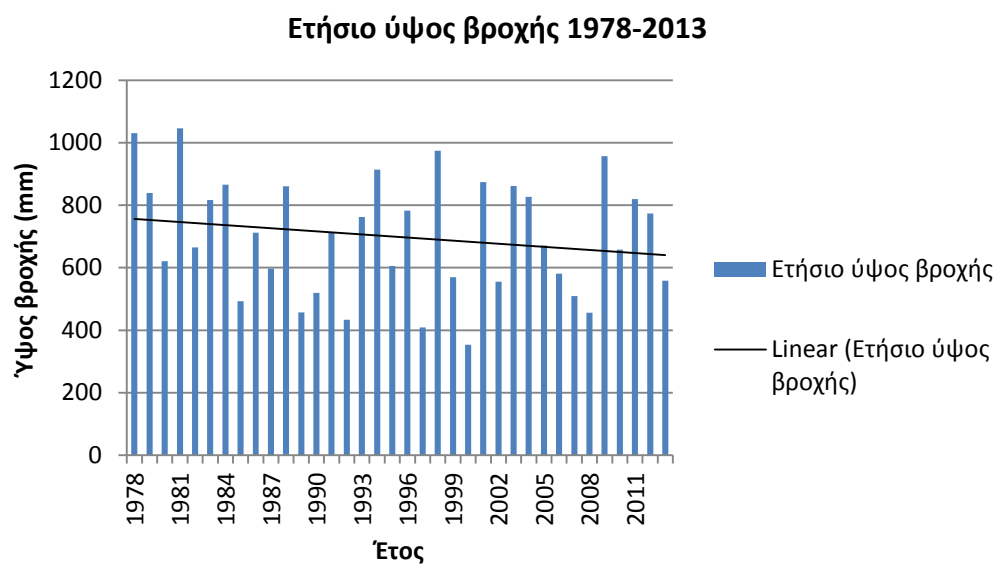
Η μέση σχετική υγρασία είναι 60,5%. Τα στοιχεία της Ε.Μ.Υ. δείχνουν ότι μέγιστες τιμές έχουμε τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο με σχετική υγρασία 69,2% και 71,8% αντίστοιχα, ενώ ελάχιστες τιμές κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο με σχετική υγρασία 43,7% και 45,1% αντίστοιχα.

1.4.4. Βροχόπτωση

Για την περίοδο 1978-2013 τα στοιχεία για την βροχόπτωση από τον μετεωρολογικό σταθμό της Ν. Σάμου δείχνουν ότι μέγιστες τιμές βροχόπτωσης έχουμε τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο με συνολικό ύψος βροχής 134,9mm και 153 mm αντίστοιχα, ενώ ελάχιστες τιμές κατά τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο με συνολικό ύψος βροχής 0,4 mm.(**Σχ.1.6**). Το μέσο ύψος βροχής είναι 698,6 mm/έτος όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 1.7**. (Πηγή : Ε.Μ.Υ.).



Σχήμα 1.6: Μηνιαίες μέσες τιμές ύψους βροχής για τα έτη 1978-2013 (πηγή πρωτογενών δεδομένων: Ε.Μ.Υ.)



Σχήμα 1.7: Ετήσιο ύψος βροχής για την περίοδο 1978-2013 (πηγή πρωτογενών δεδομένων: Ε.Μ.Υ.)

2. Γεωλογία -Τεκτονική

2.1.Εισαγωγή

Η γεωλογία της Σάμου έχει γίνει αντικείμενο μελέτης από τα μέσα του 19ου αιώνα. Οι Spratt(1847), Nasse (1875) και Stefani et al ήταν οι πρώτοι που έδωσαν κάποιες πληροφορίες σχετικά με τη γεωλογία της περιοχής. Ο Schlosser (1904) μελέτησε τα παλαιοντολογικά ευρήματα της Σάμου. Ο Butz (1912) μελέτησε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τη γεωλογία της περιοχής και πιο συγκεκριμένα τα ηφαιστειακά πετρώματα της νήσου. Ο Schneider (1914) ακολούθησε εξετάζοντας κυρίως τους κρυσταλλικούς σχιστολίθους.

Ο Karageorgiou (1947) εξέτασε τα ηφαιστειακά πετρώματα στην περιοχή του Πλατάνου, ο Phillipson (1959) μελέτησε την ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου, ενώ ο Guernet (1972) συσχέτισε τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Σάμου με τα αντίστοιχα της Νότιας Εύβοιας και Αττικής.

Ο Theodoropoulos (1979, a,b) συνέταξε **γεωλογικό χάρτη** της νήσου κλίμακας 1:50.000, μελέτησε το μεταμορφωμένο υπόβαθρο της Σάμου και προσδιόρισε την ηλικία των ηφαιστειακών πετρωμάτων, ενώ ο Παρανίκολαου (1979) μελέτησε τις φάσεις παραμόρφωσης του μεταμορφωμένου υποβάθρου και διέκρινε τις **4 ενότητες** των οποίων προσδιόρισε τη θέση και την λιθολογία: **Κερκετέα, Αμπέλου, Βουρλιωτών και Καλλιθέας**.

Ο Okrusch et al (1984) ασχολήθηκε με τα **μεταμορφωμένα** πετρώματα της Σάμου.

Οι Zagouroglou & Papazeti (1980) και Zagouroglou & Stamatakis(1984) ασχολήθηκαν με εμφανίσεις βιομηχανικών ορυκτών στο νησί. Οι Stamatakis et al (1989) και Owen et al (2011) μελέτησαν λιμναίες φάσεις που βρίσκονται στις **νεογενείς λεκάνες** του νησιού.

2.2 Κατηγορίες Πετρωμάτων

Το νησί της Σάμου το οποίο βρίσκεται στο ΒΑ Αιγαίο, αποτελείται κυρίως από μάρμαρα, δολομίτες, κερατόλιθους χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης πετρώματα καθώς και υπερμαφικά πυριγενή πετρώματα. (Ring et al 2007). Συναντάμε πετρώματα από όλες τις κατηγορίες πετρωμάτων τόσο ιζηματογενή, πυριγενή όσο και μεταμορφωμένα. Πιο συγκεκριμένα διακρίνουμε:

Ι. Ιζηματογενή πετρώματα

Τα πετρώματα αυτά καταλαμβάνουν το 30% περίπου της επιφάνειας της νήσου και βάσει την ηλικία τους μπορούν να χωρισθούν σε:

Α. Μεσοζωικοί σχηματισμοί

- Ασβεστόλιθοι (Καλλιθέας). Στη βάση τους είναι λευκοί ή ροδόχροοι, άστρωτοι, λεπτοκρυσταλλικοί και γενικά πολύ τεκτονισμένοι. Στους ανώτερους ορίζοντες μεταπίπτουν σε δολομιτικούς βιτουμενιούχους τεφρούς έως μελανότεφρους ή αγκεριτωμένους, μεσο-παχυστρωματώδεις, έντονα

καρστικοποιημένους (Ανωτριάδική μέχρι Ιουρασική ηλικία). (Theodoropoulos,1979)

Β. Νεογενείς σχηματισμοί

- 1) Κατώτερη σειρά: Αποτελείται από ασβεστόλιθους τραβερτινοειδείς, λιμναίας φάσης, και από μάργες λεπτοστρωματώδεις μέσα στις οποίες παρεμβάλλονται άργιλοι και λατυποπαγή. Το πάχος της σειράς αυτής φτάνει τα 650m και είναι Μειοκαινικής ηλικίας. (Theodoropoulos,1979)
- 2) Ενδιάμεση σειρά: Ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις λατυποπαγών, κροκαλοπαγών, πηλών, αργίλων, τόφφων σε εναλλαγές, καθώς και ψαμμίτες, μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι. Έχει πάχος 400 μέτρα και ηλικία Μειοκαινική, ενώ εδώ βρίσκουμε την γνωστή Πικερμική Πανίδα (Solunias, 1981).
- 3) Ανώτερη σειρά: Τραβερτινοειδείς και μαργαϊκοί σχιστόλιθοι λιμναίας φάσης με συχνές παρεμβολές φακών από μάργες, πηλούς και τοφφίτες. Έχει πάχος περί τα 250m και Πλειοκαινική ηλικία. (Theodoropoulos,1979)

Γ. Τεταρτογενείς σχηματισμοί

- Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί περιλαμβάνουν τις χερσαίες αποθέσεις (πλευρικά κορήματα, αλλουβιακές προσχώσεις των πεδινών περιοχών), τις αποθέσεις των κοιτών και των αναβαθμίδων και τις παράκτιες άμμους.

II. Μεταμορφωμένα πετρώματα

Τα μεταμορφωμένα πετρώματα (Theodoropoulos, 1979) διαχωρίζονται από στρωματογραφικής απόψεως σε τρεις σειρές, , οι οποίες είναι:

Α) Η κατώτερη σειρά

- 1) Τα μάρμαρα του Κερκετέα (δολομιτικά, λευκά, μεσοπλακώδη έως παχυπλακώδη και έντονα διεργηγμένα) που εντοπίζονται στο δυτικό τμήμα της Σάμου.
- 2) Οι σχιστόλιθοι Μαραθόκαμπου-Κοσμαδαίων (μοσχοβιτικοί, χαλαζιακοί, χλωριτικοί και ασβεστιτικοί, με παρεμβολές και ενστρώσεις πράσινων μαρμάρων και σιπολινών).

Β) Η ενδιάμεση σειρά που αποτελείτε από:

- 1) Τους σχιστόλιθους Αμπέλου, (μαρμαρυγιακοί, μοσχοβιτικοί, χαλαζιακοί, χλωριτικοί, επιδοιτικοί - μοσχοβιτικοί κ.α.), με παρεμβολές μάρμαρων, ηφαιστειακών πετρωμάτων καθώς και οφιολίθων (σερπεντινίτες - περιδοτίτες) και καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του κεντρικού τμήματος της Σάμου.
- 2) Τα μάρμαρα Βουρλιωτών - Συρράχου, που εντοπίζονται σε περιοχές του κεντρικού και ανατολικού τμήματος της νήσου, σε συμφωνία με τους σχιστόλιθους της Αμπέλου. Μεταξύ των μαρμάρων του κεντρικού τμήματος του νησιού και εκείνων του ανατολικού παρεμβάλλονται τα ιζήματα της Νεογενούς λεκάνης των Μυτιληνίων.

Γ) Ανώτερη σειρά:

- Αποτελείται από τους σχιστόλιθους Κοτσικιά - Ψιλής Άμμου, (κυρίως χλωριτικοί, μοσχοβιτικοί, σερικιτικοί, χαλαζιακοί, ασβεστιτικοί) με παρεμβολές δολομιτικών μαρμάρων και ενστρώσεις μοσχοβιτικών κυρίως σχιστολίθων.

III. Πυριγενή πετρώματα

Κατέχουν περίπου το 5% της επιφάνειας του νησιού και διακρίνονται σε:

A) Ηφαιστειακά πετρώματα

Βρίσκονται κυρίως στο βόρειο-κεντρικό τμήμα της Σάμου, στην περιοχή του Πύργου καθώς και στις παρυφές των νεογενών λεκανών. Αποτελούνται κυρίως από βασάλτες, ρυόλιθους, τραχίτες, τραχιανδεσίτες και δακίτες και είναι υπεύθυνα για τη γένεση μίας μεταλλοφορίας μικτών θειούχων μεταλλευμάτων (κυρίως γαληνίτη). Η ηλικία τους είναι **Μειοκαινική**, καθώς παρεμβάλλονται στα νεογενή ιζήματα μειοκαινικής ηλικίας (Theodoropoulos, 1979).

B) Βασικά εκρηξιγενή πετρώματα

Τα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα συναντώνται κυρίως στο δυτικό τμήμα του νησιού και πιο συγκεκριμένα, πάνω από τα μάρμαρα του Κερκετέα καθώς και στην περιοχή της Καλλιθέας.

Πρόκειται για υποθαλάσσιες εκχύσεις βασικής σύστασης (σπιλίτες - διαβάσες) με ενστρώσεις ασβεστολίθων, **ηλικίας Μ.-Αν. Τριαδικού** (βρέθηκαν οστρακώδη, γαστερόποδα, ακτινόζωα, *Diporoda* sp.), ηλικία που φαίνεται να έχουν και τα εκρηξιγενή πετρώματα.

Γ. Υπερβασικά πετρώματα

Περιλαμβάνουν περιδοτίτες με μακροσκοπικά διακριτούς πυρόξενους, που εντοπίζονται μέσα στους σχιστόλιθους της σειράς της Αμπέλου, καθώς και στα κλαστικά ιζήματα της επωθημένης ενότητας.

Δ. Φλεβικά πυριγενή πετρώματα

Βρίσκονται στη βορειοδυτική ακτή της νήσου στην περιοχή του χωριού Καλλιθέα. Πρόκειται για ένα σύστημα φλεβών, με πάχος από λίγα cm μέχρι 2m, που αλληλοτέμνονται και διασχίζουν τους ανώτερους ορίζοντες των μαρμάρων του Κερκετέα και τους υπερκείμενους σχιστόλιθους του Μαραθόκαμπου - Κοσμαδαίων. Είναι κυρίως φλέβες γρανιτικής, γρανοδιοριτικής και διοριτικής σύστασης ως και απλίτες. Τα παραπάνω είναι πιθανόν να αποτελούν αποφύσεις ενός μη ορατού πλουτωνίτη (Theodoropoulos, 1979). Σύμφωνα με τους Mezger et al (1985) πρόκειται για μια Μειοκαινική γρανοδιοριτική διείδυση που παρατηρείται στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου

2.3 Η δομή της Σάμου

Το νησί αποτελείται από τέσσερις τεκτονικές ενότητες μεταμορφωμένων πετρωμάτων και ένα νεώτερο επωθημένο κάλυμμα από μη μεταμορφωμένα πετρώματα (Papanikolaou, 1979). Τα μεταμορφωμένα πετρώματα του νησιού αποτελούνται από μάρμαρα, πυριτικά μάρμαρα, σιπολίτες, δολομίτες, χαλαζίτες, σχιστόλιθους φυλλίτες και μεταμορφωμένα βασικά και υπερβασικά πετρώματα (Theodoropoulos 1979, Papanikolaou 1979, Okrush 1984, Mezger and Okrusch 1985). Το αμεταμόρφωτο κάλυμμα του νησιού βρίσκεται στα δυτικά του και αποτελείται από σπιλίτες, διαβάσες, περιδοτίτες, κλαστικά ιζήματα, πυριτόλιθους και ασβεστόλιθους, ενώ μια αξιόλογη εμφάνιση όξινων

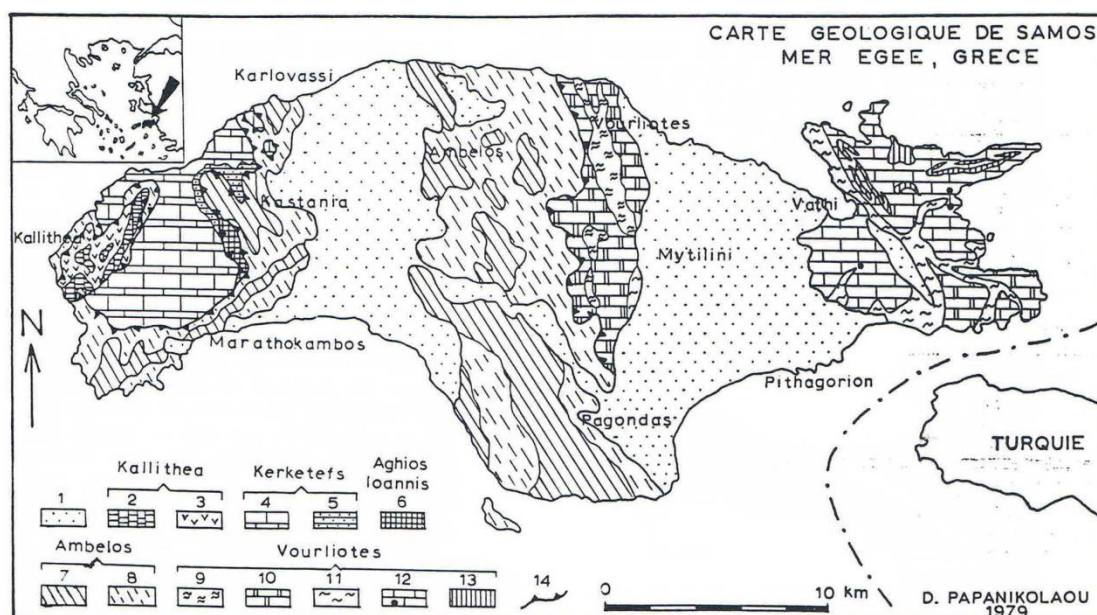
φλεβικών πετρωμάτων φαίνεται ότι έχει διεισδύσει πριν από την επώθηση των μη μεταμορφωμένων πετρωμάτων στο δυτικό άκρο του νησιού (Theodoropoulos 1979, Papanikolaou 1979, Mezger et al 1985, Mezger and Okrusch 1985). Τέλος υπάρχουν δυο μεγάλες Νεογενείς λεκάνες ανάμεσα στους ορεινούς όγκους, με αμεταμόρφωτα ιζήματα του Μειοκαίνου, τα οποία επικαθονται ασύμφωνα πάνω στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο, στα οποία βρίσκουμε επίσης κάποιες διεισδύσεις ηφαιστειακών.

Στον Γεωλογικό χάρτη της Σάμου, ο Theodoropoulos(1979) διέκρινε μια αλλόχθονη ενότητα από μη μεταμορφωμένα πετρώματα ηλικίας Μ. Τριαδικό-Αν. Ιουρασικό, ενώ τα μεταμορφωμένα πετρώματα(αυτόχθονο) τα κατηγοριοποίησε σαν μια συνεχή σειρά.

Ο Papanikolaou (1979) διέκρινε τα αυτόχθονα **μεταμορφωμένα** πετρώματα σε τέσσερις τεκτονικές ενότητες, οι οποίες βρίσκονται κάτω από την **αμεταμόρφωτη ενότητα της Καλλιθέας**. Οι τέσσερις μεταμορφωμένες ενότητες είναι:

1. Ενότητα Κερκετέα
2. Ενότητα Αγίου Ιωάννη
3. Ενότητα Βουρλιωτών
4. Ενότητα Αμπέλου

Από δυτικά προς ανατολικά συναντάμε την ενότητα Καλλιθέας, Κερκετέα, Αγίου Ιωάννη, Αμπέλου και Βουρλιωτών όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 2.1**



Σχήμα 2.1. Γεωλογικός χάρτης της Σάμου που δείχνει την σχετικά αυτόχθονη ενότητα του Κερκετέα κάτω από τις ενότητες Άγιος Ιωάννης, Άμπελος και Βουρλιώτες και του μη μεταμορφωμένου καλύμματος της Καλλιθέας

1: αποθέσεις του Νεογενούς, 2: ασβεστόλιθοι Αν. Τριαδικού - Ιουρασικού, 3: σπιλίτες, διαβάσεις, ραδιολαρίτες, ψαμμίτες και ασβεστόλιθοι του Μέσου -Ανω Τριαδικού, 4: μάρμαρα Κερκετέα, 5: φυλλίτες Κερκετέα, 6: μεταμορφωμένα βασικά εκρηξιγενή Αγ. Ιωάννη, 7: μάρμαρα Αμπέλου, 8: Σχιστόλιθοι Αμπέλου, 9: κατώτεροι σχιστόλιθοι Βουρλιωτών, 10: κατώτερα μάρμαρα Βουρλιωτών, 11: ενδιάμεσοι σχιστόλιθοι Βουρλιωτών, 12: ανώτερα μάρμαρα Βουρλιωτών, 13: ανώτεροι σχιστόλιθοι Βουρλιωτών, 14: επώθηση. (Papanikolaou, 1979).

2.3.1 Μεταμορφωμένες ενότητες

1) Ενότητα Κερκετέα

Η ενότητα Κερκετέα αποτελεί την κατώτερη σειρά πετρωμάτων στη Σάμο και απαντάται στο δυτικό τμήμα της νήσου με τη μορφή τεκτονικού παραθύρου (Παπανικολάου, 1986). Η ενότητα του Κερκετέα είναι ομόλογη με τις μεταμορφωμένες σειρές της γεωτεκτονικής ενότητας Γαβρόβου-Τρίπολης (Ολύμπου, Αλμυροποτάμου) καθώς και με τη λεγόμενη μάζα του Μεντερές στην Τουρκία (Παπανικολάου, 1986), χαρακτηρίζεται από μεταμορφικές παραγενέσεις πρσινοσχιστολιθικής φάσης. Η μεταμόρφωση πολύ πιθανό να έλαβε χώρα πριν 40. Εκ. χρόνια. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η θερμοκρασία μεταμόρφωσης μειώνεται όσο μετατοπιζόμαστε προς τα ανατολικά .

Αποτελείται από μάρμαρα, και φυλλίτες (Paranikolaou, 1979). Τα μάρμαρα είναι συχνά δολομιτικά - λευκά με κάποιες γκρι-μπλε ενδιαστρώσεις. Το πάχος τους ξεπερνάει τα 1000 μέτρα, κάτι που είναι εμφανές καθώς συνιστούν σχεδόν εξολοκλήρου το όρος Κερκετέας.

Στην κορυφή τους βρίσκουμε ένα στρώμα πάχους 50 μέτρων κιτρινωπού φυλλίτη με μικρές εμφανίσεις ψαμμιτών. Η ορυκτολογική σύσταση αυτού του στρώματος καθώς και η γενικότερη μορφή του, επιτρέπει να το θεωρήσουμε σαν ένα μεταφλύσχη. (Paranikolaou, 1979).

2) Ενότητα Αγ. Ιωάννη

Αυτή η ενότητα συναντάται σαν μια μεγάλη εμφάνιση **εκρηξιγενών** μεταξύ των μαρμάρων του Κερκετέα και της ενότητας Αμπέλου. Εκτείνεται από τις ΝΑ παρυφές του Κερκετέα μέχρι και ΝΔ της Καστανιάς. Με πάχος πάνω από 200 μέτρα αποτελείται από μεταμορφωμένα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα (σπιλίτες, διαβάσεις), χρώματος πράσινου-κοκκινοπράσινου, και παρουσιάζει μια εμφανή διαφορά στο βαθμό της μεταμόρφωσης σε σχέση με άλλες ενότητες ,και ειδικότερα με τους φυλλίτες του Κερκετέα. Υπάρχουν εμφανίσεις κρυστάλλων γλαυκοφανή (χαμηλή θερμοκρασία, υψηλή πίεση) που προκύπτουν από μεταμόρφωση βιοτίτη (φτωχό σε TiO_2 και πλούσιο σε Fe^{+++}), παρόλα αυτά όμως έχουμε εμφανίσεις και των αρχικών ορυκτών (άστριοι, πυροξενοι, μοσχοβίτης, βιοτίτης και χαλαζίας). (Paranikolaou, 1979). Μέσα στα εκρηξιγενή εμφανίζονται μικρά στρώματα ασβεστολίθων, όπου έχουν βρεθεί απολιθώματα **Μ.Αν-Τριαδικού** (Theodoropoulos, 1979).

3) Ενότητα Αμπέλου

Αυτή η ενότητα εμφανίζεται στο κεντρικό τμήμα του νησιού καθώς και στο Δυτικό τμήμα προς τις παρυφές του Κερκετέα. Η ενότητα της Αμπέλου είναι ομόλογη με την ενότητα Βόρειων Κυκλάδων και τις ομόλογες της (Παπανικολάου, 1986). Χαρακτηρίζεται από **έντονη μεταμόρφωση** (υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι στις προηγούμενες ενότητες). Η σειρά αποτελείται από εναλλαγή στρωμάτων μαρμάρων, σιπολινών και σχιστολίθων. Η στρωματογραφική τους σειρά είναι δύσκολο να καθοριστεί

λόγω των εναλλαγών και επαναλήψεων των στρωμάτων , λόγω ισοκλινών πτυχώσεων.

Η ενότητα αποτελείται από :

- Μάρμαρα Παρυφών Κερκετέα
- Σχιστόλιθοι Μαραθοκάμπου- Κοσμαδαίων
- Σιπολίνες - Σιπολινομάρμαρα παρυφών Κερκετέα
- Μάρμαρα Αμπέλου
- Σχιστόλιθοι Αμπέλου(Theodoropoulos, 1979)

Οι εμφανίσεις μαρμάρων είναι πλούσιες σε πυριτόλιθους, με κάποιες πράσινες και μωβ εμφανίσεις οριζόντων ,σε εναλλαγή με τα συνήθη γκρι ή λευκά στρώματα.(Ραρανικόλαου,1979). Είναι έντονα τεκτονισμένα και πτυχωμένα. Τα **μάρμαρα Αμπέλου** είναι μεσοστρωματώδη, μερικώς καρστικοποιημένα, και κάποιες φορές δολομιτικά. Στη περιοχή των Σπαθαραίων όπου το πάχος τους υπερβαίνει τα 300 μέτρα ,γίνονται μέσο-παχυστρωματώδεις. Τα **μάρμαρα παρυφών Κερκετέα** στα δυτικά, έχουν πάχος περίπου 200 μέτρα (Αγία Κυριακή-Καρλόβασι) και είναι λεπτο-μεσοστρωματώδη.

Στους πρόποδες του Κερκετέα , συναντάμε **σιπολίνες-σιπολινομάρμαρα** ,με τη μορφή ενδιαστρώσεων μέσα στους σχιστόλιθους Μαραθοκάμπου-Κοσμαδαίων, με χρώμα γκρι-καφέ και κάποιες φορές πρασινωπό. Νότια από το χωριό Κοσμαδαίοι υπάρχουν μικρές εμφανίσεις Λειμωνίτη πάχους μισού μέτρου. (Theodoropoulos,1979)

Οι **σχιστόλιθοι** αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του κεντρικού τμήματος της Σάμου. Η ορυκτολογική σύσταση τους ποικίλει. Υπάρχουν γνευσιακοί σχιστόλιθοι (ασβεστίτικοι και μοσχοβίτικοί), χαλαζιακοί μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι, αμφιβολιτικοί επιδοιτικοί σχιστόλιθοι, καθώς και σχιστόλιθοι (επίδοιτικοί, μοσχοβίτικοί και γλαυκοφανιτικοί). Σε πολλά σημεία παρατηρούνται συγκεντρώσεις μαγγανίου , στη βάση της στρωματογραφικής σειράς της Αμπέλου τονίζοντας τη διαφορά ανάμεσα στα μάρμαρα της Αμπέλου και τους φυλλίτες της ενότητας του Κερκετέα (Ραρανικόλαου, 1979). Οι **σχιστόλιθοι Αμπέλου** έχουν πάχος που ξεπερνάει τα 2500 μέτρα ενώ εκτός από τα ορυκτά που αναφέρθηκαν, υπάρχουν εμφανίσεις υπερμαφικών ορυκτών μέσα σε αυτούς . Τα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα που περιγράφονται από τους Butz (1912) και Guernet (1972) βρίσκονται πάνω στην επιφάνεια ολίσθησης της ενότητας, η οποία έχει χαρτογραφηθεί με λεπτομέρεια. Οι Σχιστόλιθοι Μαραθοκάμπου- Κοσμαδαίων , βρίσκονται με ασυνεχή επαφή επάνω στα μάρμαρα Κερκετέα, και είναι κυρίως μοσχοβιτικοί, χαλαζιακοί, χλωριτικοί και ασβεστιτικοί, ενώ εναλλάσσονται συνεχώς με τοπικές εμφανίσεις πρασινιτών, μαρμάρων και σιπολινών. Το πάχος τους είναι περίπου 600 μέτρα στις δυτικότερες εμφανίσεις, ενώ στην περιοχή του Μαραθοκάμπου φτάνει τα 1500 μέτρα. (Theodoropoulos, 1979)

4) Ενότητα Βουρλιωτών

Η ενότητα Βουρλιωτών βρίσκεται στο ανατολικό μέρος του νησιού, και είναι υπερκείμενη της ενότητας Αμπέλου.

Η ενότητα Βουρλιωτών αποτελείται από **2 ορίζοντες μαρμάρων** (μάρμαρα Βουρλιωτών-Συρράχου και μάρμαρα Ζωοδόχου Πηγής) και **τρεις ορίζοντες σχιστολίθων**. Πιο συγκεκριμένα:

1) Στη περιοχή της Ζωοδόχου Πηγής(ανατολικά) τα **ανώτερα μάρμαρα** (μάρμαρα Ζωοδόχου Πηγής) είναι πτυχωμένα με ισοκλινείς πτυχές (Papanikolaou, 1979) , συνήθως είναι μεσοπλακώδεις και στα ανώτερα τους τμήματα λεπτοπλακώδεις(μεταβαίνουν και σε σιπολινομάρμαρα), χρώματος ανοιχτό γκρι-γκρι- μάρμο, κάποιες φορές με πυριτιόλιθους. (Theodoropoulos, 1979). Σε συγκλινικές μορφές βρίσκουμε σχιστόλιθους και τους ανώτερους χαλαζίτες (μεταφλύσχης). (Papanikolaou, 1979). Υπάρχουν κοιτάσματα σμύριδας τα οποία βρίσκονται στη βάση τους. Το μέγιστο πάχος των μαρμάρων φτάνει τα 500 μέτρα.

2) Τα **κατώτερα μάρμαρα** Βουρλιωτών - Συρράχου συνιστούν το ανατολικό άκρο του ορεινού όγκου που βρίσκεται στο κέντρο του νησιού (όρος Άμπελος) καθώς και το ΝΑ μέρος του νησιού όπου βρίσκεται το τεκτονικό κέρασ "Σύρραχος". Το πάχος τους είναι 1000 μέτρα στο κεντρικό τμήμα και 400 μέτρα στην ΝΑ περιοχή. Το χρώμα τους συνήθως είναι λευκό-γκρι, είναι μέσο-παχύστρωματώδη, πολύ συχνά δολομιτωμένα μερικώς καρστικοποιημένα και μικροπτυχωμένα. Ακριβής στρωματογραφική συσχέτιση ανάμεσα στα μάρμαρα των δυο περιοχών δε μπορεί να γίνει καθώς παρεμβάλετε μια νεογενής λεκάνη, αλλά θεωρείται ότι τα μάρμαρα Συρράχου είναι τα ανώτερα μέλη της σειράς μαρμάρων Βουρλιωτών-Συρράχου.

3) Οι **ανώτεροι σχιστόλιθοι** εμφανίζονται στην περιοχή της Ζωοδόχου Πηγής (ΒΑ), στο γεωλογικό χάρτη αναφέρονται σαν ενστρώσεις στα μάρμαρα Ζωοδόχου Πηγής.

4) Οι σχιστόλιθοι Κότσικα-Ψιλής Άμμου, είναι οι **ενδιάμεσοι σχιστόλιθοι** (ανάμεσα στα ανώτερα και κατώτερα μάρμαρα) και είναι η σημαντικότερη εμφάνιση σχιστολίθων της ενότητας. Έχουν χρώμα κοκκινωπο με χαλαζίτες μεγάλου μεγέθους πλούσιους σε ασβεστιτικά, καθώς και κιτρινωπο με βολαστονίτη και αμβιβολίτη (Papanikolaou, 1979). Συναντάμε ενστρώσεις μαρμάρων, σιπολινών και ανγκεριτών στην περιοχή "Κοτσικιά" που έχουν πάχος 10 μέτρα. Το πάχος των σχιστολίθων φτάνει τα 400 μέτρα στην περιοχή της Ψιλής άμμου (Theodoropoulos, 1979).

5) Οι **κατώτεροι σχιστόλιθοι** είναι πολύ πλούσιοι σε χλωριτικά ορυκτά, βρίσκονται κάτω από τα μάρμαρα Βουρλιωτών-Συρράχου και εμφανίζονται με τη μορφή **ενστρώσεων** στα **μάρμαρα Βουρλιωτών-Συρράχου** στο Νοτιοανατολικό άκρο του νησιού. .

Η επιφάνεια ολίσθησης της ενότητας Βουρλιωτών πάνω στην ενότητα Αμπέλου παρατηρείται κατά μήκος της κοιλάδας του Αγ. Κωνσταντίνου μέχρι και την κορυφή του όρους Άμπελος όπου τα κατώτερα μάρμαρα της ενότητας Βουρλιωτών βρίσκονται πάνω από τους σχιστόλιθους της Αμπέλου. Στη περιοχή του Αγ. Γεωργίου, μεταξύ των κατώτερων μαρμάρων Βουρλιωτών και των ανώτερων σχιστολίθων Αμπέλου παρατηρήθηκε ένα στρώμα πάχους 30 μέτρων, πράσινου χρώματος. Αυτά τα πετρώματα δε δείχνουν κανένα

σημάδι μεταμόρφωσης , και η σχιστολιθική τους όψη φαίνεται να προέρχεται από τεκτονισμό. Αποτελούνται από πυρόξενους, αστρίους, χλωρίτη και ασβεστίτη. Η επιφάνεια ολίσθησης είναι επίσης εμφανής στην άλλη πλευρά του νησιού στην περιοχή των Κοσμάδαραιων, όπου τα κατώτερα μάρμαρα της ενότητας Βουρλιωτών είναι έντονα τεκτονισμένα και έχουμε εμφάνιση λατυπτοπαγών.

2.3.2 Αμεταμόρφωτη ενότητα

Ενότητα Καλλιθέας

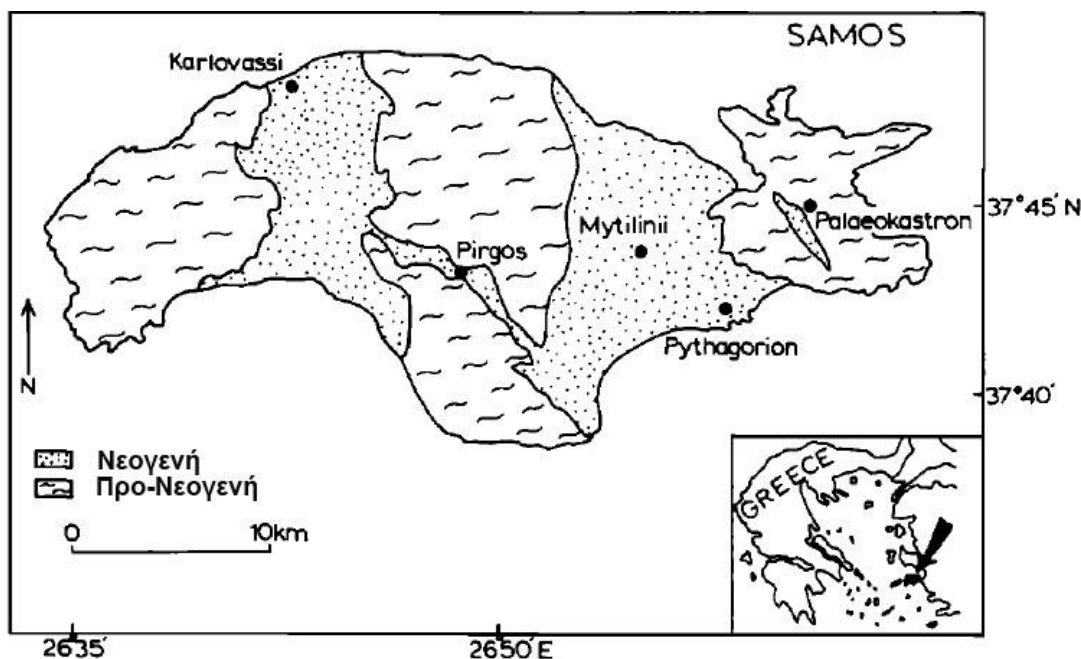
Είναι η αμεταμόρφωτη ενότητα που υπάρχει στο δυτικό άκρο του νησιού και αποτελείται από δυο μεγάλα στρώματα.

1) **Το κατώτερο στρώμα** ,έχει πάχος 400 μέτρα και αποτελείται κυρίως από βασικά εκρηξιγενή πετρώματα. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούνται μεγάλες μάζες σπιλίτη και διαβάση , μέσα στον οποίο βρίσκουμε ραδιολαρίτες, κάποια στρώματα ammonitico rosso , κάποιες εμφανίσεις ψαμμίτη και τέλος μια μικρή μάζα περιδοτίτη. Αυτή η κατώτερη σειρά χρονολογείται στο Μέσο-Ανώτερο Κρητιδικό (Theodoropoulos 1979), και πιο συγκεκριμένα στο Αν. Ανίσιο-Κατ. Λαδίνιο (Papanikolaou,1979).

2) **Ο ανώτερος σχηματισμός** αποτελείται από συμπαγείς ασβεστόλιθους, ή ωολιθικούς ασβεστόλιθους , και κάποιες φορές δολομιτικούς πάχους περίπου 100-150 μέτρων . Η παρουσία Megalodon (κοντά στο χωριό Καλλιθέα) και Valvulinidae υποδεικνύει μια ηλικία Αν. Τριαδικό- Ιουρασικό. Είναι χρώματος λευκό - ροζ χωρίς εμφανή στρώση, και έντονα τεκτονισμένοι. Η ενότητα ολισθαίνει είτε πάνω στην ενότητα Κερκετέα είτε πάνω στην ενότητα Αμπέλου και δεν είναι σαφής η επιφάνεια ολίσθησης.

2.3.3.Νεογενείς λεκάνες

Θερμές και υγρές συνθήκες που επικρατούσαν κατά το τέλος του Μειοκαίνου, ευνόησαν τη δημιουργία αλμυρών και αλκαλικών λιμνών στις λεκάνες Καρλοβασίου - Μυτιληνίων (Stamatakis, 1986,1989b,2009). Οι δυο λεκάνες έχουν **διεύθυνση Β-Ν (Σχ. 2.2)** και οριοθετούνται από τους ορεινούς όγκους Κέρκετέα, Καρβούνη (Άμπελος) – Μπουρνιά και Καμάρας – Ζωοδόχου Πηγής .Στα δυτικά είναι η **λεκάνη του Καρλοβασίου** και η **λεκάνη των Μυτιληνίων** στα ανατολικά.(Owen et al,2011). Η δημιουργία τους τοποθετείται στο Αν. Νεογενές, κατά το οποίο οι δύο λεκάνες **συνδέονταν μερικώς με τον δίαυλο του Πύργου (Σχ. 2.2)**, ενώ μια τρίτη μικρότερη σε έκταση νεογενής λεκάνη αναπτύσσεται με τη μορφή λωρίδας στην περιοχή του Παλαιοκάστρου. Οι προαναφερθείσες νεογενείς λεκάνες περιέχουν ανθρακικά ιζήματα , κροκαλολατυπτοπαγή , αργίλους, τόφφους και τοφφίτες, ηφαιστίτες και εβαπορίτες με ηλικία σχηματισμών Τορτόνιο ή νεώτερο(Dermitzakis, Papanikolaou, 1981) που επικαλύπτουν ασύμφωνα το προ-νεογενές υπόβαθρο του νησιού (Σταματάκης,1986) .



Σχήμα 2.2: Νεογενείς λεκάνες στο νησί της Σάμου. (Σταματάκης, 1989b)

Η γεωλογική εξέλιξη των δυο κύριων λεκανών του νησιού, φαίνεται να είναι παρόμοια. Και στις δυο λεκάνες εμφανίζεται η κατώτερη σειρά λιμναίων ιζημάτων, τόφφων – τοφφιδίων, η οποία καλύπτεται από την κλαστική σειρά χερσαίων και ποταμοχειμάρων αποθέσεων (ενδιάμεση σειρά) που περιέχει την γνωστή Πικερμική πανίδα θηλαστικών (Καραγεωργίου 1954, Theodoropoulos 1979, Meissner 1976, Solunias 1981, Weidmann et al 1984). Η νεογενής ιζηματογένεση των δυο λεκανών κλείνει με την απόθεση των ιζημάτων και τόφφων του Πλειοκαίνου που χαρακτηρίζονται ως αποθέσεις γλυκών νερών (Καραγεωργίου 1947, Theodoropoulos, 1979).

Η κλαστική σειρά των δυο λεκανών έχει αναπτυχθεί πάνω στη διαβρωσιγενή επιφάνεια ανωμειοκαινικών λιμνών που υπέστησαν έντονη εξάτμιση, μέχρι την ολική ξήρανση. Αποτέλεσμα αυτών είναι η εμφάνιση mudcracks και εβαποριτικών αλάτων τόσο στη λεκάνη του Καρλοβασίου, όσο και στη λεκάνη των Μυτιληνίων. (Σταματάκης, 1986).

2.3.3.1. Λεκάνη Καρλοβασίου

Από το Τορτόνιο- Μεσσήνιο, η λεκάνη (όπου επικρατούσαν αλκαλικές συνθήκες) γέμισε με βασικά κροκαλοπαγή, ασβεστόλιθους, τέφρα και άλλα ηφαιστειακά, εβαπορίτες, μάργες και αργίλους και τέλος από πυριτικούς ασβεστόλιθους. Μετά την ανύψωση της περιοχής στο τελευταίο στάδιο του Μειοκαίνου, χερσαία ιζήματα και τόφφοι ανώτερης μειοκαινικής ηλικίας, καθώς και πλειοκαινικές μάργες αποτέθηκαν ασύμφωνα πάνω στα παλιότερα στρώματα.

Οι νεογενείς σχηματισμοί της δυτικής λεκάνης, όπως φαίνονται και στο **Σχήμα 2.3**, είναι οι εξής,:

1).Στη βάση της λεκάνης συναντάμε ένα ερυθρό καφέ κροκαλοπαγές.

2) Η **κατώτερη σειρά νεογενών** αποτελείται από: μάργες, ασβεστόλιθους, λατυποπαγή, ζεολιθικούς τόφφους και τοφφίτες καθώς και εβαπορίτες (Theodoropoulos,1979,Σταματάκης,1986,1989b, Stamatakis et al,2009). Οι τόφφοι-τοφφίτες εναλλάσσονται συχνά με τα ιζήματα που έχουν κίτρινο-καφέ χρώμα έως και πράσινο, κάποιες φορές με γύψο (Σταματάκης,1986). Απολιθωματοφόρα στρώματα ασβεστολίθων συναντώνται μεταξύ Μαραθοκάμπου και Κουμείκων σε εναλλαγή με πράσινους τοφφίτες. Στη βάση της σειράς υπάρχουν λιγνιτικές διαστρώσεις, κυρίως ανατολικά του Μαραθοκάμπου. Η σειρά έχει **πάχος περίπου 400 μέτρα**.

3) Η **ενδιάμεση νεογενής σειρά**. Συναντώνται ερυθρά - πράσινα άστρωτα κροκαλολατυποπαγή, πηλοί, ψαμμίτες και ψαμμιτομάργες (**κλαστική σειρά Καρλοβάσιου**), με **μέγιστο πάχος 200 μέτρα** (Theodoropoulos, 1989).

4) Η **ανώτερη νεογενής σειρά αποτελείται από:** μάργες και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι γλυκού νερού με μέγιστο πάχος 120 μέτρα. Έχουν Πλειοκαινική ηλικία (Theodoropoulos, 1979, Stamatakis, 1979b) Στα ανατολικά όρια των νεογενών αποθέσεων , αλλά και μέσα στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο συναντώνται ηφαιστίτες με όξινης έως βασικής σύστασης με μικρά ενδιαμέσης σύστασης σώματα λάβας να εμφανίζονται στα δυτικά (Karageorgiou, 1947, Robert and Catangrell,1977, Theodoropoulos,1979)

2.3.3.2. Λεκάνη Μυτιληνίων

Η λεκάνη των Μυτιληνίων κυριαρχείται από ανωμειοκαινικά λιμναία ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι), μάργες, δολομίτες καθώς και ιζήματα αποτελούμενα από διατομίτες, ποτάμιες αποθέσεις και πλειοκαινικούς τραβερτίνες και τόφφους, με μικρές εμφανίσεις λιγνίτη στη βάση, ενώ το συνολικό πάχος των ιζημάτων είναι περίπου 650 μέτρα. (Solunias,1981, Meissner,1976, Theodoropoulos,1979, Weidmann et al,1984, Kostopoulos et al, 2003).

Τα **ανώτερα Νεογενή ιζήματα** της λεκάνης των Μυτιληνίων χωρίζονται σε βασालτικά κροκαλοπαγή καθώς και σε τέσσερις λιμναίους-ποτάμιους σχηματισμούς. (Kostopoulos et al, 2003, Solunias,1981, Weidman et al, 1984, Ioakim and Solunias, 1986, Stamatakis et al, 1989c). Στα **κατώτερα μέλη** της σειράς έχουν διεισδύσει κοίτες βασαλτικής λάβας με επακόλουθο φαινόμενο τις τοπικές πυριτιώσεις.

Οι νεογενείς σχηματισμοί της λεκάνης των Μυτιληνίων αποτελούνται από (**Σχ. 2.4**):

1) Στη βάση πάνω στο προνεογενές υπόβαθρο ένα βασικό κροκαλοπαγές-ψηφιτοπαγές, ερυθρού - καφέ χρώματος με κροκάλες μικρού μεγέθους (Stamatakis, 1986).

2) Η **κατώτερη νεογενής σειρά** (Theodoropoulos,1979) με ηλικία Τορτόνια (Dermitzakis and Paranikolaou 1981), και πάχος περίπου 250 μέτρα αποτελείται από:

i) Το σχηματισμό του Πυθαγορείου που βρίσκεται πάνω από τα κροκαλοπαγή με πάχος 200 μέτρα περίπου. Αποτελείται από βιτουμενιούχους - πορσελανώδεις ασβεστόλιθους (**ασβεστόλιθοι Πυθαγορείου**), πορσελανίτες, μάργες, ενώ στη βάση του διακρίνουμε τόφους-τοφφίτες και διαστρώσεις λιγνιτών (**στρώματα Μαυρατζαίων**). Στο δυτικό άκρο της λεκάνης έχουμε διεισδύσεις ανδεσιτών-βασαλτών. (Meissner, 1976, Stamatakis,1986,1989c)

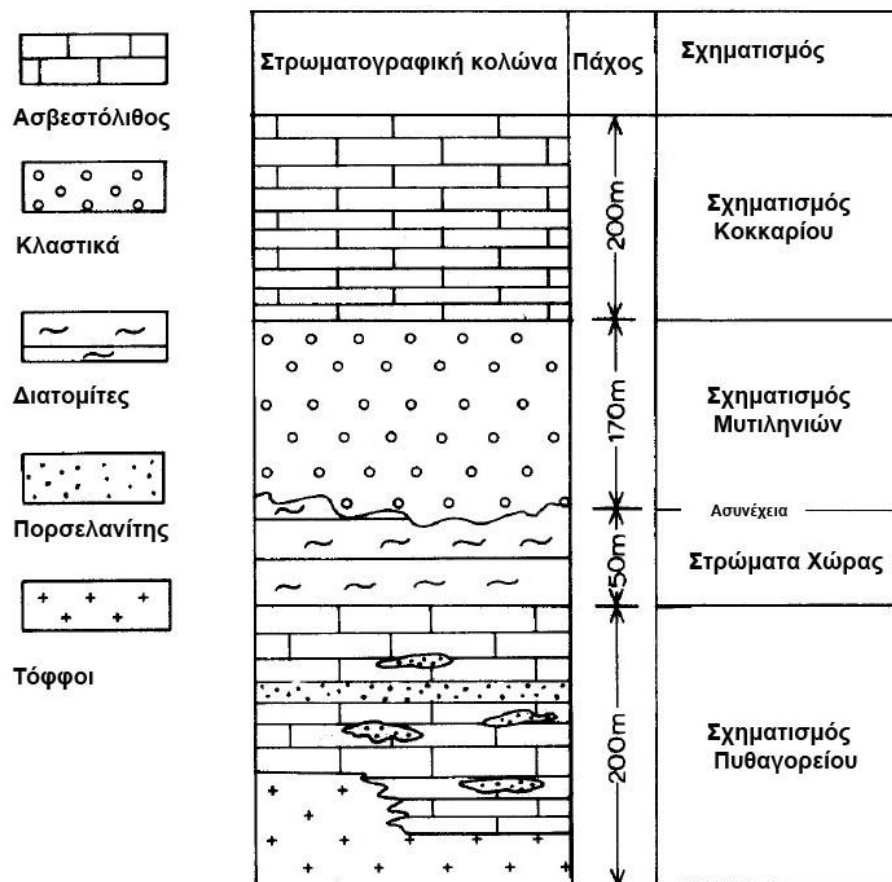
ii) Πάνω από τους ασβεστόλιθους Πυθαγορείου συναντάμε τα λεγόμενα **στρώματα της Χώρας**, ηλικίας Τουρόλιου, πάχους 50 μέτρων, τα οποία αποτελούνται από μάργες, τόφους και είναι εμπλουτισμένα σε διατομίτες, εμφανίζοντας μια φυλλοειδή μορφή. (Stamatakis, 1986, 1989c) . Οι Stamatakis και Zagourogliou(1984) αναφέρουν ότι συνιζηματογενείς εβαπορίτες (αλίτης συλβίτης και νιτρικά). βρίσκονται διάσπαρτοι τόσο στο σχηματισμό του Πυθαγορείου όσο και της Χώρας, κάτι που υποδεικνύει ενδιάμεσες φάσεις υψηλής αλατότητας κατά τη διάρκεια της απόθεσης.

3) Η **ενδιάμεση ιζηματογενής σειρά** αποτελείται από τον **σχηματισμό των Μυτιληνίων** που βρίσκεται πάνω από τους σχηματισμούς της Χώρας , αποτελείται από 170 μέτρα κλαστικών (λιμναίες, χειμαρώδεις και χερσαίες αποθέσεις, κροκαλολατυτοπαγών ,αμμούχων μαργών, αργίλλων και τόφφων) μέσα στους οποίους βρίσκουμε απολιθώματα θηλαστικών του

Τουρολίου (Stamatakis, 1989c, Kostopoulos et al 2003, Solounias and Ring 2007, Owen 2011).

Ανάμεσα στους σχηματισμούς της Χώρας και των Μυτιληνίων βρίσκουμε ένα στρωματογραφικό κενό, περίοδο κατά την οποία έχουμε διάβρωση, κάτι που δείχνει ότι έχουμε αποξήρανση της λίμνης κάποια στιγμή μέσα στο Ανώτερο Μειόκαινο (Owen, 2011)

4) Ο **ανώτερος σχηματισμός** που συναντάμε είναι ο **σχηματισμός του Κοκκαρίου**. Πλειοκαινικές στρώσεις τόφφων και τραβερτίνη σχηματίζουν τον πάχους 200 μέτρων σχηματισμό. (Theodoropoulos, 1979, Stamatakis, 1986, Owen, 2011)



Σχήμα 2.4: Στρωματογραφική κολώνα νεογενών στην λεκάνη των Μυτιληνίων (Stamatakis, 1989b).

2.4. Γενικές γεωλογικές παρατηρήσεις στις δυο κύριες λεκάνες

Σύμφωνα με τον Σταματάκη (1986), οι λεκάνες Μυτιληνίων και Καρλοβασίου παρουσιάζουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι τα εξής:

A) πάνω από το βασικό κροκαλοπαγές αναπτύσσονται τρεις κύριοι σχηματισμοί, με ενδιάμεσο μέλος την κλαστική σειρά.

Β) Η κατώτερη νεογενής σειρά και στις δυο λεκάνες έχει υποστεί διαγενετική αλλοίωση , η οποία οφείλεται στην αλμυρότητα και αλκαλικότητα του πορικού ύδατος.

Γ) Στα κατώτερα τμήματα της προαναφερόμενης σειράς συναντώνται λιγνιτικές ενδιαστρώσεις, δείγμα ενός αρχικά υγρού και θερμού κλίματος (Ioakim and Solunias, 1986) στην περιοχή, το οποίο στη συνέχεια έγινε ξηρό και θερμό.

Δ) Μετά την απόθεση του κατώτερου σχηματισμού, ακολουθεί η ξήρανση των λιμνών και η ασύμφωνη τοποθέτηση της κλαστικής σειράς. Η ολική ξήρανση των λιμνών, είχε σαν αποτέλεσμα την απόθεση εβαποριτικών αλάτων στα ανώτερα στρώματα τους.

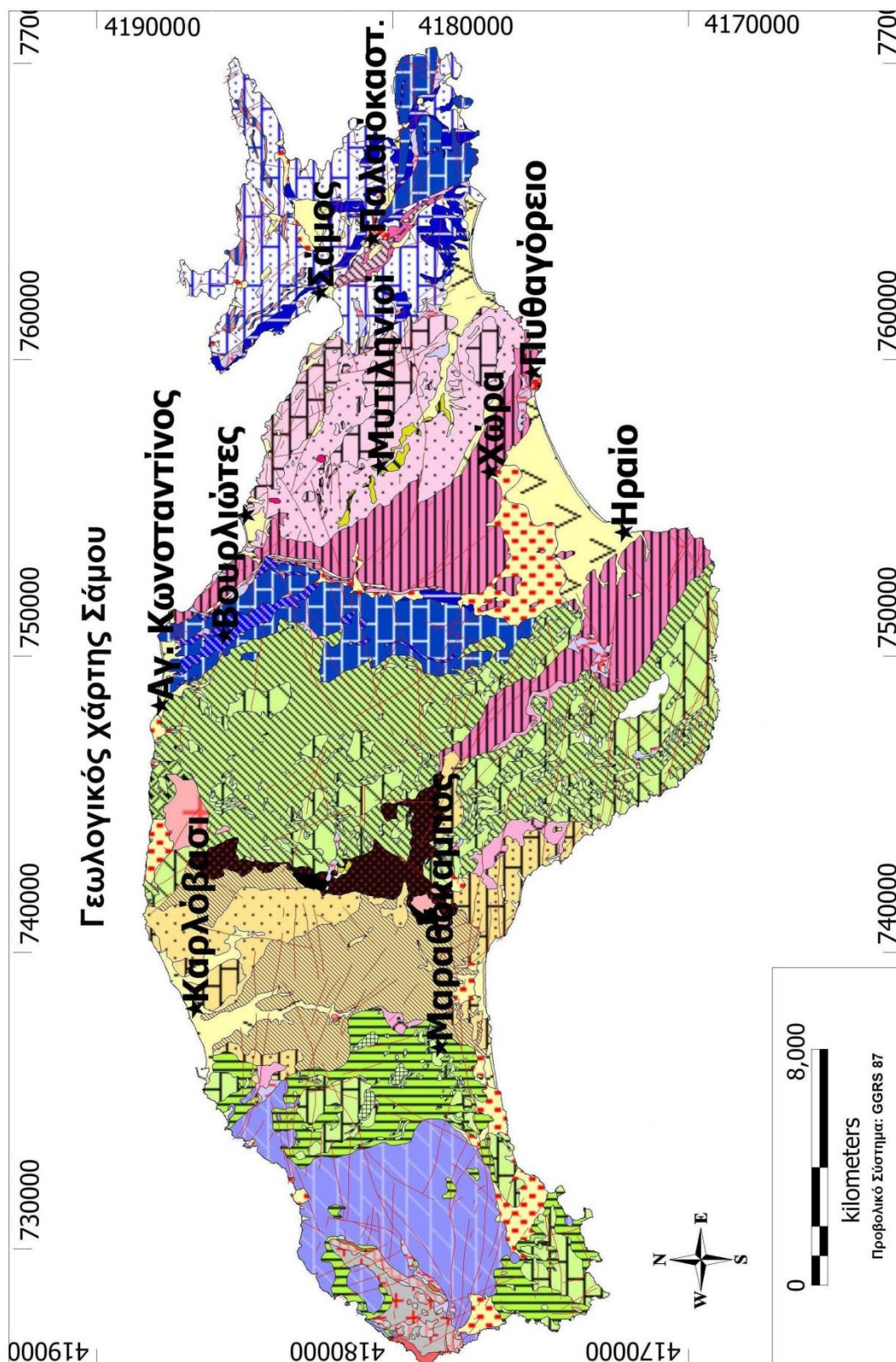
Ε) Πάνω από την κλαστική σειρά έρχονται με επίκληση πλειοκαινικοί σχηματισμοί γλυκού νερού, οι οποίοι αποτέθηκαν και στην νεοδημιουργημένη λεκάνη του Παλαιόκαστρου.

ΣΤ) Η ίδια εξέλιξη λίμνης με αρχικά απόθεση λιγνιτών (υγρό και θερμό κλίμα, όξινο περιβάλλον) και στη συνέχεια απόθεση εβαποριτών και δημιουργία αυθιγενών ορυκτών λόγω αλμυρότητας και αλκαλικότητας των υδάτων (ξηρό και θερμό κλίμα , αλκαλικό περιβάλλον).

Ζ) Οι τόφφοι-τοφφίτες, περιέχουν αλκαλικούς αστρίους και στις δυο λεκάνες , σε όλη τη στρωματογραφική κολώνα, από το Τορτόνιο μέχρι το Πλειόκαινο, ενώ ο χαλαζίας συναντάται σε μικρότερο ποσοστό. Η διαπίστωση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπήρχε κοινή πηγή τροφοδοσίας τους, η οποία λειτούργησε συνεχώς με μικρές μόνο διακοπές στην παραπάνω περίοδο.

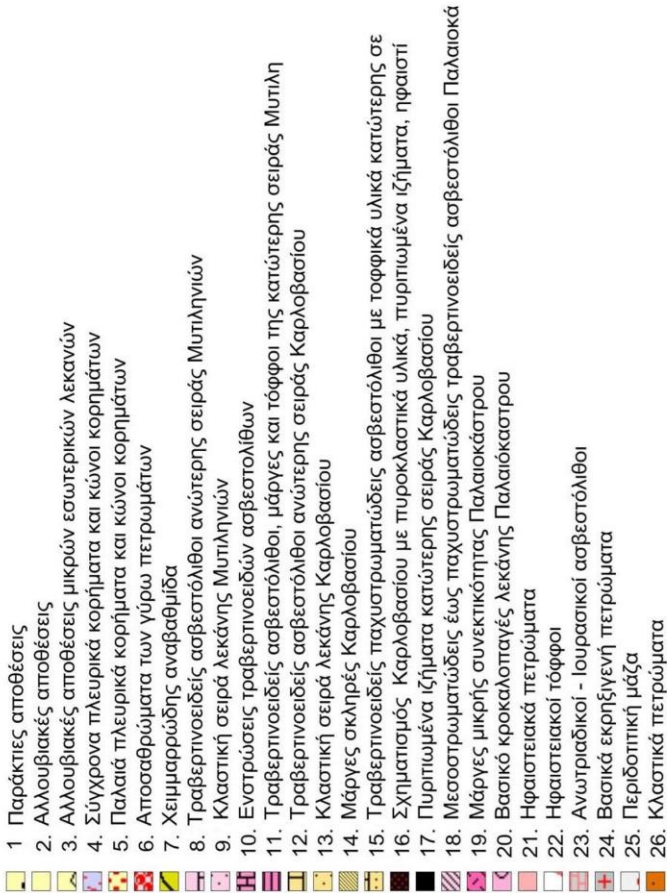
Η) Τα ανώτερα μέλη της κατώτερης νεογενούς σειράς περιέχουν χερσαίους εβαπορίτες οι οποίοι είναι διαφορετικοί σε κάθε λίμνη, λόγω της διαφορετικής εξέλιξης τους :

1. Νίτρο, συλβίνης, αλίτης στη **λεκάνη των Μυτιληνιών**
2. Γύψος, σελεστίνης και τεναρντίτης στη **λεκάνη Καρλοβασίου**.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Γεωλογικοί σχηματισμοί

- 
1. Παράκτιες αποθέσεις
2. Αλλουβιακές αποθέσεις
3. Αλλουβιακές αποθέσεις μικρών εσωτερικών λεκανών
4. Σύγχρονα πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων
5. Παλαιά πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων
6. Αποσαθρώματα των γύρω πετρωμάτων
7. Χειμαρρώδης αναβαθμίδα
8. Τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι ανώτερης σειράς Μυτιληνίων
9. Κλαστική σειράς λεκάνης Μυτιληνίων
10. Ενστρώσεις τραβερτινοειδών ασβεστόλιθων
11. Τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι, μάργες και τόφοι της κατώτερης σειράς Μυτιλη
12. Τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι ανώτερης σειράς Καρλοβάσιου
13. Κλαστική σειράς λεκάνης Καρλοβάσιου
14. Μάργες σκληρές Καρλοβάσιου
15. Τραβερτινοειδείς παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι με τοφικά υλικά, κατώτερης σε
16. Σχηματισμός Καρλοβάσιου με πυροκλαστικά υλικά, πυριτωμένα ιζήματα, ηφαιστί
17. Πυριτωμένα ιζήματα κατώτερης σειράς Καρλοβάσιου
18. Μεσοστρωματώδεις έως παχυστρωματώδεις τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι Παλαιοκά
19. Μάργες μικρής συνεκτικότητας Παλαιοκάστρου
20. Βασικά κροκαλοπαγείς λεκάνης Παλαιοκάστρου
21. Ηφαιστειακά πετρώματα
22. Ηφαιστειακοί τόφοι
23. Ανωτριάδιοι - Ιουρατικοί ασβεστόλιθοι
24. Βασικά εκρηξιγενή πετρώματα
25. Περιδοπτική μάζα
26. Κλαστικά πετρώματα

- 
27. Μάρμαρα Ζωοδόχου Πηγής
28. Ενστρώσεις σχιστολίθων Ζωοδόχου Πηγής
29. Σχιστόλιθοι Κοτακιά - Ψιλής Άμμου
30. Ενστρώσεις μαρμάρων Κοτακιά - Ψιλής Άμμου
31. Μάρμαρα Βουρλιωτών - Σύρραχου
32. Ενστρώσεις σχιστολίθων Βουρλιωτών - Σύρραχου
33. Μάρμαρα Αμπέλου
34. Σχιστόλιθοι Αμπέλου
35. Σχιστόλιθοι Αμπέλου με πολλά μικρά σώματα ηφαισπιτών
36. Περιδοπτικές - σερπεντινικές κεντρικού τμήματος του νησιού
37. Οφιολιθικά πετρώματα
38. Μάρμαρα παρυφών Κερκετέα
39. Σιπολίνες - σιπολινομάρμαρα - αγκερίτες παρυφών Κερκετέα
40. Σχιστόλιθοι Μαραθόκαμπτου - Κοσμαδαίων
41. Μάρμαρα Κερκετέα
42. Φλεβικά εκρηξιγενή πετρώματα Καλλιθέας

Ρήγματα

- 
- Βέβαιο
- - - Πιθανό

Σχήμα 2.5: Γεωλογικός χάρτης νήσου Σάμου (ψηφιοποίηση από χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε 1:50.000, Theodoropoulos, 1979)

2.5.Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Σάμου κατά το Νεογενές.

Κατά τη διάρκεια του Νεογενούς, η Σάμος άνηκε σε μια εκτεταμένη χερσαία περιοχή όπου υπήρχαν τοπικά βυθίσματα, μεταξύ των ορεινών όγκων της Λυδοκυταρρικής μάζας (Μεντερές) της αλπικής ορογενετικής ζώνης (Meissner, 1976). Η παρουσία της Πικερμικής πανίδας στη Σάμο, Χίο, Μικρά Ασία, Κύμη, Πικέρμι δηλώνει μια πιθανά ασυνεχή **επικοινωνία** της Μικράς Ασίας με την Αττική- Ευβοία, παρόλη τη βύθιση του κεντρικού Αιγαίου κατά την ίδια περίοδο. (Dermitzakis and Papanikolaou 1981, Mistardis 1977)

Οι παραμορφώσεις που επηρέασαν την εξέλιξη των νεογενών σχηματισμών της Σάμου, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ενότητες με διευθύνσεις $B\ 110^{\circ}-130^{\circ}$, $B\ 150^{\circ}-110^{\circ}$, $B70^{\circ}-90^{\circ}$ (Papanikolaou,1979).

Η κυριότερη φάση παραμόρφωσης αντιπροσωπεύεται από την $B\ 110^{\circ}-130^{\circ}$, η οποία έχει δώσει άξονες πτυχών και ρήγματα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. (Papanikolaou1979, Solunias 1981). Οι παραμορφώσεις αυτές είναι εντονότερες στη λεκάνη των Μυτιληνίων και ιδιαίτερα στα στρώματα Χώρας, πιθανόν λόγω της φύσης των σχηματισμών (εύκαμπτα στρώματα διατομιτών-διατομιτικών μαργών). Στην περιοχή Κοκκαρίου - Αυλακίων συναντώνται ανορθωμένα στρώματα διατομιτών και έντονες ρηγματώσεις.

Ο Angelier(1976) έχει διαπιστώσει **δύο περιόδους συμπίεσης και εφελκυσμού** στη Σάμο. Η πρώτη περίοδος αντιπροσωπεύει συνιζηματογενή τεκτονισμό, την ίδια περίοδο που γινόταν απόθεση ιζημάτων της κατώτερης σειράς, ενώ η δεύτερη περίοδος έλαβε χώρα κατά το Πλειόκαιο - Πλειστόκαινο. Μεταξύ των δυο περιόδων υπήρξε μια ανύψωση με ακόλουθη διάβρωση και στη συνέχεια απόθεση των κλαστικών σειρών του νησιού. Η εξέλιξη αυτή της Σάμου ακολούθησε της γενικότερη εξέλιξη του Αιγαίου όπου υπήρχαν ζώνες συμπίεσης και εφελκυσμού από το Άνω Μειόκαινο (Dewey and Sengor 1979, Stegena and Kolios 1982, Mercier 1981, Jacobshagen et al 1978).

Το υπόβαθρο στην περιοχή μελέτης αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα (μάρμαρα, φυλλίτες και σερπεντινίτες) τα οποία ανήκουν σε ένα σύστημα τεσσάρων διαφορετικών τεκτονικών ενοτήτων (Stamatakis 1989,2008). Πάνω σε αυτό το σύστημα έχει επωθηθεί ένα αλλόχθονο αμεταμόρφωτο κάλυμμα το οποίο αποτελείται από διαβάσεις, περιδοτήτες, κερατόλιθους και ασβεστόλιθους. (Papanikolaou,1979, Theodoropoulos 1979, Mezger and Okrusch, 1985). Ακολουθούν οι νεογενείς σχηματισμοί οι οποίοι σε στρωματογραφική σειρά από τα κατώτερα στα ανώτερα περιλαμβάνουν: κροκαλοπαγή, λιμναίους ασβεστούχους σχηματισμούς, τόφφους, ποτάμιες και χερσαίες αποθέσεις.(Meissner, 1976, Theodoropoulos, 1979, Stamatakis and Zagkouroglou, 1984, Stamatakis, 1986, Kammass, 1998)

Η ανώτερη στρωματογραφική ενότητα αποτελείται από μια παχιά ιζηματογενή σειρά η οποία χαρακτηρίζεται από λευκό ασβεστόλιθο και δολομίτη, βιογενή πυριτικά ιζήματα τα οποία κυμαίνονται από ασβεστούχους διατομίτες μέχρι διατομιτικούς τοφφίτες(Stamatakis, 1987, Stamatakis et al, 1987).

Η τεκτονική δομή του νησιού κυριαρχείται από εφαιπτομενικές κινήσεις, οι οποίες εκφράζονται με τη μορφή τεκτονικών καλυμμάτων (Angelier, 1976). Επίσης υπάρχουν αρκετά ξεχωριστά νεοτεκτονικά γεγονότα τόσο πλαστικής όσο και ρηγματογενούς παραμόρφωσης. Η **πλαστική παραμόρφωση** εκφράζεται με τη μορφή ισοκλινών πτυχών διαφόρων διευθύνσεων (Kammas, 1998) , ενώ η **ρηξιγενής παραμόρφωση** από κανονικά ρήγματα ,τα οποία έχουν κυρίως ΒΒΔ-ΝΝΑ διευθύνσεις.

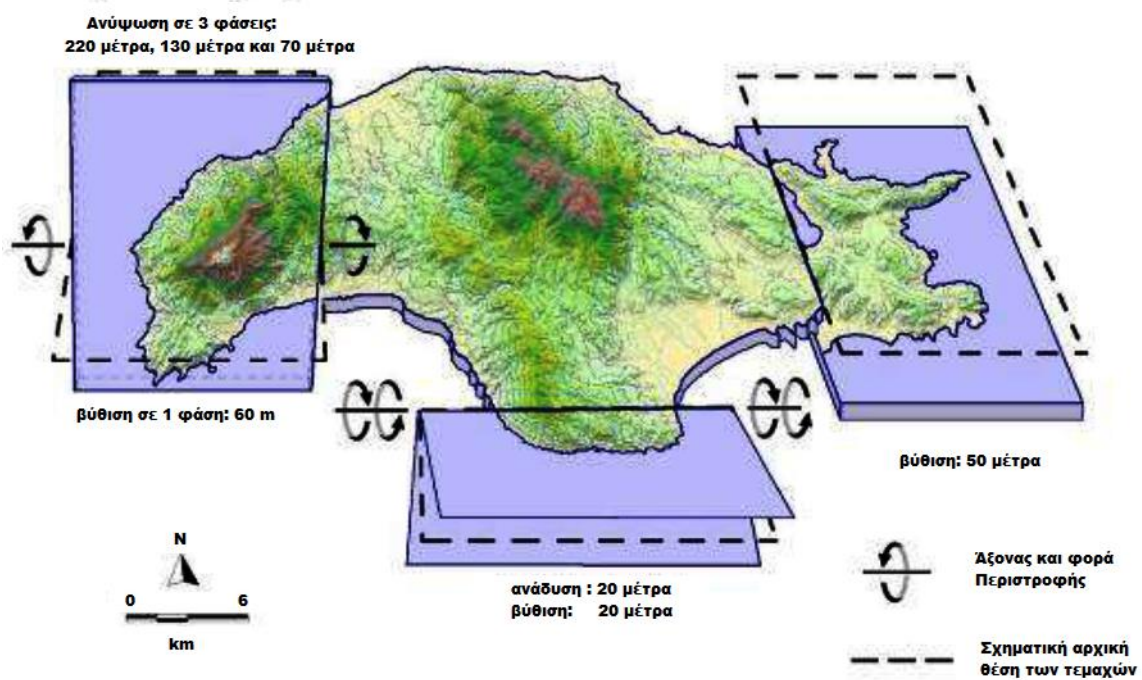
2.6.Πρόσφατη Τεκτονική εξέλιξη

Σύμφωνα με τους Μούρτζα & Σταυρόπουλο (2001), ο οποίος μελέτησε την πρόσφατη τεκτονική εξέλιξη του νησιού η Σάμος αποτελείται από τέσσερα **τουλάχιστον διαφορετικά τεκτονικά τεμάχη** με διαφορετική τεκτονική συμπεριφορά (**Σχ 2.6.**)

1. Το δυτικό τέμαχος έχει περιστραφεί γύρω από έναν άξονα με διεύθυνση Α-Δ. Η βόρεια πλευρά έχει αναδυθεί στη διάρκεια τριών κυρίως παροξυσμικών φάσεων, το μέγεθος, το εύρος και η συχνότητα των οποίων διαφέρει. Αντίθετα με την βόρεια, η νότια πλευρά έχει βυθιστεί σε μια μόνο φάση. Αν και δεν υπάρχουν στοιχεία που να επιτρέπουν το συσχετισμό των παλαιών ακτογραμμών, το δυτικό τέμαχος φαίνεται ότι λειτούργησε ουσιαστικά ως τεκτονικό δίπολο μόνο κατά την τελευταία φάση, με ανύψωση κατά 0,70m της βόρειας και βύθιση κατά 0,60m της νότιας πλευράς του. Στη διάρκεια των δυο παλαιότερων φάσεων, η βόρεια πλευρά συμπεριφέρθηκε ως ανεξάρτητο τεκτονικό τέμαχος. Το τέμαχος αυτό περιστράφηκε γύρω από τον άξονα Α-Δ , σε δεξιόστροφη διεύθυνση, ενώ το νότιο τμήμα της δυτικής πλευράς έμεινε σταθερό. Προς τα ανατολικά το τέμαχος αυτό οριοθετείται από τη δυτική ρηξιγενή ζώνη της λεκάνης του Καρλοβασίου.

2.Το νότιο τμήμα της κεντρικής Σάμου, αποτελεί ένα δεύτερο τεκτονικό τέμαχος που έχει υποστεί μια παλινδρομική κίνηση (ανάδυση, βύθιση) της τάξης των 0,20m γύρω από έναν άξονα με διεύθυνση Α-Δ. Η ανοδική κίνηση, θεωρείται παλαιότερη και η καθοδική νεότερη. Το προς βορρά όριο του τεκτονικού αυτού τεμάχους, φαίνεται να αποτελεί η Α-Δ διεύθυνσης ρηξιγενής ζώνη που περνάει από την θέση Λιμνονάκι, ενώ το ανατολικό και το δυτικό όριό του αποτελούν η ανατολική και η δυτική ρηξιγενής ζώνη της λεκάνης του Καρλοβασίου και των Μυτιληνίων αντίστοιχα.

3) Το ανατολικό τέμαχος έχει υποστεί συνολικά μια βύθιση της τάξης των 0,50 m. Το προς τα δυτικά όρια του τεκτονικού τεμάχους, φαίνεται να αποτελεί η ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης ρηξιγενής ζώνη Βαθέος- Ψιλής Άμμου.



Σχήμα 2.6: Σχηματική απεικόνιση των τεκτονικών τεμαχών της Σάμου (Μούρτζας & Σταυρόπουλος, 1989, τροποποιημένο)

3. Σεισμικότητα

Η Σάμος και τα υπόλοιπα νησιά του κεντροανατολικού Αιγαίου έχουν πληγεί κατά το παρελθόν από δυνατούς και καταστροφικούς σεισμούς. Κατά το 19^ο αιώνα, την Σάμο έπληξαν αρκετοί μεσαίου μεγέθους σεισμοί χωρίς σοβαρές συνέπειες, αλλά το 1904 και το 1955 δυο μεγάλοι σεισμοί με **μέγεθος 6,8 και 6,9 ρίχτερ** αντίστοιχα, προκάλεσαν εκτεταμένες ζημιές (Stiros, 1995, Papazachos & Papazachou, 1997). Ο σεισμός του 1955 συσχετίστηκε με ένα μικρού μεγέθους τσουνάμι που προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές στο Πυθαγόρειο. Αυτό το γεγονός πιθανώς προκάλεσε την ενεργοποίηση ενός ρήγματος κατά μήκος του ποταμού Menderes στη Τουρκία (Saroglu et al., 1992).

Λίγες μελέτες σεισμών έχουν γίνει για τα νησιά της περιοχής, και η **σεισμική ιστορικότητα** παραμένει, σε μεγάλο βαθμό, άγνωστη. Όσον αφορά τους ιστορικούς σεισμούς, στον κατάλογο του Guidoboni et al. (1994), για την περίοδο πριν το 1000 μ.Χ., καθώς στον κατάλογο των Papazachos & Papazachou (1997), έχουν καταγράψει μόνο δύο σεισμοί (200 π.Χ. και 47 μ.Χ.).

Σύμφωνα με αρχαιολόγους ένας μεγάλος σεισμός ή μια σειρά από σεισμούς το 262 μ.Χ., με άγνωστο επίκεντρο (Guidoboni et al., 1994), ήταν η αιτία της εγκατάλειψης του οικισμού στο Ηραίο κατά την περίοδο 260-270 μ.Χ. (Kyrielis, 1983). Επίσης αναφέρεται ότι ο ναός της Ήρας ανακατασκευάστηκε λίγο μετά την κατασκευή του (560/570 π.Χ.) λόγω ζημιών από έναν μεγάλο σεισμό. (Kyrielis, 1983)

Πίνακας 3.1 . Στοιχεία γνωστών ισχυρών ($M > 6,0$) σεισμών που προκάλεσαν ζημιές στη Σάμο

Ημερομηνία	φ°	λ°	Mg	Μέγιστη ένταση
200 π.Χ.	37,7	26,9	6,3	Σάμος (VIII)
47 π.Χ.	37,84	27,16	6,9	Σάμος (VIII)
1751, 18 Ιουνίου	37,8	27,1	6,4	Σάμος (VIII)
1831, 3 Απριλίου	37,7	26,8	6,0	Σάμος (VII)
1846, 13 Ιουνίου	37,6	27,0	6,0	Σάμος (VII)
1846, 11 Οκτωβρίου	37,7	27,0	6,0	Σάμος (VII)
1868, 3 Μαΐου	37,6	26,9	6,0	Παγώνδας (VII)
1873, 31 Ιανουαρίου	37,8	27,1	6,5	Σάμος (VII)
1877, 14 Οκτωβρίου	37,7	27,0	6,0	Κοκκάρι (VIII)
1893, 12 Μαρτίου	37,9	26,9	6,6	Σάμος (VII)
1904, 11 Αυγούστου	37,66	26,93	6,8	Σάμος (VIII)
1955, 16 Ιουλίου	37,55	27,05	6,9	Αγαθονήσι (VIII)

Όσον αφορά τους νεότερους σεισμούς, ισχυροί σεισμοί κάτω από 6 της κλίμακας ρίχτερ είναι πολύ συχνόι, ενώ έχουμε και εκδήλωση σεισμών που πλησιάζουν τα 7 ρίχτερ (**Πίνακας 3.1**). Ο τελευταίος ισχυρός εκδηλώθηκε στις 8/1/2013 με μέγεθος 5.8.

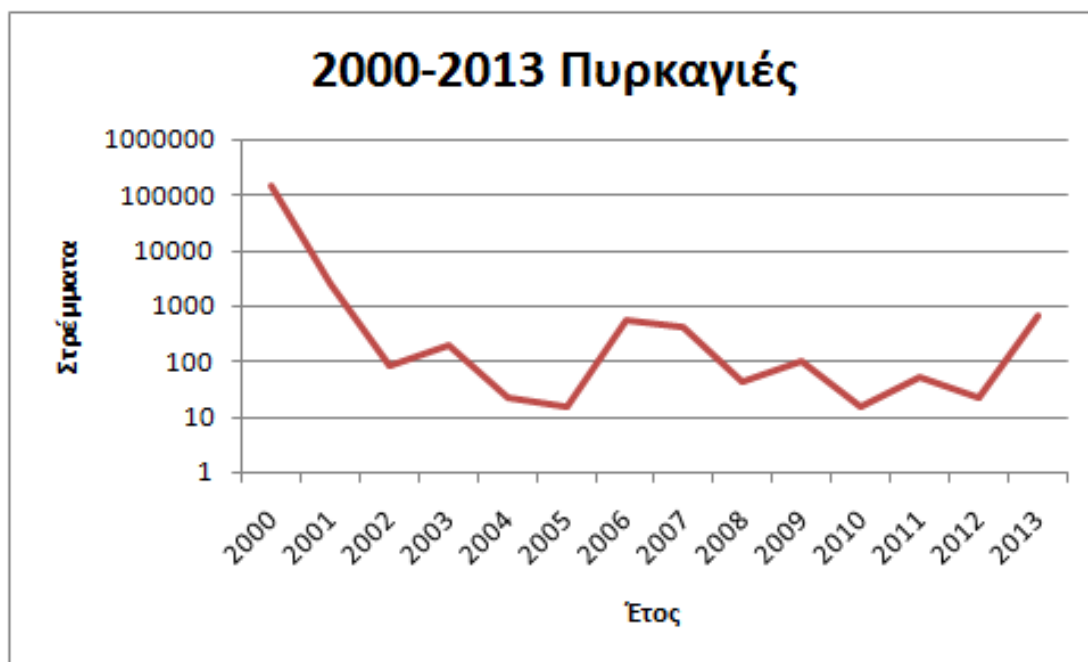
4. Βλάστηση

Η πλούσια χλωρίδα και η μεγάλη βιοποικιλότητα χαρακτηρίζουν τη Σάμο. Η χλωρίδα της αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα **μεσογειακού τύπου** και φιλοξενεί πλούσια μεσογειακή πανίδα καθώς και εκτεταμένες καλλιέργειες. Μεγάλο κομμάτι της Σάμου καλύπτεται από **δασικά πεύκα**, ενώ το ένα τρίτο της επιφάνειας του νησιού καλύπτεται από θάμνους και δέντρα ελιάς.

Σε 179.000 στρέμματα ή το 21,9% της έκτασης του νησιού, υπολογίζονται τα δάση Πεύκης στη Σάμο και καλύπτουν τις ορεινές περιοχές και μεγάλες περιοχές του βορείου τμήματος, στο νότιο τμήμα, τα δάση αυτά είναι λιγότερα. Στα χαμηλά επικρατεί η τραχεία Πεύκη (*Pinus brutia*), ενώ σε υψόμετρα άνω των 700 μέτρων επικρατεί η μαύρη Πεύκη (*Pinus nigra*) σχηματίζοντας εκτεταμένα δάση στα ορεινά. Τα μεγαλύτερα πευκοδάση υπάρχουν στην Άμπελο, ενώ ο Κέρκετέας έχει λιγότερα τα οποία βρίσκονται κυρίως στις ανατολικές και στις βορειοδυτικές πλαγιές του.(Έκθεση Δήμου Πυθαγορείου,2000).

Εκτός από τα δάση Πεύκης υπάρχουν και οι λοιπές δασικές εκτάσεις(από διάφορα είδη φυτών, όπως κέδροι, βάτοι, αγριελιές,χαρουπιές κ.α), που υπολογίζονται σε 88.700 στρέμματα. Εκτεταμένες τέτοιες εκτάσεις υπάρχουν στα ανατολικά (περιοχές Βαθέος-Σάμου και Παλαιοκάστρου), στα δυτικά (περιοχές Καλλιθέας και Δρακαίων).

Περίπου η μισή επιφάνεια του νησιού είναι καλλιεργήσιμη (ελιές, αμπελώνες αγροκτήματα, οπωροφόρα, κηπευτικά και οπωροκηπευτικά).



Σχήμα 4.1: Κατανομή των πυρκαγιών για τα έτη 2000-2013 (δεδομένα από www.fireservice.gr).

Οι **δασικές πυρκαγιές** τα τελευταία χρόνια έχουν μειώσει την περιοχή που καλύπτεται από ελιές και πεύκα (Δημάκη κ.ά., 1996). Ειδικότερα το έτος 2000 είχαμε την εκδήλωση πολύ μεγάλων πυρκαγιών στο μεγαλύτερο μέρος του νησιού με καταστρεπτικά αποτελέσματα, και πιο συγκεκριμένα πάνω από 100.000 στρέμματα δασικών εκτάσεων αποτεφρώθηκαν, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.1 (από τα οποία τα 80.000 στην περιοχή των Μυτιληνιών)(Φωτιάδης & Σιάσιος, 2003 ,www.fireservice.gr).

Πίνακας 4.1: Συνολικός αριθμός πυρκαγιών και Εμβαδό ανά έτος για την περίοδο 2000-2013.

Ετος	Εμβαδο(στρεματα)	Πληθος πυρκαγιων
2000	144.764	62
2001	2.512	50
2002	80,6	41
2003	192,7	43
2004	23,3	50
2005	15,28	28
2006	534,25	5
2007	431,5	13
2008	43,1	24
2009	103,3	37
2010	15,6	47
2011	51	37
2012	22,8	31
2013	670,6	25

Μετά τη μεγάλη πυρκαγιά του 2000, είχαμε την εκδήλωση μικρών πυρκαγιών μόνο, οι οποίες κατέκαψαν μικρές εκτάσεις (της τάξης των μερικών δεκάδων στρεμμάτων) ενώ η πιο πρόσφατη μεγάλη πυρκαγιά έχει εκδηλωθεί το 2013 στην περιοχή "Ζωοδόχος πηγή", η οποία είναι σε δύσβατο σημείο στο ανατολικό άκρο του νησιού. Η σχετική ηρεμία που επικρατεί τα τελευταία χρόνια έχει σαν αποτέλεσμα αρκετές από τις περιοχές που είχαν καεί ,κυρίως το 2000 να έχουν επανακάμψει και να έμφανίζονται δέντρα νεαρής ηλικίας όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες (**Εικ. 4.2**)



Εικόνα 4.2 : α) Πρόσφατη εικόνα από την περιοχή των Μυτιληνιών που είχε καεί το έτος 2000
β) Καμμένη έκταση βόρεια της Σάμου-Βαθέος όπου βλέπουμε και τη νέα βλάστηση.

5. Υδροβιότοποι

Ο υδροβιότοπος της Αλυκής, το έλος του Μεσοκάμπου, οι λίμνες Γλυφάδες του Πυθαγορείου και το έλος της Χώρας αποτελούν τους σημαντικότερους υδροβιότοπους της Σάμου. (Vasilopoulos et al,2008)

5.1.Ο υδροβιότοπος της Αλυκής

Ο υδροβιότοπος της Αλυκής βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του νησιού, απέναντι και σε μικρή απόσταση από τα Μικρασιατικά παράλια. Η συνολική έκτασή του είναι 420 στρ. από τα οποία τα 350 στρ. είναι η παλιά Αλυκή και τα υπόλοιπα 70 στρ. έλος. Η Αλυκή παλιά έβγαζε αλάτι, το 1965 έπαψε να λειτουργεί και έτσι η Αλυκή έγινε υδροβιότοπος, με μεγάλη οικολογική σημασία

Ο βιότοπος της Αλυκής είναι ένας από τους πιο απειλούμενους βιότοπους στο Αιγαίο, λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας (τουριστικές δραστηριότητες, μπαζώματα, απορρίματα).

Η περιοχή έχει αναγνωριστεί σαν βιότοπος στον κατάλογο που έχει εκδώσει το ΕΚΒΥ, περιλαμβάνεται στα CORINE και στο NATURA 2000(χαρακτηρίζεται με το στοιχείο CI).

5.2.Το έλος Μεσοκάμπου

Ονομάζεται και “Βαλκάμια”, βρίσκεται 4,5Km. ανατολικά - βορειοανατολικά του Πυθαγορείου. Έχει έκταση 1400 στρέμματα και καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα του Μεσοκάμπου, περίπου το μισό της συνολικής του έκτασης. Τα 800 στρέμματα αποτελούν μόνιμο έλος.



Εικόνα 5.1. Το έλος του Μεσοκάμπου

5.3.Μικρή και Μεγάλη Γλυφάδα και το έλος της Χώρας.

Στην περιοχή του Δήμου Πυθαγορείου βρίσκεται ο υδροβιότοπος των Γλυφάδων που αποτελείται από την Μικρή και Μεγάλη Γλυφάδα, όπως και το έλος της Χώρας. Η Μικρή Γλυφάδα έχει νερό χειμώνα - καλοκαίρι και επικοινωνεί με την Μεγάλη Γλυφάδα με συνεχή ροή νερού. Η δημιουργία της οφείλεται στην ύπαρξη πολλών μικροπηγών που την τροφοδοτούν με υφάλμυρα νερά. (Vasilopoulos et al,2008)

Ο υδροβιότοπος της Γλυφάδας και της Χώρας περιλαμβάνεται στον κατάλογο υδροβιότοπων που έχει εκδώσει το ΕΚΒΥ καθώς και το Corine.



Εικόνα 5.2: Υδροβιότοποι μικρής και μεγάλης Γλυφάδας στη περιοχή του Πυθαγορείου

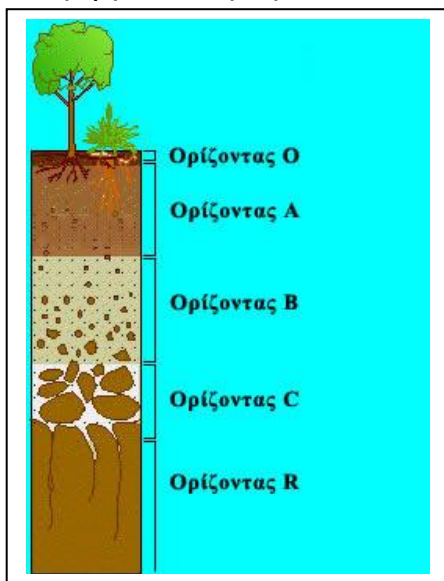
6.Το έδαφος

Το έδαφος είναι το ανώτερο στρώμα που συναντάμε στη λιθόσφαιρα και είναι ο λόγος που τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν. Αποτελείται από :

- α) **ανόργανα στοιχεία**, προερχόμενο κυρίως από το μητρικό πέτρωμα.
 - β) **οργανικό υλικό**, το οποίο ονομάζεται και βιομάζα προέρχεται από τους ζωντανούς και νεκρούς οργανισμούς
 - γ) **νερό**, προερχόμενο από τη βροχόπτωση ή την επιφανειακή απορροή και τα υπόγεια νερά. Διακρίνεται σε τέσσερις μορφές: 1) ελεύθερο νερό, 2)τριχοειδές νερό, 3) υγροσκοπικό νερό, 4) δεσμευμένο νερό.
 - δ) **αέρα**, ο οποίος περιορίζεται στους πόρους των επιφανειακών τμημάτων που δεν έχουν πληρωθεί με νερό.
- Η **υφή** του εδάφους προσδιορίζεται από την κατανομή του μεγέθους των κόκκων του, οι οποίοι αποτελούνται από χαλίκια, άμμο, ιλύ, άργιλο κ.α. Η **δομή** του καθορίζει την διάταξη των κόκκων και τα μεταξύ τους διάκενα και άρα και την **περατότητα** του.

Σε μια εδαφική τομή διακρίνουμε τις εξής ομάδες εδαφικών οριζόντων από την επιφάνεια προς το μητρικό πέτρωμα.

- Ορίζοντας O: Το επιφανειακό στρώμα, που χαρακτηρίζεται από συγκέντρωση οργανικού υλικού σε ζώσα ή νεκρή κατάσταση.
- Ορίζοντας A: Κυριαρχούν τα ανόργανα συστατικά (ορυκτά), αλλά ενυπάρχουν και αποσυντιθέμενα υπολείμματα οργανικής ύλης.
- Ορίζοντας E: Κυριαρχεί η διαδικασία έκπλυσης των συστατικών του εδάφους (διάβρωση και διάλυση).
- Ορίζοντας B: Κυριαρχούν τα ανόργανα συστατικά και γίνεται απόθεση των ανωτέρω μεταφερόμενων υλικών του ορίζοντα E.
- Ορίζοντας C: Το ανώτερο μερικώς αποσαθρωμένο τμήμα του μητρικού πετρώματος.
- Ορίζοντας R: Το μητρικό πέτρωμα.



Σχήμα 6.1: Τομή εδάφους (<http://www.pe04.net/rep/eklib/pacs/chemg>)

6.1.Η Διάβρωση του εδάφους

Η αποσάθρωση (μηχανική, χημική) και η διάβρωση αποτελούν μαζί με την τεκτονική τους κύριους παράγοντες διαμόρφωσης του αναγλύφου. Και οι δύο αυτοί παράγοντες δρουν δημιουργικά και καταστρεπτικά στη διαμόρφωση των γεωμορφών.

Η **αποσάθρωση** μπορεί να είναι μηχανική ή χημική. Οδηγεί σε ελάττωση της συνοχής των σχηματισμών. Εξαρτάται από το κλίμα, τη λιθολογία των πετρωμάτων και τον χρόνο. Τα προϊόντα της αποσάθρωσης λόγω βαρύτητας μεταφέρονται προς τα κάτω με τις διαδικασίες **διάβρωσης**. Κύριος παράγοντας μεταφοράς είναι το ανεπτυγμένο υδρογραφικό δίκτυο, δευτερεύοντες παράγοντες μεταφοράς είναι ο άνεμος και οι παγετώνες των ψηλών βουνών.

Η διάβρωση του εδάφους προκαλεί αλλαγές στο ανάγλυφο μιας περιοχής. Εκεί που έχουμε διάβρωση η περιοχή υποχωρεί ενώ στα κατάντι γίνεται απόθεση.

Πολλές φορές οι αλλαγές αυτές είναι μικρές και αντιστρεπτές, άλλες φορές όμως είναι μόνιμες και προκαλούν περιβαλλοντική υποβάθμιση ή έχουν μεγάλες οικονομικές επιπτώσεις.

Οι παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διάβρωση του εδάφους είναι κυρίως:

1. Η σύσταση, η δομή και τα εν γένει χαρακτηριστικά του εδάφους.
2. Οι κλιματολογικές συνθήκες και κυρίως οι βροχοπτώσεις και ο άνεμος.
3. Η τοπογραφία της περιοχής και κυρίως οι τοπογραφικές κλίσεις.
4. Η ύπαρξη ή όχι βλάστησης.
5. Η ανθρώπινη παρέμβαση

Πιο αναλυτικά:

1)Το πάχος και η δομή του εδάφους ρυθμίζουν το ποσό διήθησης του νερού της βροχής και κατά συνέπεια τον χρόνο έναρξης της επιφανειακής απορροής. Η ύπαρξη φλοιού (κρούστας) στο έδαφος δυσκολεύει την διείσδυση του νερού στο υπέδαφος.

2)Τα χαρακτηριστικά της βροχής, όπως η διάρκεια, η ένταση, το μέγεθος και η κινητική ενέργεια των σταγόνων, παίζουν σημαντικό ρόλο. Οι παράμετροι των βροχοπτώσεων που φαίνονται να έχουν καλύτερη συσχέτιση με την διάβρωση είναι (Wischmeier, 1962):

- α. Το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης
- β. Η μέση ένταση, συμπεριλαμβανομένων των περιόδων ανομβρίας
- γ. η μέση ένταση της πραγματικής περιόδου βροχοπτώσεων
- δ. Η μέση και η συνολική ένταση των ραγδαίων βροχοπτώσεων.

Οι πιο καταστρεπτικές βροχές είναι αυτές που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ένταση και μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ένταση της βροχής παίζει μεγαλύτερο ρόλο στο ρυθμό της διάβρωσης από ότι το συνολικό ύψος βροχόπτωσης. Με

την αύξηση όμως του όγκου του νερού μιας βροχόπτωσης, η ένταση μειώνεται λόγω εξάντλησης του διαθέσιμου νερού σε μικρό χρονικό διάστημα (Συλλαίος et al, 2007). Στο ποσοστό της απορροής επιδρά και η κατάσταση υγρασίας του εδάφους κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης, π.χ. η απορροή είναι μεγάλη όταν το έδαφος χαρακτηρίζεται ως κορεσμένο και η περατότητα του είναι περιορισμένη.

3) Η τοπογραφία μετά την έναρξη της επιφανειακής απορροής καθορίζει τις συνθήκες ροής στην επιφάνεια του εδάφους. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση του εδάφους, τόσο μεγαλύτερη και η ταχύτητα απορροής του νερού. Αυξημένη ταχύτητα απορροής σημαίνει μεγαλύτερη και ποσότητα υλικών που μπορεί να συμπαρασύρει προς τα χαμηλότερα σημεία. Επίσης, όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος των επικλινών εδαφών τόσο μεγαλύτερη είναι και ποσότητα των νερών της επιφανειακής απορροής.

4) Η ύπαρξη βλάστησης συντελεί στην συγκράτηση του εδαφικού καλύμματος και είναι αλληλοεξαρτώμενη από αυτό. Οι ρίζες των φυτών δημιουργούν ένα είδος πλέγματος που συγκρατεί το έδαφος. Επίσης η βλάστηση δρα σαν προστατευτικό κάλυμμα του εδάφους μειώνοντας την κινητική ενέργεια της προσπίπτουσας βροχόπτωσης, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να συγκρατήσει μέχρι και το 50% της βροχής πάνω στο φύλλωμά τους.

5) Σημαντικός παράγοντας είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες που συμβάλλουν στο φαινόμενο της διάβρωσης, όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές, η υπερβόσκηση, η μετατροπή δασικών εκτάσεων σε γεωργικές, το όργωμα κατά τη διεύθυνση της μέγιστης κλίσης της επιφάνειας, η οποία επιταχύνει την επιφανειακή απορροή, το οδικό δίκτυο κ.α. Όλα τα παραπάνω προκαλούν αλλοίωση της δομής του εδάφους που οδηγεί σε αύξηση της διαβρωσιμότητας. (**Εικ. 6.1.**). Η διάβρωση εδάφους από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι κατά κανόνα μεγαλύτερη από αυτή στις ακαλλιέργητες (Brown, 1984).



Εικόνα 6.1: Διάβρωση εξαιτίας ανθρώπινης δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή του Πλάτανου

6.2. Μοντέλα διάβρωσης του εδάφους

Η παρακολούθηση της χωρικής και της χρονικής εξέλιξης των διαβρωτικών διαδικασιών του εδάφους μπορεί να γίνει με την δημιουργία μοντέλων. Η δημιουργία ενός τέτοιου μοντέλου μπορεί να γίνει με πολλές και διαφορετικές προσεγγίσεις.

α) Εμπειρικά μοντέλα. Είναι η πρώτη κατηγορία μοντέλων, η οποία στηρίζεται σε μετρήσεις εισόδου – εξόδου (π.χ βροχόπτωση – ποσό εδαφικής διάβρωσης) οι οποίες συνδέονται με μια εμπειρική σχέση απλή ή πολύπλοκη μεταξύ δύο τυχαίων μεταβλητών.

β) Προσδιοριστικά μοντέλα, που μπορεί να είναι:

1) **Μοντέλα φυσικής βάσης**(Physically based). Βασίζονται στη θεωρητική ανάλυση των φυσικών διαδικασιών της διάβρωσης του εδάφους, και εκφράζει την εξέλιξή της με βάση γνωστούς νόμους (π.χ η αρχή διατήρησης της μάζας). Δηλαδή διατυπώνονται μαθηματικές εξισώσεις(με βάση παραμέτρους που μετρούνται στο πεδίο ή προσδιορίζονται προσεγγιστικά) που στη συνέχεια επιλύονται αναλυτικά για όλα τα στάδια της διάβρωσης.(1987,Flanagan and Nearing,1995,Wicks and Bathurst, 1996).

2) **Εννοιολογικά ή παραμετρικά μοντέλα.** Είναι παρόμοια με τα φυσικής βάσης, με τη διαφορά ότι οι παράμετροι δεν είναι άμεσα μετρήσιμες και απαιτείτε βαθμονόμηση του μοντέλου για την εύρεση των βέλτιστων παραμέτρων του μοντέλου (Singh, 1983)

3) **Μικτά ή υβριδικά μοντέλα.** Όταν οι ανωτέρω διαδικασίες των δύο κατηγοριών μπορούν να συνυπάρχουν σ' ένα μοναδικό μοντέλο, δηλαδή εμπειρικής και φυσικής βάσης μαθηματικές σχέσεις, τότε τα μοντέλα λέγονται **μικτά ή υβριδικά μοντέλα**. Τα παραπάνω μοντέλα για υπολογιστικούς λόγους θεωρούν μερικές φορές ότι υπάρχει μόνο χρονική εξέλιξη των διαδικασιών και όχι χωρική και ονομάζονται ενιαία. Εάν αντίθετα εξετάζεται η χωρο-χρονική εξέλιξη του ανάγλυφου ονομάζονται **κατανεμημένα**. (Γκουρνέλος,2013)

7. Πλημμύρες

7.1 Εισαγωγή

Πλημμύρα είναι η προσωρινή κάλυψη του εδάφους από νερό, το οποίο υπό κανονικές συνθήκες δεν καλύπτεται. Είναι αποτέλεσμα ισχυρών κατακρημνίσεων ή και της διαφυγής νερού, τρεχούμενου ή λιμνάζοντος, από τους χώρους που το συγκρατούν. Οι πλημμύρες μπορούν να σημειωθούν τόσο σε παράκτιες, όσο και σε παρόχθιες περιοχές, ενώ οι γενεσιουργές τους αιτίες αποδίδονται σε ατμοσφαιρικά φαινόμενα, τεκτονικά φαινόμενα και στην ανθρώπινη παρέμβαση.

Θεωρούνται από τους πλέον συχνούς και καταστρεπτικούς τύπους φυσικών καταστροφών σε παγκόσμιο επίπεδο. Η έκθεση της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας σε κίνδυνο, η καταστροφή έργων υποδομής, γεωργικών και κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, η έντονη διάβρωση εδαφών και η μόλυνση υδατικών μαζών είναι μερικές από τις πιο σημαντικές επιπτώσεις τους. Τα πλημμυρικά φαινόμενα προκαλούν το ένα τρίτο των εκτιμώμενων ζημιών από φυσικές καταστροφές παγκοσμίως.

Πλημμυρικός κίνδυνος (Flood Risk) είναι ένας συνδυασμός της πιθανότητας να συμβεί ένα πλημμυρικό γεγονός και των δυσμενών επιπτώσεων που αυτό το γεγονός θα επιφέρει στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και την οικονομική δραστηριότητα.

Τα τελευταία χρόνια η διαχείριση του πλημμυρικού κινδύνου εστιάζει σε προσεγγίσεις όπως η πρόγνωση πλημμυρών (flood forecasting), η έγκαιρη προειδοποίηση, ο σχεδιασμός των χρήσεων γης και η αποτύπωση της επικινδυνότητας σε χάρτες. Παράλληλα τα δομικά και μηχανικά μέτρα (φράγματα, κανάλια και άλλα) έχουν περιβληθεί από σκεπτικισμό λόγω των οικονομικών και περιβαλλοντικών τους μειονεκτημάτων (Golian et al., 2010).

7.2 Τύποι πλημμυρών

Πλημμύρες εμφανίζονται κατά μήκος ποταμών και χειμάρρων καθώς και σε κατοικημένες περιοχές, σε παράκτιες περιοχές και λίμνες. Οι επιπτώσεις είναι πάντα οι ίδιες: συναντάμε νερό και ίζηματα σε ανεπιθύμητες περιοχές από τη συνηθισμένη θέση παρουσίας του νερού, ανεξάρτητα από τις αιτίες των πλημμυρών.

Οι κύριοι τύποι πλημμυρών παρουσιάζονται στον **Πίνακα 7.1**.

Πλημμύρες από φυσικά αίτια είτε παρουσιάζουν βραδεία εξέλιξη (σε μεγάλους ποταμούς) είτε ανήκουν στην κατηγορία των ξαφνικών πλημμυρών. Στην περιοχή της Μεσογείου οι **αιφνίδιες (ή ξαφνικές) πλημμύρες** είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος πλημμυρών καθώς ευνοείται ιδιαίτερα από τη γεωμορφολογία, τη γεωλογία και τις κλιματικές παραμέτρους.

Οι ξαφνικές πλημμύρες εμφανίζονται σε μικρό χρονικό διάστημα λίγων ωρών, έχουν σαν αίτιο τις ραγδαίες βροχοπτώσεις και έχουν σαν αποτέλεσμα την ταχεία ανύψωση νερού, το οποίο στο πέρασμα του μπορεί να προκαλέσει μεγάλες καταστροφές σε κατασκευές (όπως κτίρια, γέφυρες) να παρασύρει αυτοκίνητα, να ξεριζώσει δέντρα κ.α. Μπορεί να προκαλέσουν καταστροφικές κατολισθήσεις εδαφών (λασπορροές).

Πλημμύρες βραδείας εξέλιξης συναντώνται σε περιοχές όπου ρέουν μεγάλοι ποταμοί (π.χ Έβρος, Αχελώος, Νέστος), έχουν μεγάλη συχνότητα επανεμφάνισης, αλλά η επικινδυνότητα τους είναι μικρή καθώς υπάρχει μεγάλος χρόνος αντίδρασης, και μπορούν να προβλεφθούν.

Πίνακας 7.1: Ταξινόμηση τύπων πλημμυρών σε σχέση με τα συμβατικά αίτια και τις επιπτώσεις τους (Martini και Loat, 2007)

Τύπος	Αίτια	Επιπτώσεις	Σχετικές Παράμετροι
Ποτάμιες πλημμύρες	- Έντονη βροχόπτωση / λιώσιμο χιονιού - Κατάρρευση φραγμάτων ή αστοχία αντιπλημμυρικών	Πλημμυρικά ύδατα κατά μήκος πλημμυρικών πεδίων (στάσιμα ή ρέοντα)	- Έκταση - Βάθος νερού - Ταχύτητα νερού - Μετάδοση πλημμύρας
Παράκτιες πλημμύρες	- Υψηλές παλίρροιες - Κатаιγίδες - Τσουνάμι	- Στάσιμα ή ρέοντα ύδατα πίσω από την ακτογραμμή - Υφαλμήρηση της αγροτικής γης	- Έκταση - Βάθος νερού - Ταχύτητα νερού - Μετάδοση πλημμύρας
Πλημμύρες ορεινών χειμάρρων ή ταχεία απορροή από λόφους	- Ξαφνικές καταιγίδες - Αστάθεια πρανών - Λασπορροές	- Νερό και ιζήματα εκτός της κοίτης στον αλλουβιακό κώνο - Διάβρωση κατά μήκος της	- Έκταση - Βάθος νερού - Ταχύτητα νερού - Μετάδοση πλημμύρας - Απόθεση ιζημάτων
Αιφνίδιες πλημμύρες σε εφήμερους χειμάρρους	Ξαφνικές καταιγίδες	- Νερό και ιζήματα εκτός της κοίτης στον αλλουβιακό κώνο - Διάβρωση κατά μήκος της	- Έκταση - Βάθος νερού - Ταχύτητα νερού - Μετάδοση πλημμύρας - Απόθεση ιζημάτων
Πλημμύρες εξαιτίας ανόδου υδροφόρου ορίζοντα	Υψηλή στάθμη νερού σε γειτονικές μάζες νερού	Στάσιμα πλημμυρικά ύδατα στο πλημμυρικό πεδίο (μακράς διάρκειας πλημμύρα)	- Έκταση - Βάθος νερού - Ταχύτητα νερού - Μετάδοση πλημμύρας - Απόθεση ιζημάτων - Βάθος νερού
Λιμναίες Πλημμύρες	Άνοδος στάθμης της θάλασσας εξαιτίας εισερχόμενων υδάτων ή ανέμων.	Στάσιμα πλημμυρικά ύδατα εσωτερικά της ακτογραμμής	- Έκταση - Βάθος νερού - Ταχύτητα νερού - Μετάδοση πλημμύρας - Απόθεση ιζημάτων - Βάθος νερού

7.3 Αίτια πλημμυρών

Η εκδήλωση πλημμυρών εξαρτάται από μια σειρά από παράγοντες που σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υδρολογικών λεκανών, τις μετεωρολογικές παραμέτρους, τα χαρακτηριστικά των καταιγίδων (ένταση βροχόπτωσης, αλλά και ραγδαιότητα), τη λιθολογία (κυρίως περατότητα πετρώματος), τις χρήσεις γης και τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι σταθερά (π.χ. τοπογραφία, σχήμα υδρολογικής λεκάνης) ενώ άλλα διαφοροποιούνται με το χρόνο (π.χ. βαθμός κορεσμού εδάφους, ένταση βροχόπτωσης, βλάστηση).

Ένας από τους πιο σημαντικούς δυναμικούς παράγοντες στην εκδήλωση πλημμυρών είναι η ένταση της βροχόπτωσης (Georgakakos, 2006; Norbiato et al., 2008; Golian et al., 2010). Υπάρχουν αρκετές μελέτες που δείχνουν ότι οι καταιγίδες υψηλής έντασης και μικρής διάρκειας τείνουν να δημιουργούν πολύ μεγαλύτερους όγκους απορροής από ότι οι καταιγίδες μεγάλης διάρκειας ή οι καταιγίδες μεγάλου συνολικού ύψους βροχής (Martin-Vide et al., 1999).

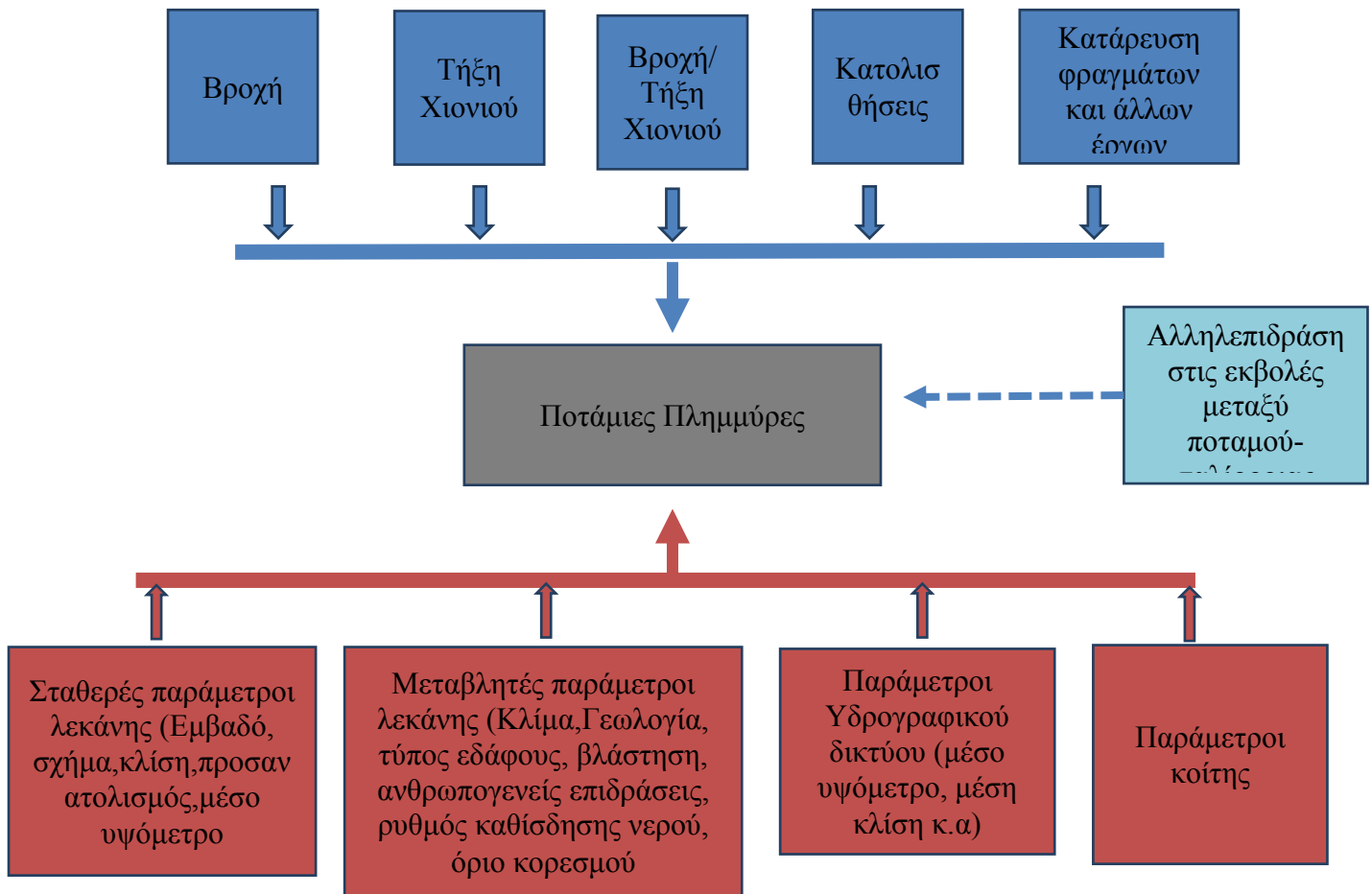
Τα αίτια εκδήλωσης ξαφνικών πλημμυρών συνοπτικά είναι τα εξής:

1.Φυσικά αίτια:

- Καταιγίδες
- Τήξη χιονιού είτε από αύξηση θερμοκρασίας είτε από βροχή
- Γεωλογικά φαινόμενα όπως οι κατολισθήσεις
- Διατάραξη της φυσικής απορροής στα κατάντη με απόφραξη του φυσικού υδατορέματος από εναποθέσεις

2.Ανθρωπογενή αίτια:

- Θραύση φραγμάτων και αναχωμάτων
- Καταστροφή φυσικών ρευμάτων και διατάραξη του υδρογραφικού δικτύου μιας περιοχής. (αλλαγή ροής ποταμού, μπάζωμα, υπογειοποίηση κλπ)
- Θραύση αγωγών υπό πίεση
- Κακός σχεδιασμός ή συντήρηση στραγγιστικών δικτύων.
- Αποψίλωση δασών
- Αστικοποίηση



Σχήμα 7.1: Παράγοντες που σχετίζονται με το φαινόμενο των πλημμυρών (Smith και Ward 1998, τροποποιημένο).

7.4 Επιπτώσεις των πλημμυρών

Οι επιπτώσεις των πλημμυρών διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες, και σε αποτιμώμενες και μη αποτιμώμενες, όπως φαίνεται και στον **Πίνακα 7.2** (Πιστρικά, 2010). Οι άμεσες επιπτώσεις αφορούν όλους τους τύπους συνεπειών που σχετίζουν τη φυσική επαφή των πλημμυρικών όγκων νερού με τον άνθρωπο, την ιδιοκτησία και γενικά το περιβάλλον. Οι έμμεσες επιπτώσεις αναφέρονται στις ζημιές που ακολουθούν μετά το πέρας της πλημμύρας και μπορούν να προκαλέσουν δυσλειτουργίες στην οικονομική και κοινωνική δραστηριότητα της πληγείσας περιοχής. Η αποτιμώμενη ζημιά αποδίδεται ποσοτικά με οικονομικούς όρους σε αντίθεση με τη μη αποτιμώμενη, η οποία είναι πολύ δύσκολο ή ανέφικτο να αποτιμηθεί με ποσοτικούς και οικονομικούς όρους, όπως για παράδειγμα η απώλεια ανθρώπινης ζωής ή ενός οικοσυστήματος.

Πίνακας 7.2: Κατηγορίες των επιπτώσεων των πλημμυρών. (Πιστρικά ,2010)

	Αποτιμώμενη	Μη αποτιμώμενη
Άμεση	- Κατοικίες - Κτήρια εμπορικής και βιομηχανικής χρήσεως - Έργα δημόσιας υποδομής (δρόμοι, γέφυρες, αναχώματα κτλ) - Οχήματα - Αγροτική γη - Πανίδα	- Απώλεια ανθρώπινης ζωής - Τραυματισμός - Απώλειες πολιτιστικής κληρονομιάς - Ρύπανση / μόλυνση οικοσυστημάτων
Έμμεση	- Έξοδα εκκένωσης και προσωρινής στέγασης των πληγέντων - Έξοδα καθαρισμού των συντριμμιών - Απώλεια οικονομικής παραγωγής λόγω κατεστραμμένων εγκαταστάσεων - Έλλειψη αποθεμάτων ενέργειας και τηλεπικοινωνίας - Διαταραχή των κτηματομεσιτικών αγορών π.χ. μείωση τιμών αξίας γης - Μείωση ανταγωνιστικότητας συγκεκριμένων τομέων οικονομίας	- Απώλεια χρόνου λόγω κυκλοφοριακής δυσλειτουργίας - Κοινωνική δυσλειτουργία - Έλλειψη εμπιστοσύνης στην αποτελεσματικότητα των κρατικών λειτουργιών - Ψυχική / ψυχολογική βλάβη - Ανεργία - Μείωση παραγωγικότητας

Η πρόβλεψη των πλημμυρών και η έγκαιρη προειδοποίηση συντελεί στην ελαχιστοποίηση των καταστροφών που προκαλούνται από πλημμύρες.

7.5 Πλημμύρες στη Μεσόγειο και στον Ελληνικό χώρο

Στο χώρο της Μεσογείου επικρατούν ιδιαίτερες συνθήκες τόσο κλιματολογικές αλλά και στα γεωλογικά, γεωμορφολογικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Οι περισσότερες υδρολογικές λεκάνες των παραλίων της Μεσογείου είναι επιδεκτικές σε αιφνίδιες πλημμύρες ("flashfloods") οι οποίες αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά καταστροφικά φαινόμενα σε ολόκληρη τη Μεσόγειο αλλά και στον Ελληνικό χώρο (Ανδρεαδάκης και Φουντούλης, 2007).

Το υδροκλιματικό καθεστώς της Ελλάδας ελέγχεται από δυο κύριους παράγοντες:

- Την ορογραφία (η Πίνδος χωρίζει την Ελλάδα σε ανατολική και δυτική)
- Την κίνηση των υφέσεων από δυτικά προς ανατολικά

Η δυτική Ελλάδα εμφανίζει μεγαλύτερες βροχοπτώσεις (ύψη βροχής μέχρι 2000 mm σε ορεινές περιοχές) ενώ στην ανατολική Ελλάδα , εμφανίζονται τιμές μέχρι και 400 mm/ έτος. (Koutsogiannis et al, 2012)

Κατά κύριο λόγο οι υδρολογικές λεκάνες έχουν μικρό έως μέσο μέγεθος και αποστραγγίζονται από εφήμερους χειμάρρους με ελάχιστο ή καθόλου νερό κατά τη διάρκεια του έτους.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η εκδήλωση έντονων βροχοπτώσεων τους χειμερινούς μήνες, φαινόμενο τυπικό του Μεσογειακού κλίματος, το οποίο συντελεί στην εμφάνιση ξαφνικών πλημμυρών. Οι ξαφνικές πλημμύρες εμφανίζονται μέσα σε λίγες ώρες από την έναρξη μεγάλων βροχοπτώσεων, έχουν μικρή διάρκεια παρουσιάζοντας μεγάλες απορροές. Κατά τη διάρκεια των φαινομένων αυτών παρουσιάζονται εκτεταμένα φαινόμενα διάβρωσης και μεταφοράς εδαφικού υλικού τα οποία δημιουργούν επιπρόσθετους κινδύνους όπως λασπορροές και κατολισθήσεις. Στην ιδιαιτερότητα αυτή συμβάλει το ιδιαίτερο γεωτεκτονικό καθεστώς της περιοχής, που περιλαμβάνει ενεργό τεκτονική, μεγάλες μορφολογικές κλίσεις και ιδιαίτερες λιθολογίες.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η συγκέντρωση μεγάλων πληθυσμών σε αστικά κέντρα σε παραποτάμιας και παράκτιας περιοχές η οποία συμβάλει συχνά στην παρεμπόδιση της ομαλής λειτουργίας των ποτάμιων συστημάτων. Το φαινόμενο αυτό οδηγεί στη ραγδαία αύξηση των οικονομικών επιπτώσεων των πλημμυρών τις τελευταίες δεκαετίες (Ganoulis, 2003).

Οι πλημμύρες είναι μια από τις πιο σημαντικές κατηγορίες φυσικών καταστροφών και στον Ελληνικό χώρο, τόσο από οικονομικής πλευράς όσο και από πλευράς κόστους σε ανθρώπινες ζωές. Τα θύματα στον Ελληνικό χώρο μεταξύ 1887-1994 ανήλθαν στα 216 (Νικολαΐδου και Χατζηχρίστου, 1995).

Εκτός από τις ανθρώπινες ζωές οι πλημμύρες έχουν σημαντικές επιπτώσεις σε περιουσίες, στην γεωργία, στην κτηνοτροφία, στις υποδομές (τεχνικά έργα, οδικό δίκτυο) και στα δίκτυα κοινής ωφελείας.

8. Σκοπός και Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής διατριβής είναι η εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου και της διάβρωσης σε ολόκληρη τη Σάμο. Προσδιορίζονται οι περιοχές με αυξημένη πλημμυρική επικινδυνότητα, καθώς και οι περιοχές με αυξημένη πιθανότητα διάβρωσης και τελικά η δημιουργία χαρτών πλημμυρικής επικινδυνότητας και πιθανότητας διάβρωσης για την περιοχή. Η μέθοδος υπολογισμού τους, βασίζεται στην γενική μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην παρακάτω ενότητα.

Τα στάδια που ακολουθήθηκαν για την παρούσα εργασία είναι τα εξείς:

A) Αναζήτηση βιβλιογραφίας σχετικά με την περιοχή μελέτης, την ανάλυση δορυφορικών εικόνων, τα κλιματολογικά στοιχεία, καθώς και με τη διάβρωση και την εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας σε ξαφνικές πλημμύρες.

B) Ανάκτηση δεδομένων:

1. Κλιματολογικά δεδομένα από την Ε.Μ.Υ
 2. Τοπογραφικός χάρτης 1:50.000
 3. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής,
 4. Δορυφορική εικόνα Landsat 8,
 5. Χάρτης χρήσεων γης, και δεδομένα πυρκαγιών για την περιοχή.
- Επίσης πραγματοποιήθηκε εργασία πεδίου στο νησί όπου αναγνωρίστηκαν οι θέσεις αυξημένης διάβρωσης και πλημμυρικού κινδύνου, ενώ κάτοικοι της περιοχής έδωσαν πληροφορίες για παλιότερα γεγονότα.

Γ) Γεωαναφορά σε EGSA 87 και ψηφιοποίηση δεδομένων:

1. Υδρογραφικό δίκτυο
2. Υδρογραφικές λεκάνες (ΣΧ)
3. Κυριότεροι Οικισμοί
4. Χρήσεις γης

Δ) Ανάλυση δεδομένων

Ε) Παραγωγή χαρτών επικινδυνότητας, με τη βοήθεια ενός μοντέλου πιθανοτήτων

1. Μοντέλο επικινδυνότητας διάβρωσης
2. Μοντέλο πλημμυρικής επικινδυνότητας

Στ. Συμπεράσματα

Όλα τα παραπάνω στάδια θα αναλυθούν διεξοδικά στο επόμενο Κεφάλαιο. Θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα, και έπειτα θα γίνει η ανάλυση τους.

9. Ανάλυση Δεδομένων-Αποτελέσματα

9.1. Τοπογραφικά δεδομένα.

Χρησιμοποιήθηκε ο τοπογραφικός χάρτης 1:50.000 της Γ.Υ.Σ, ο οποίος σε ψηφιοποιημένη μορφή σε ένα πακέτο Γ.Σ.Π. (MAPINFO 11 Και ARCMAP 10.1) ήταν η βάση ώστε να χωριστεί η περιοχή σε 153 υδρογραφικές λεκάνες, καθώς και στον καθορισμό της ροής των ποταμών. Τα **τοπογραφικά δεδομένα** μπορούν να απεικονιστούν με 3 τρόπους:

Α) Ισουψείς καμπύλες, όπου κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει σημεία με ίδιο υψόμετρο.

Β) Ψηφιακά μοντέλα εδάφους (DEM) τα οποία βασίζονται πάνω στην ιδέα των ψηφιδωτών δεδομένων (raster). Στα ψηφιδωτά δεδομένα η περιοχή χωρίζεται σε φατνία, δηλαδή σε τετράγωνα ίσων διαστάσεων, ταξινομημένα στο χώρο σε γραμμές και στήλες. Το κέντρο κάθε φατνίου του κανάβου έχει γνωστές συντεταγμένες. Επίσης το κάθε φατνίο του Ψ.Μ.Ε έχει και μια τιμή υψομέτρου η οποία είναι σταθερή για ολόκληρο το τετράγωνο του Ψ.Μ.Ε. Έτσι σε κάποια θέση πάντα υπάρχει κάποιο σφάλμα που εξαρτάται από το μέγεθος του φατνίου.

Γ) Ψηφιακά μοντέλα εδάφους (TIN) στα οποία τα φατνία είναι τρίγωνα, ενώ οι κορυφές των τριγώνων έχουν ακριβή πληροφορία υψομέτρου. Επειδή τρία σημεία συνιστούν ένα επίπεδο με τον κατάλληλο αλγόριθμο ο υπολογιστής μπορεί να βρει το υψόμετρο σε οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου. Όσο περισσότερα τρίγωνα τόσο καλύτερη η ακρίβεια του υψομέτρου που παρέχει. (Kennedy, 2013)

9.1.1 Παραγωγή DEM και χάρτη κλίσεων

Α) Η παραγωγή του Ψ.Μ.Ε της Σάμου έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού ArcMap ακολουθώντας την εξής διαδικασία:

1) **Δημιουργία TIN** εφαρμόζοντας την μέθοδο τριγωνοποίησης Delaunay (Σχ.9.1). Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει ότι καμία κορυφή τριγώνου δεν εμπερικλείεται σε κανέναν από τους περιγεγραμμένους κύκλους των τριγώνων στο υπάρχον δίκτυο, χρησιμοποιώντας τα εξής επίπεδα πληροφορίας:

- α. Ισοϋψείς **καμπύλες** από τοπογραφικό χάρτη 1:50.000.
- β. Υψομετρικά και τοπογραφικά **σημεία**, με γνωστό το ακριβές υψόμετρο.
- γ. Η περίμετρος του νησιού, έτσι ώστε να γίνει υπολογισμός του TIN μόνο μέσα σε αυτό το πολύγωνο.
- δ. Υδρογραφικό δίκτυο

2) **Δημιουργία ενός DEM** από το TIN με μέγεθος φατνίου τα 10 μέτρα. Χρησιμοποιώντας το ήδη υπάρχον ψηφιακό μοντέλο εδάφους (TIN), ακολουθήθηκε μία διαδικασία παραγωγής ενός μοντέλου εδάφους με την μορφή κανάβου (GRID) για όλη τη Σάμο, αποδίδοντας σε φατνία (cells) τις τιμές των υψομέτρων.

Λαμβάνοντας υπόψη την ακρίβεια των πρωτογενών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, τα οποία αναφέρονταν σε κλίμακα 1:50.000, αλλά και την επιθυμητή ακρίβεια των εν συνεχεία παραγόμενων μοντέλων, επιλέχθηκε η τιμή μεγέθους του φατνίου (cell size) του παραγόμενου GRID αρχείου, ίση με 10 μέτρα. Το παραγόμενο ψηφιακό μοντέλο εδάφους χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των κλίσεων σε όλη τη Σάμο, καθώς και για τον υπολογισμό των διάφορων παραμέτρων στις λεκάνες του νησιού. (Σχ.9.2)

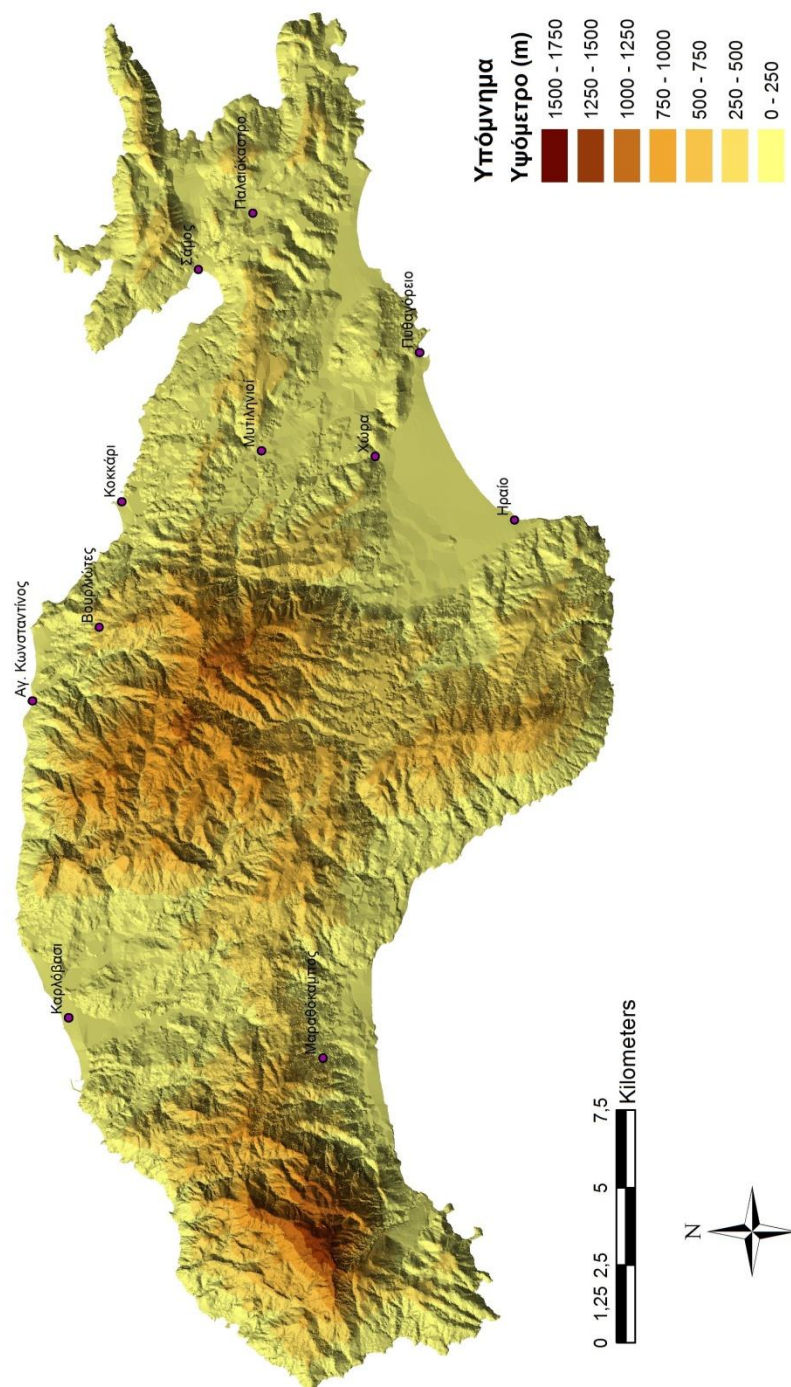
Β) Δημιουργία χάρτη κλίσεων.

Από το DEM δημιουργήθηκε ένας χάρτης κλίσεων για όλο το νησί, ο οποίος είναι και αυτός σε μορφή κανάβου με μέγεθος φατνίου 10 μέτρα, ο οποίος δείχνει τη κλίση σε κάθε φατνίο του κανάβου. Η κλίση είναι πολύ σημαντικός παράγοντας τόσο για την εκτίμηση της διάβρωσης όσο και της επικινδυνότητας πλημμυρών. (Σχ.9.3). Στο σχήμα έχει γίνει 'εξίσωση ιστογράμματος' ώστε να είναι πιο ξεκάθαρες οι αλλαγές στη μορφολογική κλίση.

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια οι χάρτες που παρήχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό σε κάθε υδρογραφική λεκάνη του:

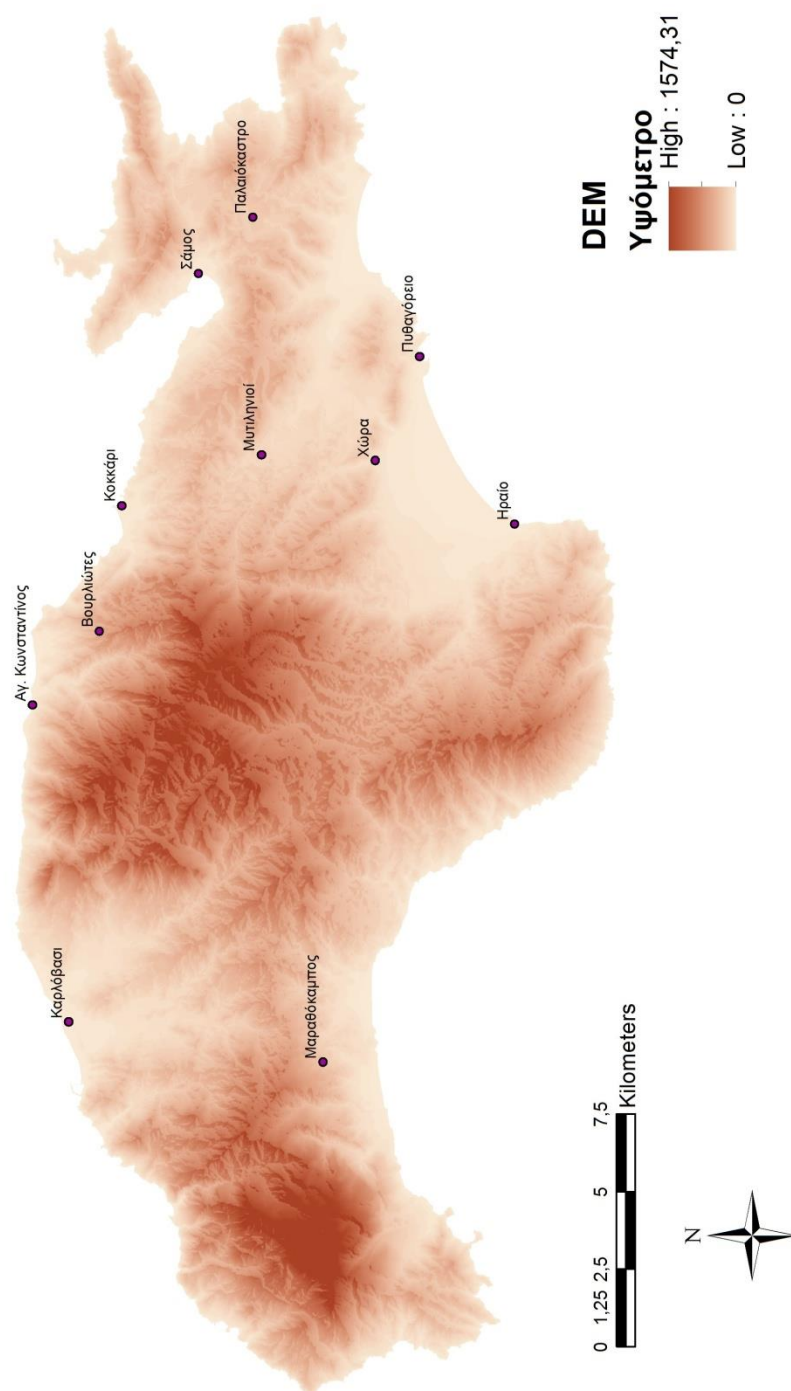
- α. Μέσου, Ελάχιστου και Μέγιστου Ύψους
- β. Μέσης, Ελάχιστης και Μέγιστης Κλίσης
- γ. Μέγιστου μήκους λεκάνης

Χάρτης Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους ΤΙΝ νήσου Σάμου



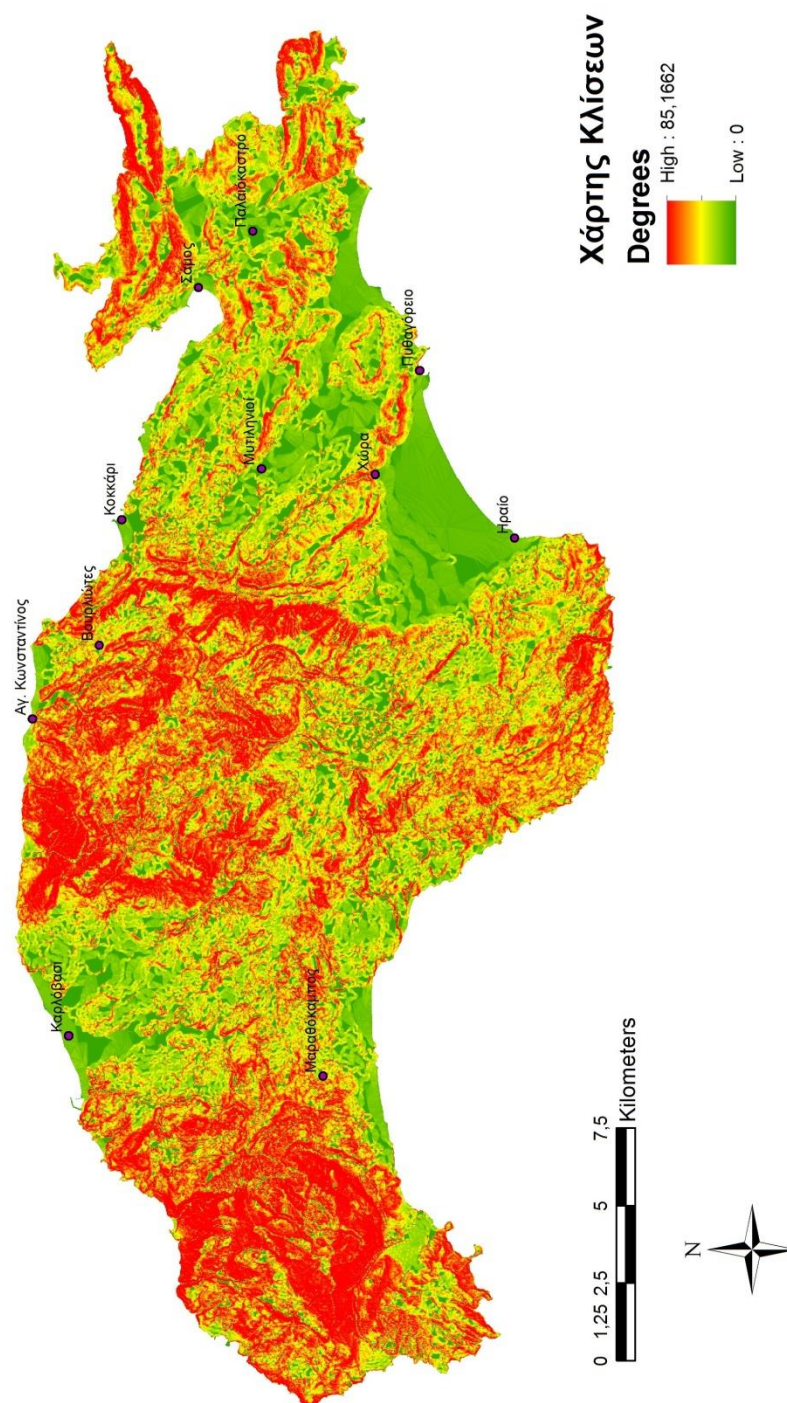
Σχήμα: 9.1 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους ΤΙΝ

Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους νήσου Σάμου



Σχήμα 9.2: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Σάμου

Χάρτης Κλίσεων νήσου Σάμου



Σχήμα 9.3: Χάρτης κλίσεων νήσου Σάμου. Για την απεικόνιση έχει χρησιμοποιηθεί εξίσωση ιστογράμματος

9.2.Γεωμορφολογία

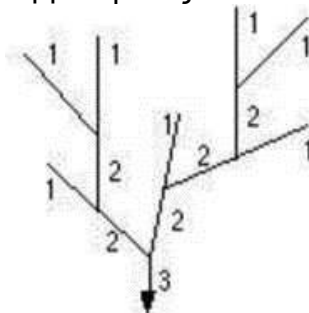
9.2.1.Ανάλυση Υδρολογικών Λεκανών και Ποταμών.

A. Ταξινόμηση Strahler

Αρχικά το ψηφιοποιημένο υδρογραφικό δίκτυο ταξινομήθηκε με βάση την ταξινόμηση Strahler σε κλάδους κάποιας τάξης (1^{η} - 5^{η}).

Στην μέθοδο Strahler οι μικρότεροι, μη διακλαδιζόμενοι κλάδοι των ρευμάτων χαρακτηρίζονται ως **πρώτης τάξης**. Όταν **ενώνονται δύο** (ή περισσότερα) ρεύματα πρώτης τάξης, σχηματίζεται ένα τμήμα κλάδου δεύτερης τάξης, όταν ενώνονται δύο ή περισσότεροι κλάδοι δεύτερης τάξης σχηματίζεται ένα τμήμα κλάδου τρίτης τάξης κλπ. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει μόνο ένα τμήμα κλάδου μεγαλύτερης τάξης και δύο τουλάχιστον τμήματα κλάδου υπό την μεγαλύτερη τάξη.

Το μόνο μειονέκτημα της ταξινόμησης κατά Strahler είναι, ότι δεν αυξάνεται η τάξη ενός τμήματος με την συμβολή ενός κλάδου μικρότερης τάξης.



Σχήμα 9.4. Λογική μεθόδου ταξινόμησης κατά Strahler (Πηγή: ESRI)

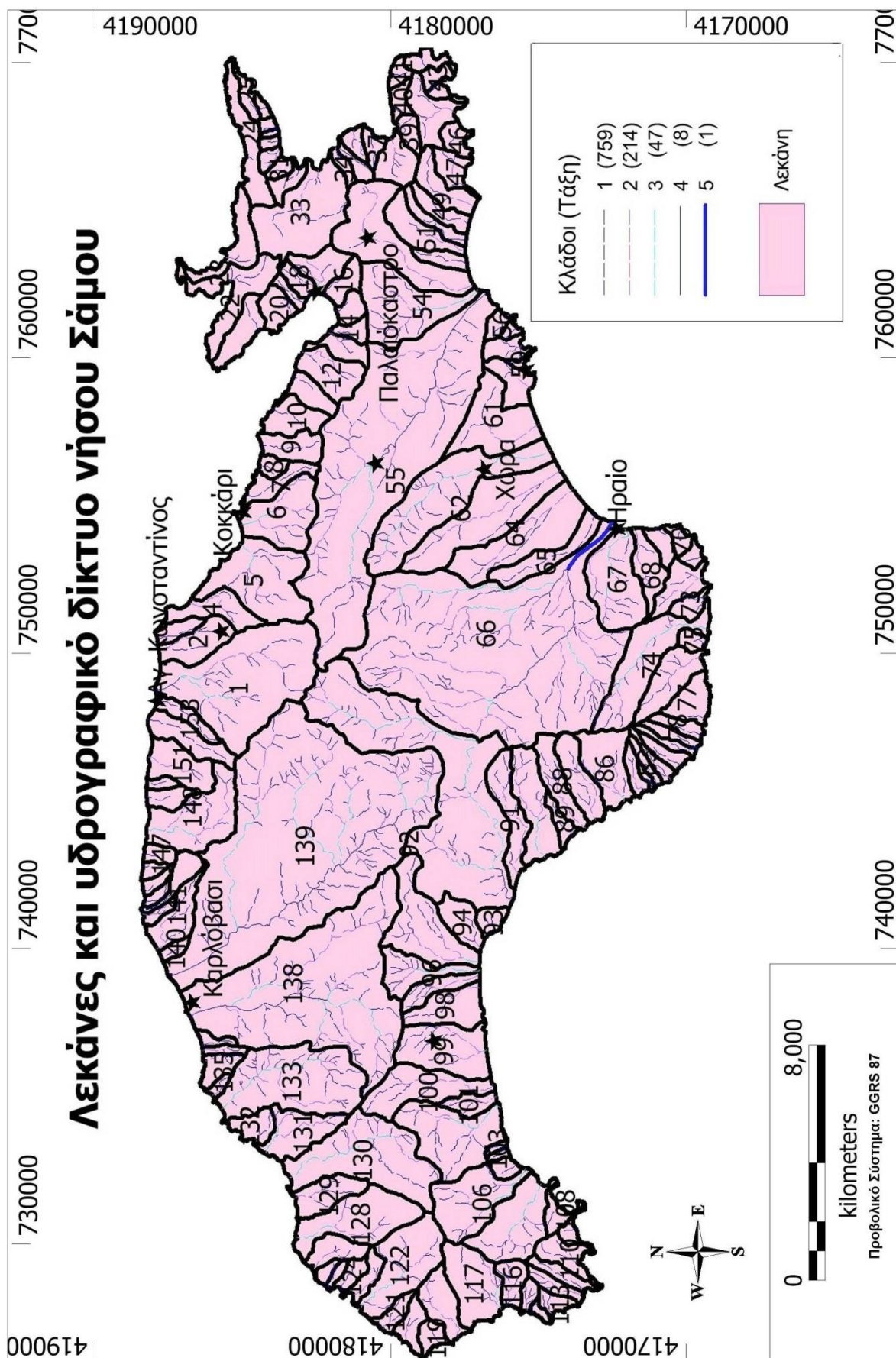
B. Δημιουργία πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών σε περιβάλλον Γ.Σ.Π με τα εξής χαρακτηριστικά για κάθε κλάδο:

α) Τάξη (Σχ. 9.5)

β)Μήκος κλάδου, το οποίο υπολογίστηκε αυτόματα στο λογισμικό Mapinfo.

Γ) Οι υδρολογικές λεκάνες ψηφιοποιήθηκαν από τον τοπογραφικό χάρτη(Σχ.9.5). Δημιουργήθηκε για κάθε μια πίνακας στον οποίο υπολογίστηκαν :

1. Δόθηκε ένας μοναδικός αριθμός (ID) από 1-153 σε κάθε λεκάνη.
- 2.Συνολικός αριθμός κλάδων σε κάθε λεκάνη και το σύνολο του μήκους τους.
3. Εμβαδό Λεκάνης, μήκος λεκάνης, και περίμετρος
4. Μέσο, μέγιστο και ελάχιστο υψόμετρο λεκάνης
- 5.Μέση, μέγιστη και ελάχιστη κλίση λεκάνης

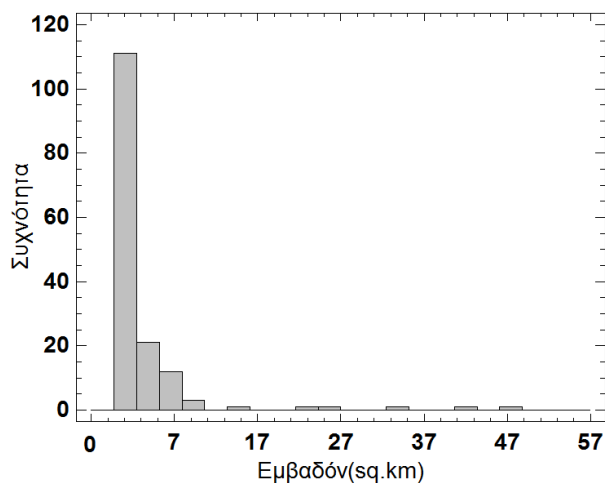


Σχήμα 9.5: Υδρολογικές λεκάνες και Υδρογραφικό δίκτυο ταξινομημένο κατά Strahler

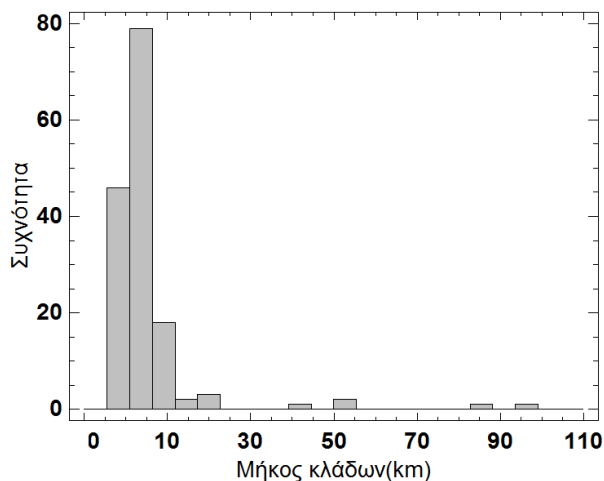
Δ. Στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών των λεκανών.

Όπως διακρίνουμε στο ιστόγραμμα εμβαδού λεκανών στο νησί υπάρχουν μικρές λεκάνες με μικρό ολικό μήκος κλάδων και μικρή δυνατότητα απορροής, και κάποιες άλλες μεσαίου μεγέθους. (Σχ. 9.6.)

Ιστόγραμμα Εμβαδού Λεκανών

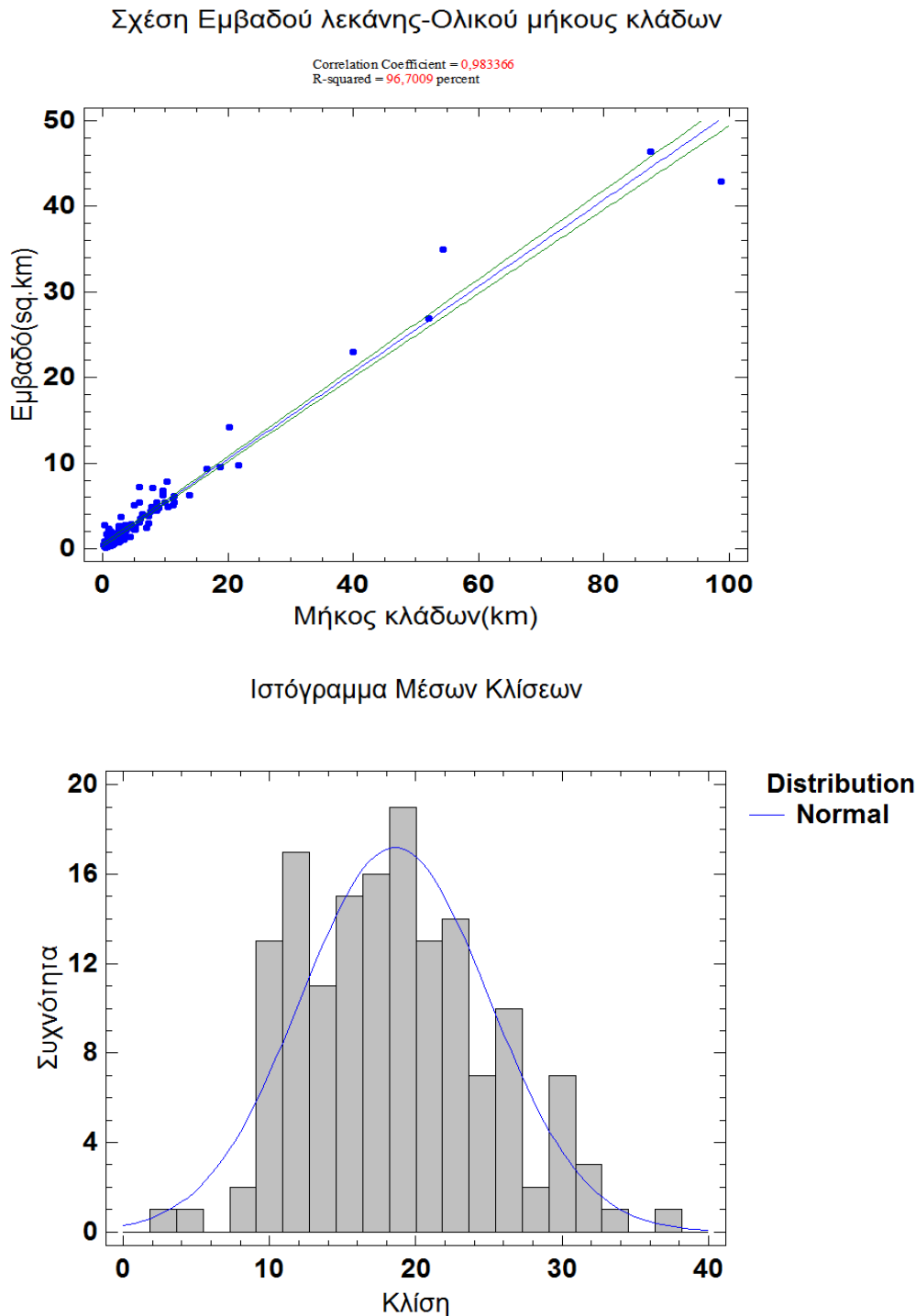


Ιστόγραμμα Ολικού Μήκους κλάδων



Σχήμα 9.6: Ιστόγραμμα Εμβαδού λεκανών καθώς και μήκους κλάδων λεκάνης

Το μήκος του υδρογραφικού δικτύου φαίνεται να σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με το μέγεθος της λεκάνης. (Σχ. 9.7.), ενώ οι μέσες κλίσεις των λεκανών φαίνεται να ακολουθούν κανονική κατανομή.



Σχήμα 9.7 : α)Σχέση μήκους κλάδων- εμβαδού λεκάνης και β) Ιστόγραμμα Μέσων κλίσεων λεκάνης

9.3. Μορφομετρία- Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά

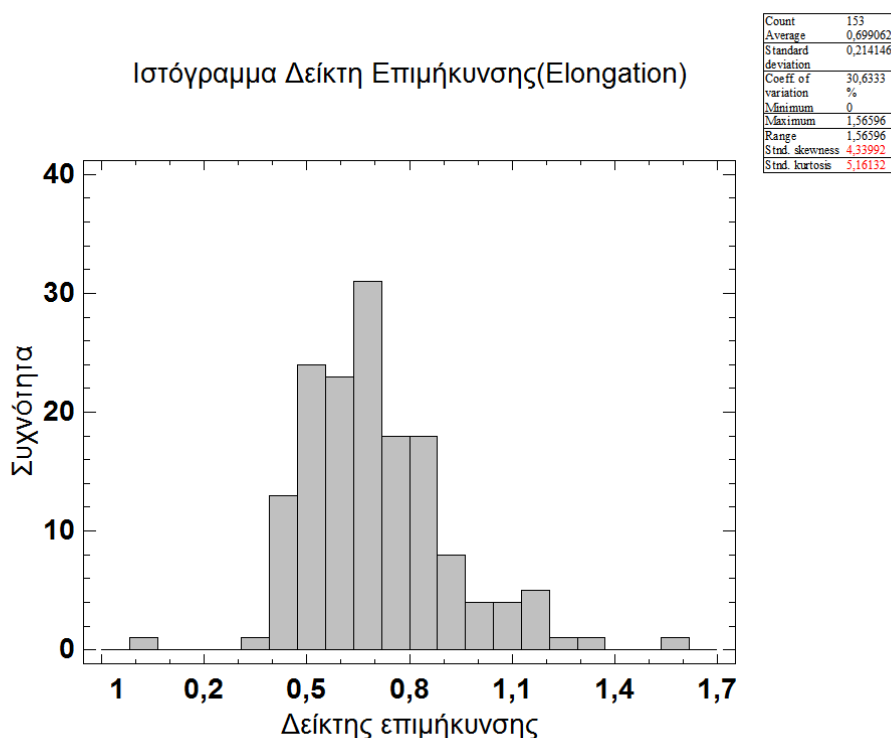
Η μορφομετρία είναι η μέτρηση και ανάλυση του σχήματος και του μεγέθους των γεωμορφών της επιφάνειας της γης. Τα φυσικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης είναι απαραίτητα στην ανάλυση υδρολογικών και άλλων προβλημάτων. Υπολογίστηκαν πολλοί μορφομετρικοί δείκτες με τη

βοήθεια τύπων που συναντώνται στη βιβλιογραφία και οι οποίοι φαίνονται στον Πίνακα 9.1

Πίνακας 9.1: Μορφομετρικοί δείκτες που υπολογίστηκαν για τις λεκάνες της Σάμου (όπου D-> προαπαιτούμενα δεδομένα για υπολογισμό δεικτών).

D	Lb = Length Basin	G.I.S	Μέγιστο μήκος λεκάνης
D	A = Basin Area	G.I.S	Εμβαδό λεκάνης
D	P = Basin Perimeter	G.I.S.	Περίμετρος
D	Lu	G.I.S.	Μήκος υδρ. δικτύου
1	Lar =Lenght Area Relation	$1,4 \cdot A^{0,6}$	Θεωρητικό μήκος λεκάνης
2	Lemniscate's k	$Lb^2 / 4 \cdot A$	Δείκτης κλίσης
3	fF =form Factor	A/Lb^2	Δείκτης επιμήκυνσης
4	Re = Elongation Ratio	Dc/Lb	Dc-Διάμετρος κύκλου με εμβαδό ίσο με A. δείκτης επιμήκυνσης.
5	Rc = Circularity ratio	$4\pi \cdot A/P^2$	Δείκτης επιμήκυνσης
6	Dt = Drainage Texture	Nu/P	Nu=Αριθμός κλάδων. Υδρογραφική Υφή.
7	Cc = Compactness Coefficient	$0.2841 \cdot P/A^{0,5}$	Εξαρτάται μόνο από την κλίση
8	Fs =Stream Frequency	Nu/A	Συχνότητα υδρ. δικτύου.
9	D = Drainage Density	Lu/A	Υδρογραφική πυκνότητα
10	Di = Drainage Intensity	Fs/Dd	Δείκτης ταχύτητας αποστράγγισης
11	If = Infiltration Number	$Fs \cdot Dd$	Δείκτης περατότητας
12	Lg =Length of Overland Flow	$A/2 \cdot Lu$	Δείκτης επιφανειακής απορροής
13	Rhl =Relief Ratio	H/Lb	H=Διαφορά υψομέτρου Max-min. Δείκτης υψομέτρου--κλίσης
14	Rhp = Relative relief	$H \cdot 100/P$	Δείκτης αναγλύφου
15	Rn =Ruggedness number	$Dd \cdot (H/1000)$	Δείκτης κλίσης
16	MRn =Melton Ruggedness Number	$H/A^{0,5}$	Δείκτης κλίσης

Ο σημαντικότερος δείκτης για τον προσδιορισμό της επιφανειακής απορροής είναι ο δείκτης επιμήκυνσης (όσο πιο επίμηκης η λεκάνη, τόσο ο χρόνος συγκέντρωσης του νερού είναι μεγαλύτερος και άρα η επικινδυνότητα είναι μικρότερη). Ο δείκτης επιμήκυνσης από το ιστόγραμμα στο Σχήμα 9.8 φαίνεται να ακολουθεί κανονική κατανομή.



Σχήμα 9.8: Ιστογράμμο του δείκτη επιμήκυνσης για όλες τις λεκάνες

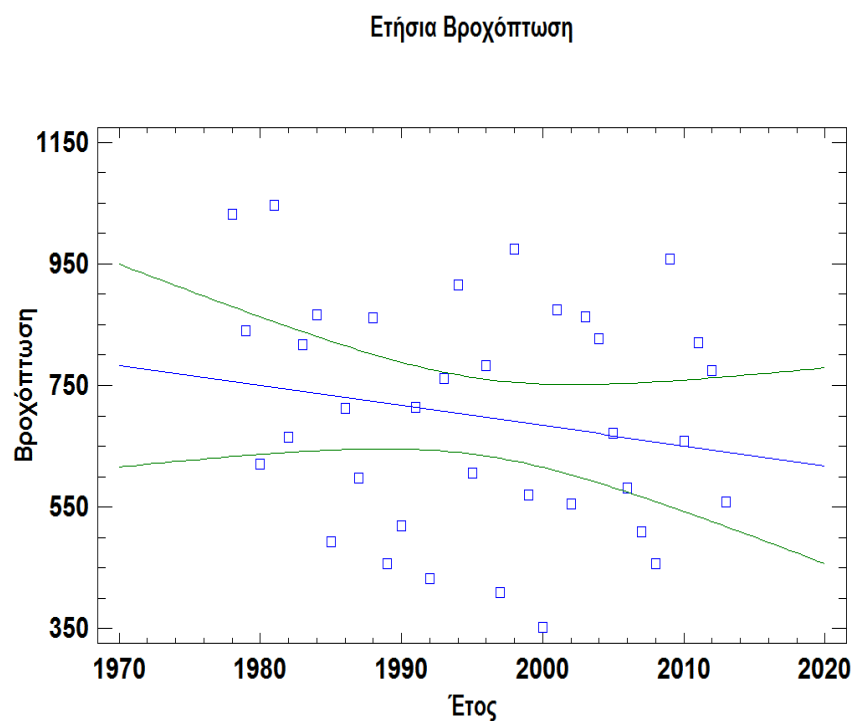
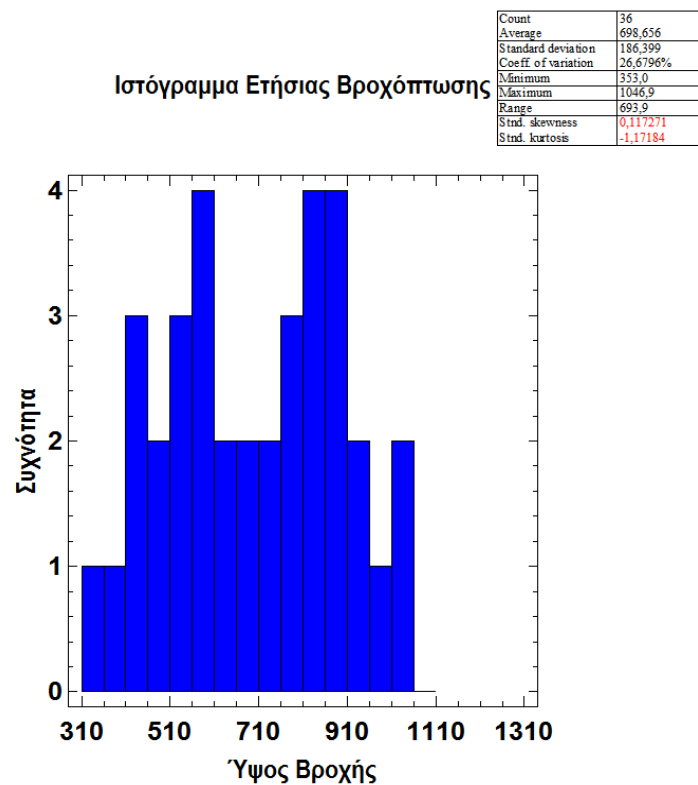
9.4. Επεξεργασία κλιματολογικών στοιχείων

Δημιουργήθηκε μια **βάση δεδομένων με τα ημερήσια ύψη βροχής** 18:00UTC-18:00UTC, για την περίοδο 01/1978-08/2014 (με δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την Ε.Μ.Υ. για το σταθμό της Σάμου). Κατόπιν υπολογίστηκαν τα μηνιαία ύψη βροχής για κάθε έτος όπως και τα ολικά ύψη του έτους, αλλά και οι μέσοι όροι βροχόπτωσης για κάθε μήνα ,και για το ετήσιο ύψος βροχής (Πίνακας 9.2) .

Δημιουργήθηκαν **ιστογράμματα** για κάθε μήνα και για το ολικό ύψος βροχής (Σχήματα 9.9 , 9.11, 9.12) καθώς και **διαγράμματα για την εξέλιξη** του ύψους βροχής με το χρόνο, τόσο για το ολικό ύψος βροχής όσο και για τους μήνες Οκτώβριο-Μάιο (οι υπόλοιποι μήνες έχουν σχεδόν μηδενικές βροχοπτώσεις).

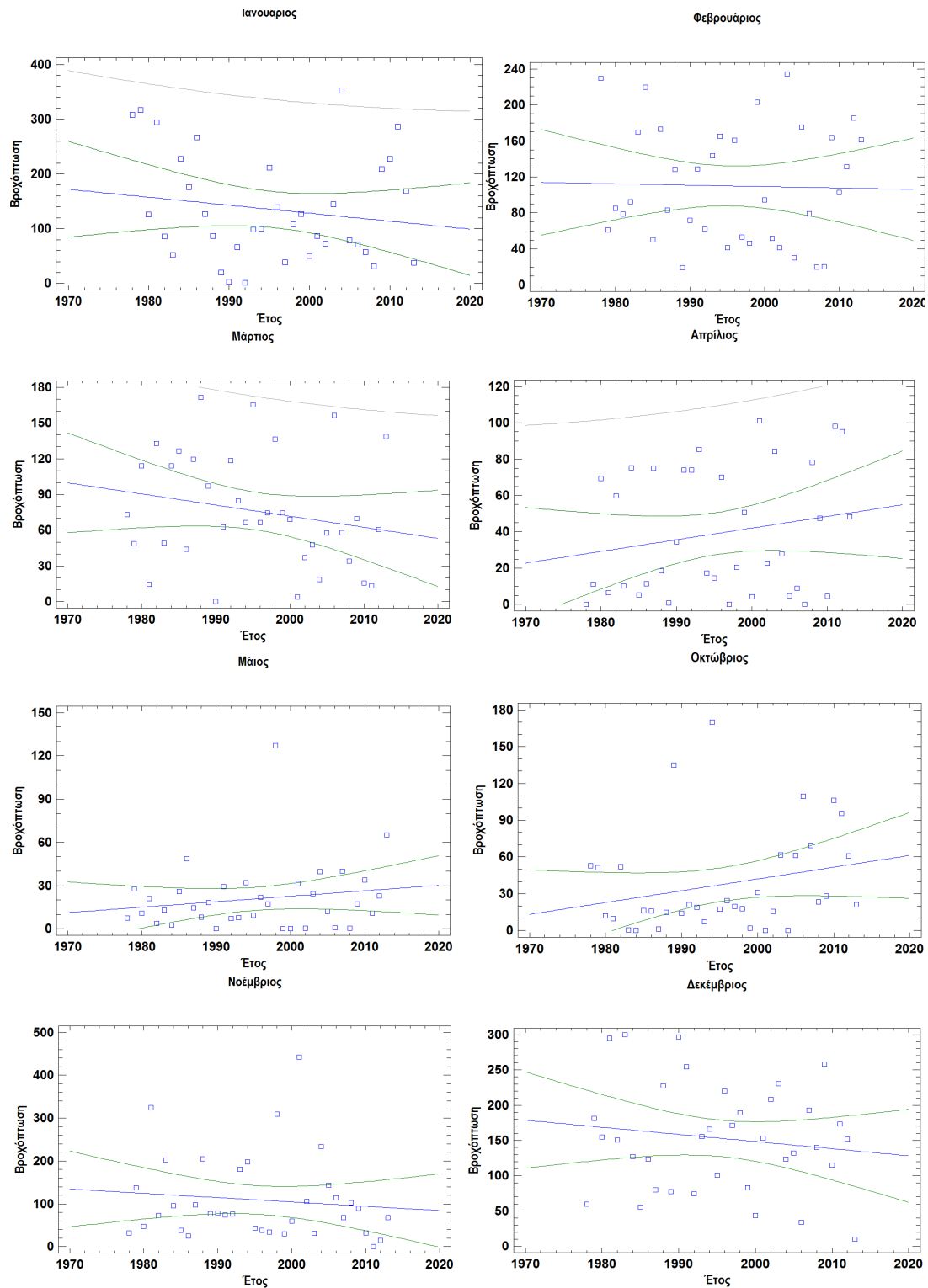
Από τα ολικά ύψη βροχής βλέπουμε ότι γενικά υπάρχει μια **τάση μείωσης των συνολικών βροχοπτώσεων** με το χρόνο. Αν δούμε τα γραφήματα ανά μήνα βλέπουμε επίσης μια τάση μείωσης για τους μήνες Ιανουάριο-Μάρτιο και Νοέμβριο-Δεκέμβριο ,τους μήνες δηλαδή που έχουμε τις περισσότερες βροχοπτώσεις. Τους υπόλοιπους μήνες βλέπουμε μια αυξητική τάση.(Σχ. 9.10)

Διαπιστώνουμε από τα ιστογράμματα ότι αρκετές από τις κατανομές είναι κανονικές (ολική βροχόπτωση, Φεβρουαρίου, Μαρτίου, Δεκεμβρίου) κάτι που δείχνει ότι οι τιμές που παρατηρούμε βρίσκονται κοντά στην μέση τιμή χωρίς μεγάλες αποκλίσεις. Τους υπόλοιπους μήνες βλέπουμε ότι η κατανομή των τιμών έχει μεγαλύτερες αποκλίσεις από την μέση.



Σχήμα 9.9: Ιστογράμμο και διακύμανση της ολικής βροχόπτωσης για τα έτη 1978-2013

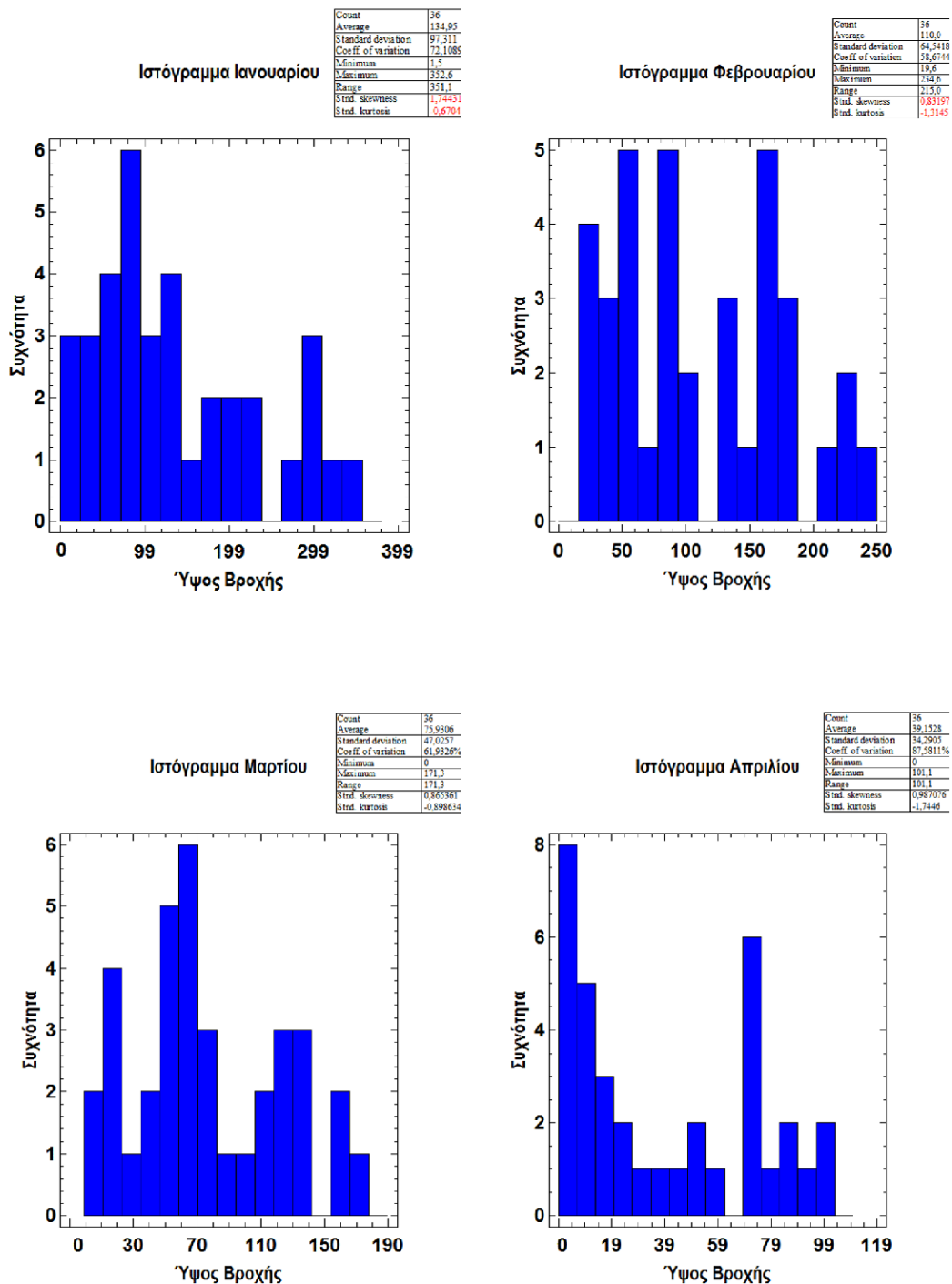
Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.



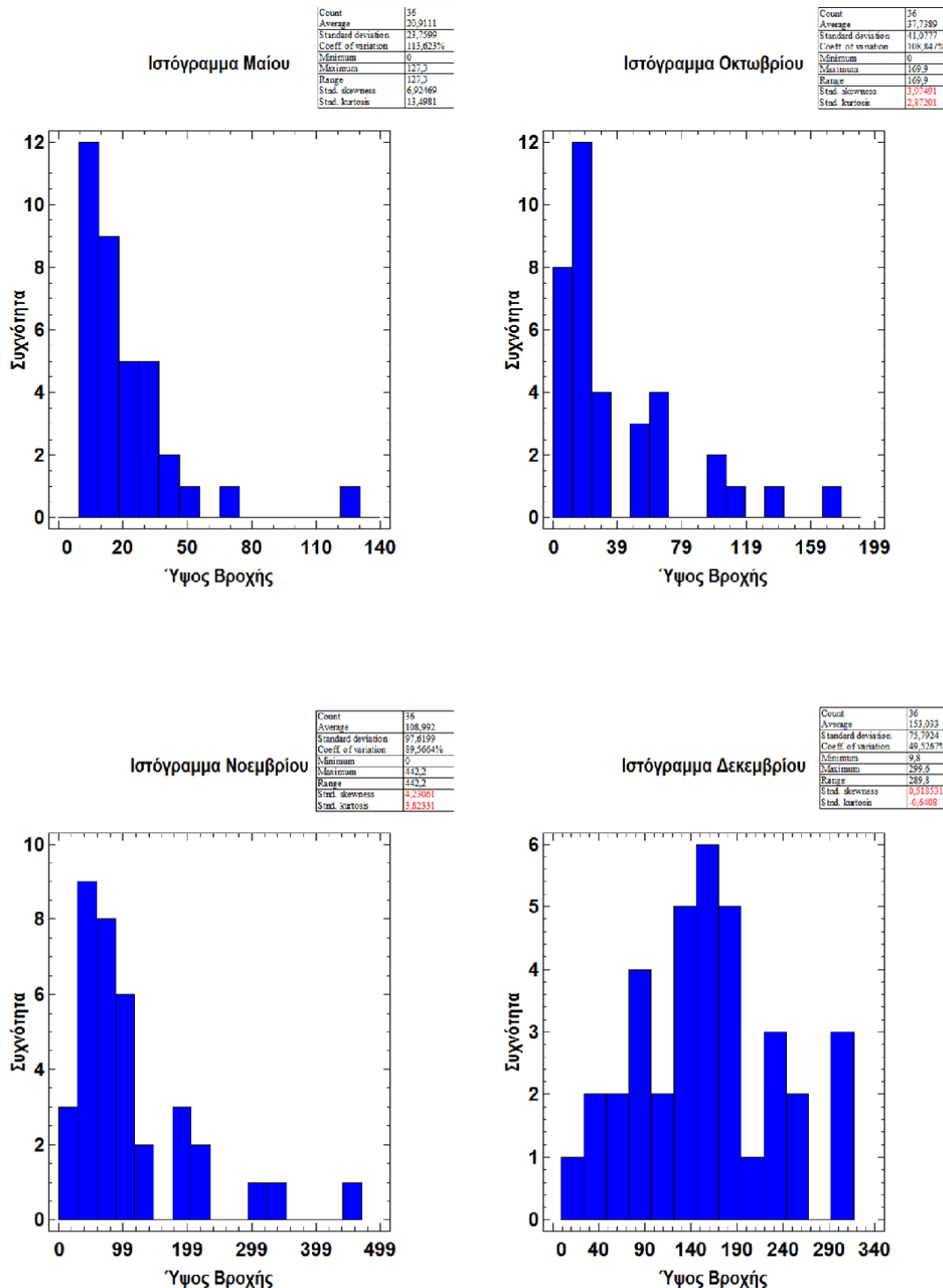
Σχήμα 9.10: Διαγράμματα με γραμμική παλινδρόμηση για τους μήνες Ιανουάριο- Μάιο και Οκτώβριο-Δεκέμβριο. Με πράσινο διακρίνουμε τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95%

Πίνακας 9.2: Ύψη βροχής ανά μήνα και ολικά για τα έτη 1978-2013 (πηγή πρωτογενών δεδομένων: Ε.Μ.Υ.)

ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΟΛΙΚΟ
1978	308	229,6	73,2	0	7,6	0	0	0	268,1	52,8	32,3	60,1	1031,7
1979	316,3	61,2	48,6	11,2	27,7	4,2	0	0	0	51,4	138	181,1	839,7
1980	126,4	85,3	113,9	69,3	10,9	1,4	0	0	0	12,1	47,3	154,8	621,4
1981	294,5	78,7	14,5	6,5	20,9	0	0	0	3	9,6	324,5	294,7	1046,9
1982	85,8	92,7	132,7	59,7	3,9	12,7	1,2	0	0	52	73,5	150,6	664,8
1983	52,5	169,6	49,1	10,1	12,9	3,3	2,5	14,7	0	0,6	201,7	299,6	816,6
1984	227,3	219,6	114	75,2	2,7	0	5,2	0	0	0	95,3	127,1	866,4
1985	175,5	50,2	126,6	5,3	25,8	0	0	0	0	16,2	38,3	55,4	493,3
1986	267,1	173,1	44	11,4	48,7	2,4	0	0	1	16,1	25,2	123,4	712,4
1987	126,7	83	119,3	75	14,6	0	0	0	0	1,4	97,5	80,1	597,6
1988	86,7	128,5	171,3	18,4	8	1,2	0	0	0	14,8	205,3	227,3	861,5
1989	20	19,6	96,9	0,8	18,1	5,7	0	0	5,5	135,1	77,5	77,4	456,6
1990	3,4	71,9	0	34,5		3,7	0	0	17,5	14,2	78,3	296,5	520
1991	66,6	128,9	62,9	74	29,4	1,8	0	0	0,4	21,2	73,6	254,4	713,2
1992	1,5	62,2	118,5	73,9	7,1	0	0,3	0	0	19	76,2	74,5	433,2
1993	98	143,8	84,3	85,3	7,7	0,1	0	0	0	7,3	180,1	155,6	762,2
1994	100,3	165,2	66,6	17,2	31,9	0	0	0	0	169,9	197,7	165,8	914,6
1995	212	41,3	165,2	14,5	9,4	0	0	0	1,9	17,3	43,4	101,1	606,1
1996	139,6	160,9	66,6	70,0	21,8	0,0	0,0	0,0	40,9	24,6	38,1	220,1	782,6
1997	38,9	53	74,5		17,2	0,2	0	0	0	19,6	34,4	171,3	409,1
1998	108,3	46,3	136,4	20,6	127,3	0	0	0	19	18	309,2	189,4	974,5
1999	126,7	203,2	74,5	50,6	0	0	0	0	0	1,9	30,2	83,1	570,2
2000	50,5	94,4	69,1	4,4	0	0	0	0	0	31,1	59,9	43,6	353
2001	87,2	51,9	4	101,1	31,5	0,2	0	0	3,2	0	442,2	153	874,3
2002	73	41,4	36,9	22,8	0,4	0	0	0	51,2	15,7	106,3	208	555,7
2003	144,4	234,6	47,5	84,4	24,5	3	0	0	0	61,8	31,4	230,5	862,1
2004	352,6	30,4	18,6	27,8	39,6	0,4	0	0	0	0	233,7	123,7	826,8
2005	78,7	175,6	57,5	4,8	12	0	0,1	1,6	4	61,1	144,1	132,2	671,7
2006	70,5	79,5	156,1	8,9	0,8	0	7,8	0	0	109,4	113,5	34,3	580,8
2007	57,4	19,9	58	0,2	39,9	4	0	0	0	69,3	67,6	192,9	509,2
2008	31,6	20,4	34,2	78,2	0,5	0	0	0	25	23,5	103	139,9	456,3
2009	208,9	163,6	69,7	47,5	17,2	5	0	0	70,1	28,1	89,6	257,7	957,4
2010	228	102,6	15,6	4,5	33,9	2,8	0,4	0	16,9	106,2	32,4	114,9	658,2
2011	286,20	131,10	13,60	98,10	10,90	0,50	0,00	0,00	10,30	95,50	0,00	173,50	819,7
2012	169,1	185,5	60,4	95	22,8	13,6	0	0	0	60,8	14,8	151,8	773,8
2013	38	161,3	138,7	48,3	65,2	8,1	0	0	0	21	67,6	9,8	558
Average	134,9	110	75,9	40,2	21,5	2,0	0,4	0,4	14,9	37,7	108,9	153,03	698,6



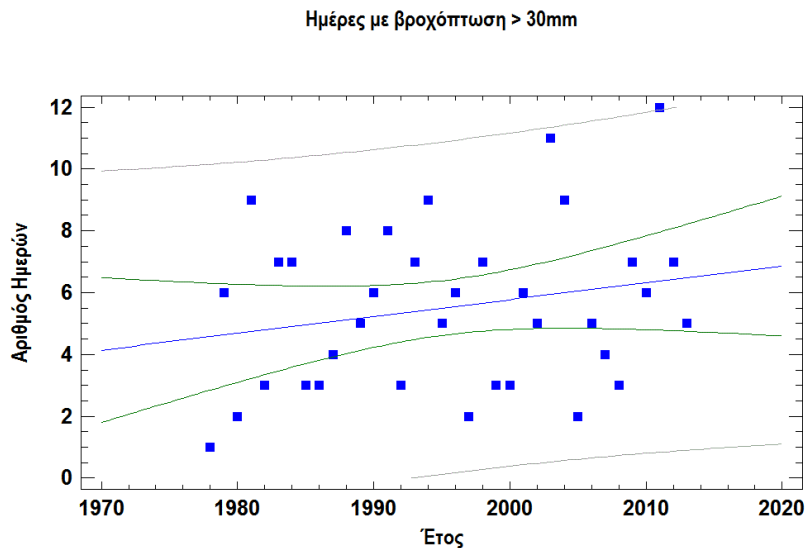
Σχήμα 9.11 : Ιστογράμματα βροχόπτωσης μηνών Ιανουαρίου-Μαΐου



Σχήμα.9.12 : Ιστογράμματα Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου

Σύμφωνα με τους Nastos and Zerefos σε ολόκληρη τη Νοτιοανατολική Ευρώπη εκτός από μείωση των βροχοπτώσεων παρατηρείται και μια **αύξηση των ημερών όπου έχουμε μεγάλες βροχοπτώσεις**, πάνω από κάποιο όριο (έχουν προτείνει όρια 10,20,30,50 mm/day), και αυτή η τάση είναι πολύ εμφανής για δεδομένα από το 1970 και μετά. Έγινε ταξινόμηση στα δεδομένα της Σάμου με βάση των αριθμό ημερών ανά έτος που έχουμε βροχοπτώσεις πάνω από 30 mm/day. Δημιουργήθηκε μια γραμμική παλινδρόμηση η οποία δείχνει και στην περιοχή της Σάμου την ίδια συμπεριφορά.

Συνολικά διαπιστώνουμε ότι ενώ οι βροχοπτώσεις μειώνονται, έχουμε αύξηση των συνολικών ημερών με ύψος βροχής πάνω από 30 mm. **(Σχ.9.13)**



Σχήμα 9.13: Αριθμός Ημερών με ύψος βροχής > 30 mm

9.5. Γεωλογία -Λιθολογία

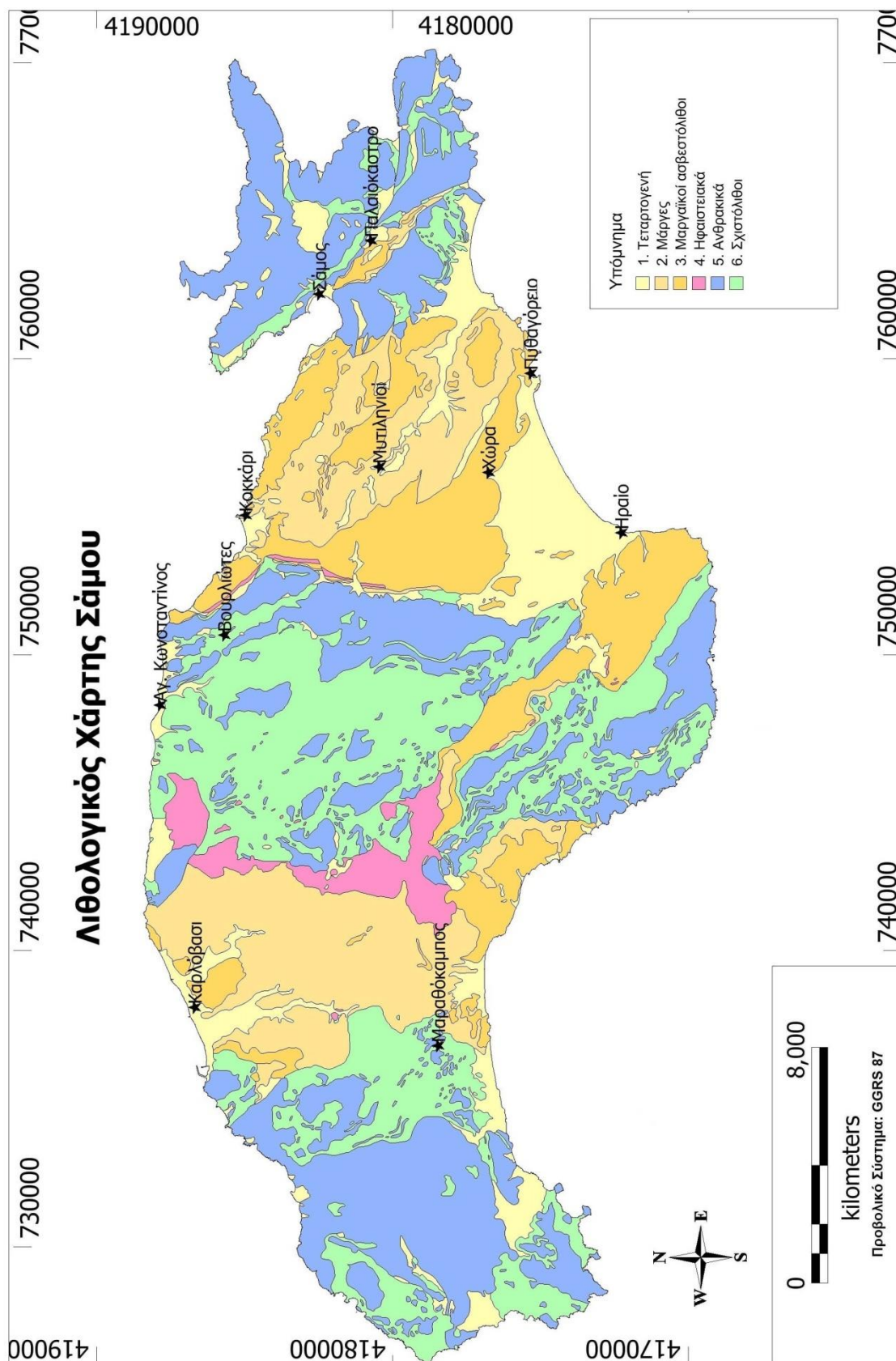
Από τον ψηφιοποιημένο **γεωλογικό χάρτη (Σχ. 2.5)** (Theodoropoulos,1979) κλίμακας 1:50.000 δημιουργήθηκε ένας λιθολογικός χάρτης της περιοχής **(Σχ.9.14)**, κατηγοριοποιώντας τους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς στις εξής κατηγορίες:

- 1) Τεταρτογενή
- 2) Μάργες
- 3) Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι
- 4) Ηφαιστειακά
- 5) Ανθρακικά
- 6) Σχιστόλιθοι

Από τον λιθολογικό χάρτη που προέκυψε υπολογίσαμε με τη βοήθεια του ArcMap 10.1 την έκταση και τα ποσοστά των λιθολογικών σχηματισμών που καλύπτουν κάθε λεκάνη ξεχωριστά, με τη βοήθεια του εργαλείου "Intersect" για την συνένωση των πολυγώνων που απαρτίζουν το γεωλογικό χάρτη με τα αντίστοιχα πολύγωνα των του χάρτη των υδρολογικών λεκανών.

Κατόπιν έγινε ανανέωση της βάσης δεδομένων με τα στοιχεία , και μεταφέρθηκαν και σε μορφή αρχείων Mapinfo (.tab) ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους και σε αυτό το λογισμικό.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Mapinfo έχει περισσότερες δυνατότητες σε ανάλυση διανυσματικών αρχείων (vector) , ενώ το ArcMap περισσότερες δυνατότητες σε αρχεία GRID. Για αυτό το λόγο η ανάλυση των GRID αρχείων (DEM, χάρτης κλίσεων) έγινε σε ArcMap ,ενώ η ανάλυση σε συνδυαζόμενα διανυσματικά αρχεία έγινε σε περιβάλλον Mapinfo.



Σχήμα 9.14: Λιθολογικός Χάρτης Περιοχής

9.6. Επεξεργασία Δορυφορικών εικόνων

Οι δορυφορικές εικόνες επεξεργάστηκαν με το λογισμικό **Envi** καθώς και με το ArcMap που έχει κάποιες δυνατότητες επεξεργασίας εικόνας. Ο στόχος ήταν κυρίως ο εντοπισμός των **χρήσεων γης** καθώς και πρόσφατα καμένων εκτάσεων ώστε να παραχθεί ένας επικαιροποιημένος χάρτης χρήσεων γης. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η εξής:

9.6.1.Ατμοσφαιρική διόρθωση.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που έρχεται από τον ήλιο διέρχεται από την ατμόσφαιρα φθάνει στην επιφάνεια της γης , ανακλάται ή επανεκπέμπεται και έπειτα περνώντας και πάλι μέσα από την ατμόσφαιρα φθάνει στα όργανα καταγραφής. Κατά τη διέλευση από την ατμόσφαιρα η ακτινοβολία:

- α) Σκεδάζεται
- β) Απορροφάτε και επανεκπέμπεται σε μεγαλύτερα μήκη κύματος.
- γ) ανακλάτε και διαχέεται χωρίς μεταβολή στην ταχύτητα και το μήκος κύματος (Σκιάνης et al,2012)

Το σήμα του αντικειμένου που καταγράφει ο δορυφόρος επηρεάζεται από παράγοντες όπως η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων, η απόσταση Γης - Ηλίου, το είδος του αισθητήρα και η σχετική θέση Γης-Ηλίου-δέκτη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η καταγραφόμενη ακτινοβολία να είναι διαφορετική από αυτή που θα καταγράφονταν αν δεν υπήρχαν αυτές οι επιδράσεις και η εικόνα να έχει αμβλυμμένες φωτεινότητες (**Εικόνα 9.1**). Για να μειωθούν οι επιδράσεις της ατμόσφαιρας, να μπορούν να συγκριθούν εικόνες από διαφορετικές ημερομηνίες και δεδομένα απο διαφορετικούς δορυφόρους πρέπει να γίνει ατμοσφαιρική διόρθωση.

Υπάρχουν 2 είδη ατμοσφαιρικών διορθώσεων:

α) Σχετική Ατμοσφαιρική διόρθωση, όπου η επίδραση της ατμόσφαιρας θεωρείται σε μια σταθερή τιμή σε όλη την εικόνα.

β) Απόλυτη Ατμοσφαιρική διόρθωση, όπου με τη βοήθεια πολύπλοκων μαθηματικών μοντέλων απομακρύνετε η επίδραση της ατμόσφαιρας. Σε περιβαλλοντικές μελέτες όπου επιχειρείται να ποσοτικοποιηθεί η πυκνότητα φυτοκάλυψης ή απόλυτη ατμοσφαιρική διόρθωση είναι απαραίτητη (Σκιάνης,2012).

Κάθε δορυφόρος έχει πολλά φάσματα στα οποία μετράει την ακτινοβολία. Ο Landsat 8, έχει **11 φασματικές ζώνες**(μια παγχρωματική) από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν οι 7, όπως φαίνεται στον πίνακα 9.3:

Πίνακας 9.3: Φασματικές ζώνες Landsat 8 που χρησιμοποιήθηκαν. (<http://landsat.usgs.gov/>)

Bands	Μήκος κύματος (micrometers)	Χωρική ανάλυση (meters)
Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30

9.6.2.Προετοιμασία εικόνας

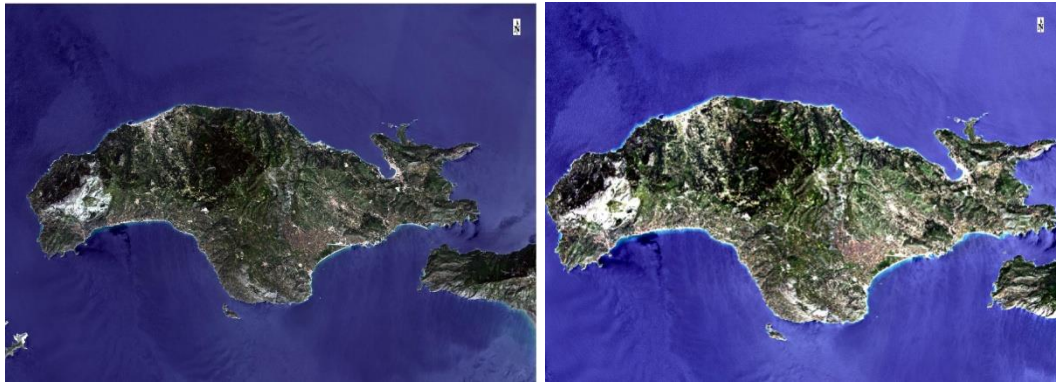
Σε δορυφορική εικόνα **Landsat 8 L1T** (η οποία έχει ραδιομετρική ακρίβεια και γεωμετρική διόρθωση μέσω της χρήσης DEM) εφαρμόζουμε απόλυτη ατμοσφαιρική διόρθωση μέσω του λογισμικού Envi και πιο συγκεκριμένα της λειτουργίας **Flaash**. Οι παράμετροι-δεδομένα που χρειάζεται το μοντέλο είναι οι εξής:

- 1) Μια εικόνα ραδιομετρικά καλιμπραρισμένη με τιμές ανακλάσεων σε $\mu W/cm^2 \cdot nm \cdot sr$ η οποία να έχει μια μπάντα στις συχνότητες 1050-1210 nm ή 770-870 nm ή 870-1020 nm, η οποία ήταν η μπάντα NIR στα δεδομένα μας.
- 2) Οι συντεταγμένες του κέντρου της εικόνας, το είδος του αισθητήρα (Landsat 8-OLI) και το υψόμετρο του, καθώς και το μέσο υψόμετρο της εικόνας (υπολογισμός από DEM στα 0,107 m).
- 3) Η ημερομηνία πτήσης του δορυφόρου καθώς και η ώρα
- 4) Επιλογή ατμοσφαιρικού μοντέλου και water column multiplier (τιμές από στήλη water vapor) από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 9.4: Επιλογή παραμέτρων για το Flaash (Envi,2009)

Model Atmosphere	Water Vapor (g/cm ²)	Surface Air Temp
Sub Arctic Winter	0.42	-16 ° C
Mid Latitude Winter	0.85	-1 ° C
U.S standard	1.42	15 ° C
Sub Arctic Summer	2.08	14 ° C
Mid Latitude Summer	2.92	21 ° C
Tropical	4.11	27 ° C

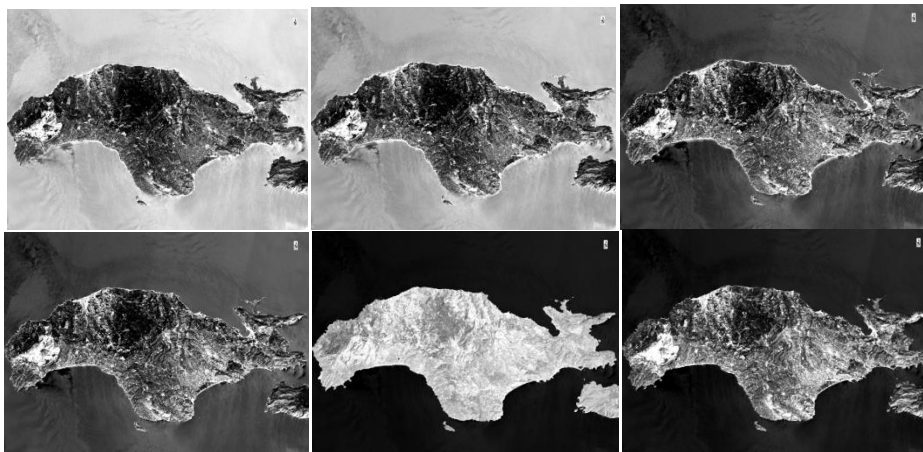
Αφού τρέξει το μοντέλο λαμβάνουμε μια νέα εικόνα όπου έχει απομακρυνθεί η ατμοσφαιρική επίδραση. Βλέπουμε τη διαφορά σε ένα έγχρωμο σύνθετο φυσικού χρώματος στην Εικόνα 9.1



Εικόνα 9.1: α) Εικόνα Πραγματικού χρώματος πριν την ατμοσφαιρική διόρθωση
β) Μετά την απόλυτη ατμοσφαιρική διόρθωση

9.6.3. Μονόχρωμες απεικονίσεις φασματικών ζωνών.

Για κάθε φασματική ζώνη έγινε μια μονοχρωματική απεικόνιση. Με λευκό έχουμε υψηλές ανακλάσεις ενώ οι σκουρότεροι τόνοι απεικονίζουν περιοχές με μικρότερη ανακλαστικότητα στα συγκεκριμένα μήκη κύματος. Στην **Εικόνα 9.2** φαίνονται οι εικόνες που παρήχθησαν. Για τη ζώνη 6 δεν έγινε παραγωγή εικόνας καθώς η πληροφορία της συγκεκριμένης ζώνης χρησιμοποιήθηκε για την απόλυτη ατμοσφαιρική διόρθωση και πλέον δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 9.2: Απεικόνιση των ζωνών 1-5 και 7 Landsat 8.

Παρατηρούμε ότι οι ζώνες 1 και 2 εμφανίζουν λευκή τη θάλασσα, πιθανώς λόγω της ύπαρξης ρευμάτων που μεταφέρουν υλικό. Λίγες ημέρες πριν τη λήψη της εικόνας είχαμε σημαντικές βροχοπτώσεις (55mm σε μια ημέρα) που πιθανώς να μετέφεραν μεγάλες ποσότητες υλικού στη θάλασσα. Στη 5η και 6η ζώνη βλέπουμε **καθαρά την ακτογραμμή** καθώς η θάλασσα απορροφά όλη την υπεριώδη ακτινοβολία. Επίσης στο **υπέρυθρο** έχουμε μεγάλη ανακλαση από περιοχές **με πυκνή βλάστηση**, ενώ το γυμνό έδαφος έχει σκοτεινότερους τόνους. Οι **κατοικημένες περιοχές** διακρίνονται στις **ζώνες 3,4** όπου έχουμε έντονη ανακλαστικότητα.

9.6.4. Παραγωγή έγχρωμων συνθέτων

Οι εικόνες που λαμβάνουμε από τον πολυφασματικό σαρωτή OLI του δορυφόρου Landsat, που θα χρησιμοποιήσουμε, αποτελούνται από 11 διαφορετικές ζώνες μήκων κύματος, επομένως κάθε Pixel παίρνει διαφορετικές τιμές φωτεινότητας για κάθε μια από τις φασματικές ζώνες. Με το συνδυασμό τριών διαφορετικών φασματικών ζωνών παράγονται έγχρωμες εικόνες στις οποίες εκδηλώνεται **χρωματική διαφοροποίηση** μεταξύ επιφανειακών αντικειμένων που συχνά είναι δύσκολο να ανιχνευτούν στις μονοφασματικές εικόνες. Η κάθε ζώνη αντιστοιχείται σε ένα από τα βασικά χρώματα (ερυθρό->R, πράσινο->G, μπλε->B) οπότε με βάση τις τρεις τιμές φωτεινότητας του κάθε pixel παράγονται χρωματικοί συνδυασμοί που αναπαρίστανται στον κύβο του RGB.

Αρχικά δημιουργείται μια **έγχρωμη εικόνα RGB 321** (είναι ευρέως γνωστή με αυτή την ονομασία που προέρχεται από τον Landsat 7, αλλά σε Landsat 8 στην πραγματικότητα είναι RGB432) η οποία αναπαράγει τα φυσικά χρώματα (**Εικόνα 9.1**). Μπορούμε να έχουμε μια πρώτη άποψη της περιοχής διακρίνοντας τη θάλασσα με μπλε, το πράσινο με πράσινο χρώμα, την αστική περιοχή με γκρι-λευκές αποχρώσεις (επειδή ανακλά ισχυρά και στις τρία φυσικά χρώματα).

Εκτός από την εικόνα με τα φυσικά χρώματα πολύ συχνά χρησιμοποιείται και η έγχρωμη εικόνα RGB 432 (ή 543 σε Landsat 8) που είναι γνωστή και σαν **ψευδέχρωμο σύνθετο**, και χρησιμοποιείται συχνά σε περιβαλλοντικές μελέτες (χαρτογράφηση φυτοκάλυψης και χρήσεων γης). Σε αυτή την εικόνα μπορούμε να διακρίνουμε καλά την βλάστηση και τις αγροτικές καλλιέργειες η οποία ανακλά έντονα στο εγγυς υπέρυθρο και φαίνεται στην **Εικόνα 9.3**. Οι κατοικημένες περιοχές διακρίνονται με γαλάζιο χρώμα.

Για την ανίχνευση **πρόσφατα καμένων εκτάσεων** χρησιμοποιήθηκε ένα σύνθετο RGB471 (753 για Landsat 8). Διακρίνουμε με κόκκινο την πρόσφατη καμένη έκταση στο ΒΑ άκρο. Οι καμένες εκτάσεις έχουν πολύ μικρή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο (ζώνες 7 και 5) και μεγάλη στο πράσινο. (**Εικ.. 9.4**)



Εικόνα 9.3: Ψευδέχρωμο σύνθετο δορυφορικής εικόνας Landsat 8 .



Εικόνα 9.4: Σύνθετο RGB 742(753 L8) όπου διακρίνουμε τις πρόσφατες πυρκαγιές.

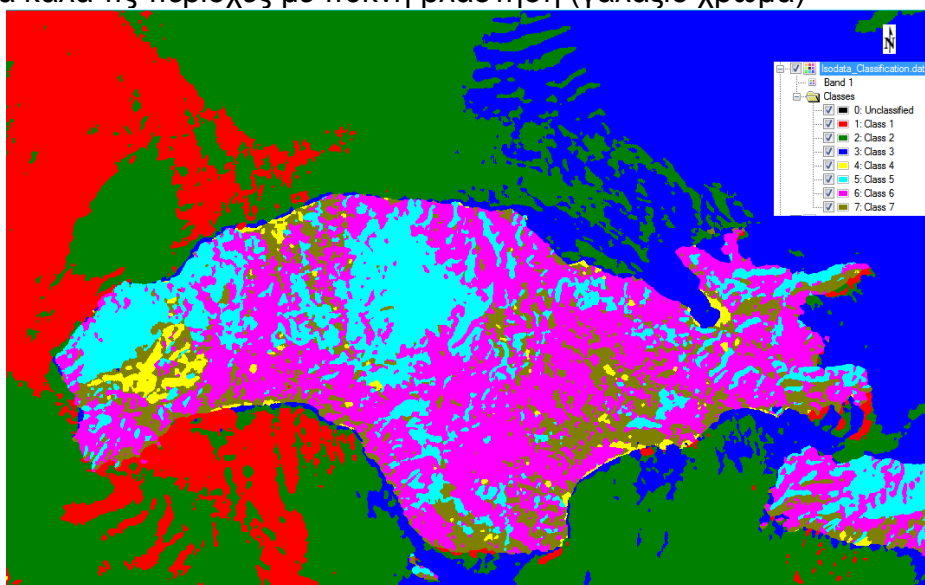
9.6.5.Ταξινόμηση Εικόνας

Με τον όρο ταξινόμηση πολυφασματικής εικόνας εννοούμε τη διαδικασία κατηγοριοποίησης των εικονοστοιχείων σε ομάδες ή θεματικές τάξεις με κοινά χαρακτηριστικά από πλευράς φασματικής απόκρισης. Οι τάξεις αυτές μπορούν να εκφράζουν Λιθολογία, χρήσεις γης, κ.α.

Χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

- α) **Αυτοματοποιημένες**, όπου η ταξινόμηση γίνεται με διάφορα μαθηματικά κριτήρια, απλά εισάγοντας τον αριθμό των ζωνών που θέλουμε να πάρουμε.
- β) **Επιβλεπόμενες**, όπου η ταξινόμηση γίνεται με τη βοήθεια **περιοχών εκπαίδευσης**.

Αρχικά μέσα από το λογισμικό ENVI εφαρμόσαμε μια αυτοματοποιημένη ταξινόμηση (μη επιβλεπόμενη, με τον αλγόριθμο ISODATA). Η αυτοματοποιημένη ταξινόμηση μας βοηθάει να προχωρήσουμε στην επιλογή περιοχών εκπαίδευσης για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην **Εικόνα 9.5** και μπορούμε να διακρίνουμε ότι έχει ανιχνεύσει αρκετά καλά τις περιοχές με πυκνή βλάστηση (γαλάζιο χρώμα)



Εικόνα 9.5: Αυτόματη ταξινόμηση ISODATA.

9.6.5.1.Επιβλεπόμενη πολυφασματική ταξινόμηση της εικόνας με βάση το κριτήριο της ελάχιστης απόστασης

Πολυφασματική ταξινόμηση είναι η διαδικασία κατηγοριοποίησης των εικονοστοιχείων σε ομάδες ή θεματικές τάξεις με κοινά χαρακτηριστικά από πλευράς φασματικής απόκρισης και υψής. Η εικόνα που παράγεται από την ταξινόμηση ονομάζεται **θεματικός χάρτης**. Κάθε εικονοστοιχείο του θεματικού χάρτη έχει μια μη αριθμητική τιμή, που είναι η τάξη στην οποία έχει ταυτοποιηθεί. Η κάθε τάξη μπορεί να εκφράζει λιθολογικές ενότητες, φυτοκάλυψη, χρήσεις γης κλπ.

Στην επιβλεπόμενη ταξινόμηση ,ο χρήστης καθορίζει πάνω στην εικόνα **περιοχές εκπαίδευσης** η κάθε μια εκ των οποίων είναι γνωστό εκ των προτέρων σε ποια τάξη ανήκει. Υπολογίζονται αυτόματα διάφορες στατιστικές παράμετροι για την κάθε περιοχή ομαδοποίησης, και στη συνέχεια τα εικονοστοιχεία που δεν ανήκουν σε περιοχές εκπαίδευσης εντάσσονται σε μια τάξη με βάση τη φασματική τους υπογραφή και τη θέση αυτής ως προς τις περιοχές ομαδοποίησης.

Αν οι περιοχές εκπαίδευσης οριστούν σωστά η επιβλεπόμενη πολυφασματική ταξινόμηση δίνει σωστά αποτελέσματα σε αρκετές περιπτώσεις.

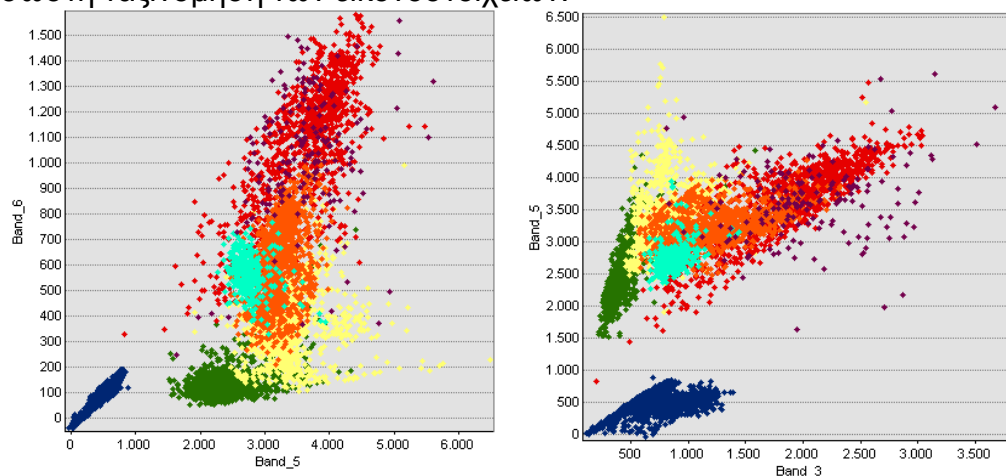
Με βάση το **κριτήριο ελάχιστης απόστασης** υπολογίζονται τα κέντρα των περιοχών ομαδοποίησης , και έπειτα κάθε εικονοστοιχείο εντάσσεται στην περιοχή ομαδοποίησης από την οποία έχει μικρότερη απόσταση . Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα όταν μια ομάδα έχει μεγάλη διασπορά τιμών ,οπότε η χρησιμοποίηση της απόστασης Mahalanovis δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

Οι ομάδες που επιλέχθηκαν είναι 7:

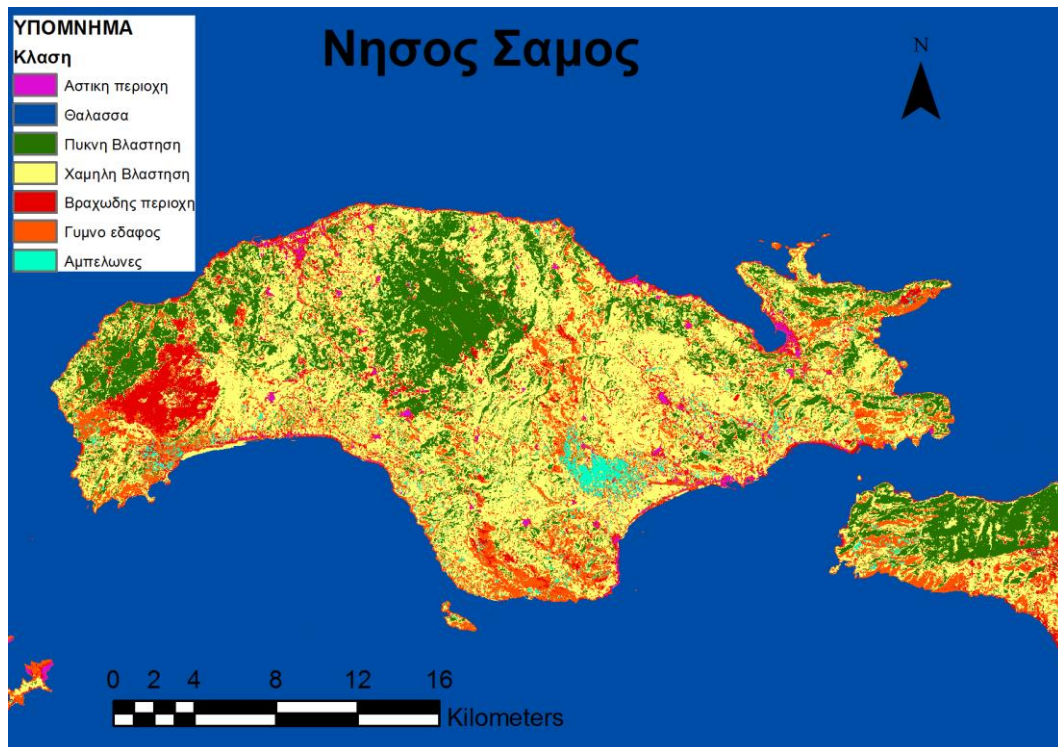
1. Αστικές περιοχές
2. Νερό
3. Πυκνή βλάστηση
4. Χαμηλή βλάστηση
5. Βραχώδης περιοχή
6. Γυμνό έδαφος
7. Αμπελώνες

Η επιλογή έγινε με βάση την εικόνα φυσικού χρώματος και του ψευδεχρώμου σύνθετου καθώς και από παρατηρήσεις που έγιναν κατά την εργασία υπαίθρου.

Για να ελέγξουμε αν η ομαδοποίηση έχει γίνει σωστά ελέγχουμε τους φασματικούς υποχώρους δυο ζωνών όπως φαίνεται στο σχήμα. Παρατηρούμε ότι με εξαίρεση τα cluster του νερού οι υπόλοιπες περιοχές ομαδοποίησης επικαλύπτονται σε μεγάλο βαθμό κάτι το οποίο δυσκολεύει τη σωστή ταξινόμηση των εικονοστοιχείων.



Σχήμα 9.16: Αναπαράσταση των περιοχών ομαδοποίησης της δορυφορικής εικόνας στο φασματικό υποχώρο που ορίζεται από τις ζώνες α) 5 και 6 , και β) 3 και 5.



Σχήμα 9.17: Χάρτης βλάστησης με τη βοήθεια επιβλεπόμενης πολυφασματικής ταξινόμησης. (ENVI)

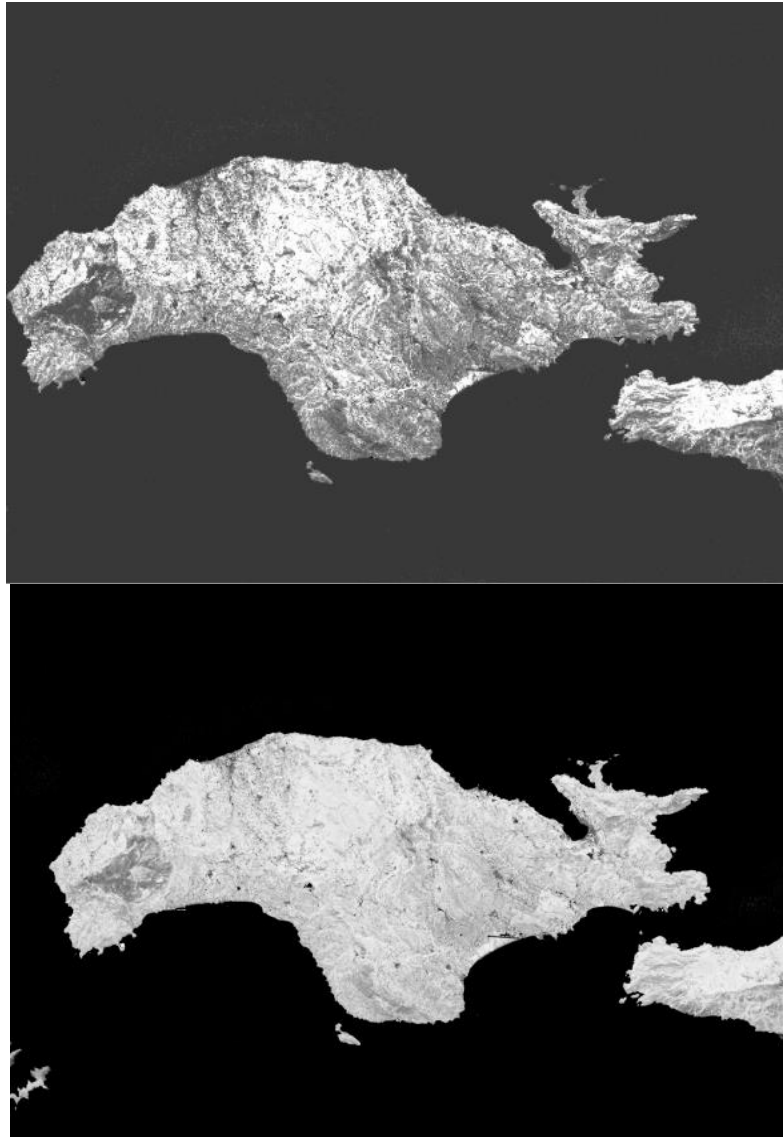
Από το **Σχήμα 9.17** και χρησιμοποιώντας και παρατηρήσεις πεδίου μπορούμε να συμπεράνουμε ότι έχει γίνει καλή ταξινόμηση στη θάλασσα, στη πυκνή βλάστηση και στο γυμνό έδαφος.

9.6.6. Δείκτες βλάστησης

Περιοχές με πυκνή βλάστηση εκπέμπουν έντονα στο εγγύς υπέρυθρο (0,7-0,9 μm) και απορροφούν έντονα στο ερυθρό (0,6-0,7 μm). Από την άλλη πλευρά περιοχές γυμνές από βλάστηση δε παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφορές στην ανακλαστικότητα στις ζώνες του ερυθρού και του υπερέρυθρου. Υπάρχουν διάφοροι δείκτες βλάστησης που εκμεταλλεύονται αυτές τις ιδιότητες. Για παράδειγμα ο SVI (Simple Vegetation Index) ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση $SVI = \frac{NIR}{Red}$, όπου NIR το εγγύς υπέρυθρο και red το κόκκινο κανάλι.

Ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος δείκτης βλάστησης είναι ο **NDVI** (Normalized Differences Vegetation Index) που υπολογίζεται από τη σχέση:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

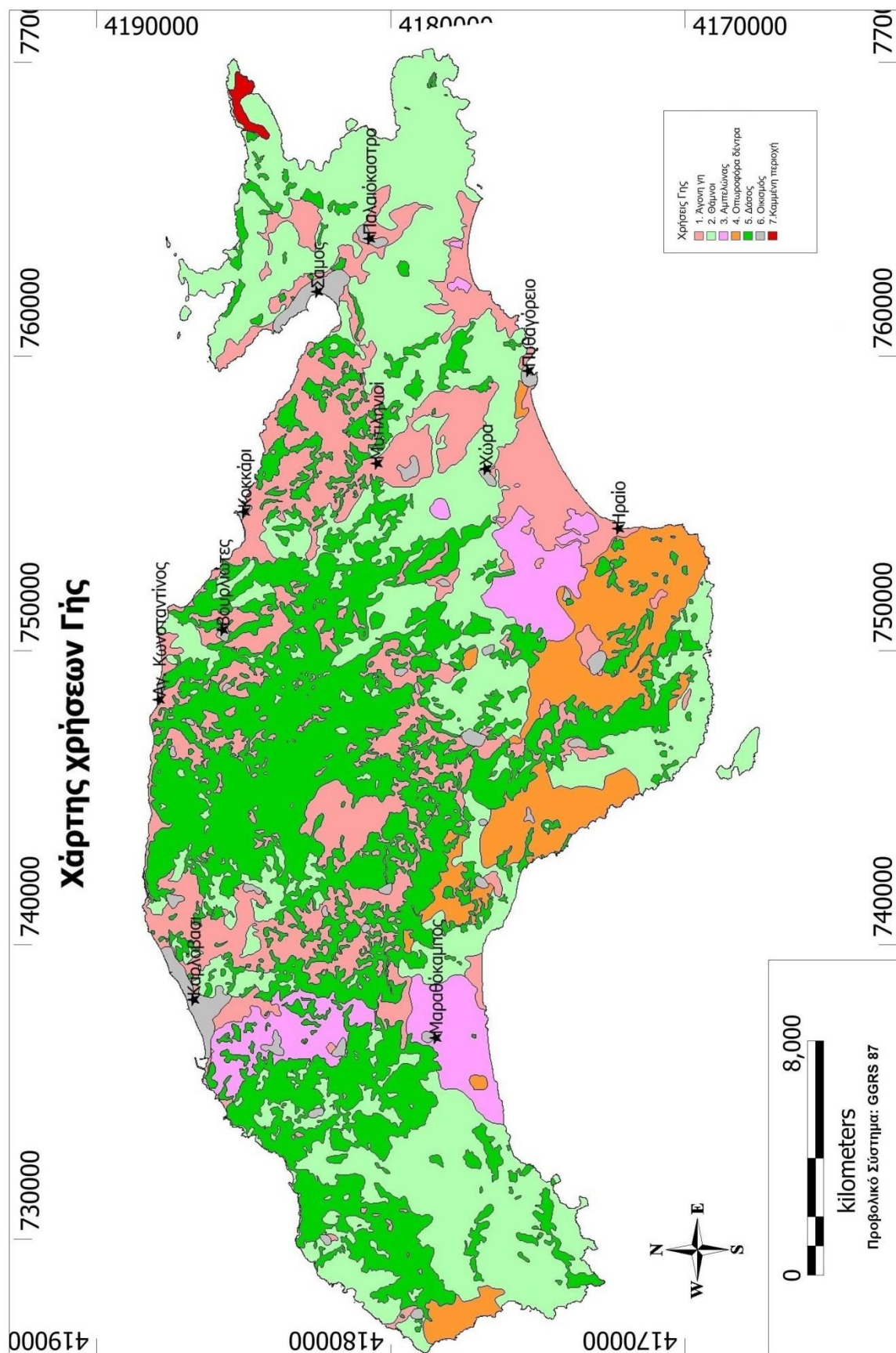


Σχήμα 9.18.: Δείκτης α) SVI και β) NDVI για την περιοχή της Σάμου, όπως υπολογίστηκε με το λογισμικό ENVI.

9.7. Χρήσεις Γης

Η πυκνότητα και το είδος βλάστηση παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάβρωση του εδάφους, καθώς και στην εκδήλωση πλημμυρών. Όταν έχουμε μεγάλη φυτοκάλυψη αυτά τα φαινόμενα περιορίζονται, ενώ στην αντίθετη περίπτωση ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος.

Με τη βοήθεια δεδομένων από το Corine, τις δορυφορικές εικόνες που επεξεργαστήκαμε, καθώς και παρατηρήσεις πεδίου δημιουργήθηκε ένας χάρτης χρήσεων γης για τη Σάμο, ο οποίος φαίνεται στο **Σχήμα 9.19**.



Σχήμα 9.19: Χάρτης χρήσεων Γης

9.8.Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Με βάση τα ψηφιοποιημένα δεδομένα (τοπογραφικός χάρτης, γεωλογικός χάρτης, χάρτης χρήσεων γης, DEM, ιστορικό πλημμυρών και πυρκαγιών) δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων για τις 153 λεκάνες. Αυτή περιλαμβάνει τόσο τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά κάθε λεκάνης, τους μορφομετρικούς δείκτες όσο και με τα ποσοστά του κάθε λιθολογικού σχηματισμού που εμπίπτουν μέσα σε κάθε λεκάνη(Πίνακες), καθώς και τα ποσοστά του κάθε τύπου βλάστησης, όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα. Όλα αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση του κινδύνου διάβρωσης και του πλημμυρικού κινδύνου.

Από το συνδυασμό του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους με τις λεκάνες, καθώς και του επιπέδου με τους ψηφιοποιημένους κλάδους του υδρογραφικού δικτύου προέκυψε ο πίνακας **μορφομετρικών χαρακτηριστικών** κάθε λεκάνης:

Πίνακας 9.5. Χαρακτηριστικά λεκανών, όπου Κλ.-> αριθμός κλάδων, Τ->Τάξη, Ε->Εμβαδό, Μ.Κλ->Μέση Κλίση, Μ.Λε-> Μήκος Λεκάνης, Υμ->Μέγιστο υψόμετρο, Υμ->Μέσο Υψόμετρο, Κλ->Ελάχιστη Κλίση, Κλμ->Μέγιστη κλίση, Κλμ-> Μέση Κλίση, Περ->Περίμετρος

ID	Κλ.	Τ	Μ. Κλ.	Ε	Μ Λε	Υμ	Υμ	Κλ	Κλμ	Κλμ	Περ
1	27	4	20,3	14,2	5,8	1348,7	504,9	0,0	85,0	24,7	17,0
2	4	2	3,8	2,4	2,7	500,0	175,1	0,0	54,0	14,9	7,0
3	1	1	1,3	0,8	1,8	300,0	76,5	0,0	45,2	11,4	4,4
4	4	2	3,3	2,3	2,8	620,0	254,2	0,0	60,8	21,5	9,8
5	13	3	9,6	6,8	3,5	900,0	308,7	0,0	71,0	21,1	13,1
6	12	3	8,7	4,5	3,0	389,5	143,3	0,0	57,3	12,9	9,4
7	1	1	2,5	1,5	2,7	312,6	107,2	0,0	46,1	11,5	8,9
8	1	1	0,7	0,6	1,1	171,9	100,0	0,0	48,5	12,2	3,4
9	1	1	2,1	1,9	2,1	314,0	146,2	0,0	51,3	12,0	6,3
10	1	1	1,3	2,0	2,3	280,0	129,9	0,0	53,0	10,2	6,9
11	1	1	0,8	1,4	1,9	280,0	153,9	0,0	51,6	10,5	6,2
12	4	2	4,5	2,6	2,3	381,1	162,7	0,0	57,7	11,1	7,1
13	3	2	1,6	1,2	1,8	381,0	161,4	0,0	52,1	13,1	6,3
14	1	1	0,8	0,7	1,4	380,4	207,3	0,0	42,6	16,9	4,1
15	1	1	0,5	0,8	1,0	381,7	164,8	0,0	43,0	20,0	3,6
16	1	1	0,8	1,1	1,7	292,9	125,5	0,0	47,2	12,9	5,1
17	7	3	3,1	1,8	1,8	428,2	125,1	0,0	48,3	15,4	6,5
18	4	2	2,5	0,8	1,5	420,0	141,1	0,0	53,1	19,0	4,1
19	1	1	1,3	0,5	1,4	420,0	137,5	0,0	51,7	17,1	3,9
20	3	2	1,2	1,3	1,3	360,0	110,7	0,0	49,8	15,3	5,2
21	1	1	1,1	1,9	1,3	320,0	110,9	0,0	55,1	17,2	7,7
22	4	2	2,8	3,7	1,9	430,8	133,5	0,0	63,3	17,6	17,2
23	3	2	1,0	2,3	1,1	342,2	103,2	0,0	55,4	19,8	12,3
24	1	1	0,2	2,8	1,9	367,5	171,3	0,0	70,3	25,6	13,6
25	1	1	0,9	0,7	1,1	325,5	151,7	0,0	67,7	25,1	5,8

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

26	1	1	0,2	0,3	0,5	287,1	125,2	0,0	67,1	37,8	2,5
27	1	1	0,5	0,3	0,6	300,0	168,8	0,0	64,7	30,2	2,3
28	1	1	0,4	0,1	0,7	300,0	148,6	0,0	57,2	26,4	1,7
29	1	1	0,4	0,3	0,7	307,4	175,3	0,0	63,0	25,0	2,3
30	4	2	1,3	0,5	1,1	360,0	209,8	0,0	67,0	24,0	2,8
31	1	1	0,9	0,5	1,0	367,4	130,9	0,0	60,5	21,4	3,0
32	1	1	0,9	0,9	1,4	366,2	137,1	0,0	54,6	17,9	5,5
33	5	2	5,9	7,2	3,6	431,3	181,1	0,0	55,3	13,1	14,1
34	3	2	0,6	0,5	1,4	367,4	179,8	0,0	31,7	15,6	3,5
35	1	1	1,2	0,7	1,6	340,0	186,2	0,0	51,9	15,7	4,5
36	3	2	1,4	0,6	1,3	218,3	74,6	0,0	29,9	11,4	3,8
37	1	1	1,1	0,7	1,3	232,8	89,6	0,0	41,0	13,8	4,3
38	5	2	2,5	1,8	1,8	380,2	164,8	0,0	56,5	17,3	5,6
39	3	2	0,9	0,8	1,4	360,9	147,4	0,0	52,2	19,2	4,2
40	1	1	0,4	0,7	1,1	271,1	111,4	0,0	58,6	16,5	4,4
41	1	1	0,5	0,5	0,8	275,3	128,1	0,0	56,5	26,8	3,8
42	1	1	0,3	0,8	0,8	278,9	83,4	0,0	57,3	22,0	6,0
43	1	1	0,5	0,6	0,8	260,0	65,7	0,0	43,5	15,2	3,8
44	1	1	0,6	0,4	0,7	103,2	45,2	0,0	33,0	10,1	3,7
45	4	2	3,8	2,4	2,0	340,0	129,4	0,0	47,9	13,6	8,8
46	1	1	0,7	0,9	0,9	227,3	84,8	0,0	57,3	17,6	4,8
47	4	2	2,1	1,2	1,8	320,0	125,8	0,0	57,0	17,7	6,3
48	4	2	3,5	2,0	2,6	380,7	135,3	0,0	47,7	13,6	7,3
49	1	1	1,6	1,2	2,5	380,0	92,3	0,0	42,6	11,6	6,3
50	1	1	1,9	1,0	2,8	338,7	107,4	0,0	41,3	10,6	6,7
51	3	2	2,5	2,3	3,0	300,0	128,7	0,0	41,8	10,0	8,1
52	1	1	1,9	0,9	2,0	234,7	82,1	0,0	44,5	9,7	4,8
53	6	2	8,1	7,1	5,4	374,5	153,5	0,0	58,3	10,3	15,5
54	15	3	13,9	6,3	4,1	383,6	169,4	0,0	50,9	12,5	12,2
55	52	3	54,3	35,0	14,0	1151,3	255,1	0,0	66,5	12,6	34,6
56	1	1	0,7	0,6	1,1	198,7	76,5	0,0	42,3	12,2	3,8
57	1	1	0,6	0,3	0,7	108,4	42,4	0,0	30,4	11,1	2,6
58	5	2	1,7	1,0	1,4	240,0	89,9	0,0	43,1	11,4	5,3
59	1	1	0,6	0,2	0,8	99,4	46,7	0,0	42,2	11,5	3,2
60	3	2	1,6	1,6	1,9	240,0	82,6	0,0	44,6	11,7	6,6
61	3	2	5,0	5,1	3,6	269,5	82,9	0,0	49,2	9,9	12,0
62	28	3	18,8	9,5	7,4	501,0	174,2	0,0	48,5	12,2	18,0
63	6	2	10,2	7,8	6,5	444,5	142,0	0,0	53,2	9,1	15,0
64	5	2	9,6	6,2	5,2	420,0	73,6	0,0	48,6	4,7	13,3
65	1	1	4,2	2,5	4,2	164,5	42,0	0,0	16,6	2,4	10,2
66	102	5	98,7	42,9	10,4	1151,9	379,1	0,0	69,6	15,6	33,2
67	17	3	11,2	5,1	3,5	420,0	146,9	0,0	67,8	12,0	9,5
68	6	2	3,4	1,9	3,2	420,0	152,8	0,0	65,2	13,8	7,9
69	1	1	0,4	0,8	1,6	298,8	113,3	0,0	52,5	17,0	4,4

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

70	1	1	0,5	0,6	0,9	300,1	109,4	0,0	61,8	19,5	3,7
71	1	1	0,6	0,5	0,9	299,7	115,6	0,0	59,5	21,9	3,6
72	7	3	3,5	1,9	2,5	420,0	180,4	0,0	48,5	16,1	8,4
73	3	2	1,9	0,8	1,4	306,9	192,5	0,0	73,6	20,4	4,6
74	18	3	11,2	5,8	5,3	776,0	397,2	0,0	76,7	19,6	15,0
75	1	1	0,4	0,6	1,0	500,0	189,8	0,0	58,5	26,3	3,4
76	6	2	4,5	2,9	3,2	761,9	366,3	0,0	62,0	21,8	8,7
77	1	1	0,6	1,8	1,7	560,0	215,0	0,0	67,3	22,8	6,6
78	1	1	1,2	0,8	1,9	680,0	264,9	0,0	57,6	21,7	5,1
79	1	1	0,8	0,7	2,3	759,6	313,7	0,0	52,4	21,0	5,4
80	1	1	1,0	0,6	2,4	769,9	312,4	0,0	51,7	19,3	5,4
81	1	1	1,2	0,8	2,0	676,6	223,1	0,0	50,0	20,3	5,3
82	3	2	1,8	0,7	2,3	758,4	267,4	0,0	51,5	19,2	5,5
83	1	1	1,5	0,5	2,0	654,0	305,8	0,0	49,4	19,6	4,6
84	1	1	0,7	0,2	1,2	348,3	149,5	0,0	51,7	18,5	2,8
85	3	2	1,6	0,7	1,8	640,0	236,8	0,0	49,5	19,8	4,8
86	9	3	5,9	3,5	2,9	763,5	366,3	0,0	62,1	19,6	9,1
87	6	2	5,1	2,5	3,1	738,6	301,4	0,0	68,2	20,1	8,0
88	5	2	5,2	2,3	3,6	734,5	370,5	0,0	63,3	18,2	8,8
89	1	1	1,4	0,7	1,8	400,0	131,8	0,0	50,1	14,7	5,5
90	10	3	7,4	3,8	3,9	640,0	270,5	0,0	63,3	15,3	10,9
91	6	2	7,3	2,9	4,3	592,4	286,8	0,0	64,0	16,3	11,3
92	51	4	39,9	22,9	10,2	1349,7	498,7	0,0	85,2	19,0	32,3
93	3	2	0,8	0,8	0,8	180,0	77,3	0,0	53,2	13,5	3,7
94	3	2	1,7	1,8	2,3	320,0	181,8	0,0	52,9	10,7	5,9
95	10	3	11,4	5,5	4,5	650,6	273,3	0,0	64,3	16,7	12,9
96	10	3	6,9	2,5	3,5	428,6	220,5	0,0	54,5	15,1	9,3
97	4	2	4,5	1,4	2,9	387,2	145,8	0,0	42,8	11,0	6,8
98	3	2	3,6	2,8	2,9	439,0	108,8	0,0	47,0	10,1	8,2
99	8	3	8,9	4,8	3,2	723,4	201,1	0,0	54,4	15,1	10,1
100	5	2	7,7	4,3	4,7	890,8	415,3	0,0	70,5	23,3	11,4
101	4	2	3,3	1,0	2,0	340,0	127,6	0,0	54,1	15,2	4,9
102	12	3	11,4	6,2	3,7	1240,4	478,7	0,0	76,3	30,1	12,5
103	1	1	0,8	0,2	0,8	351,1	158,3	0,0	42,3	24,6	2,4
104	1	1	0,6	0,2	0,8	405,1	151,3	3,6	43,2	26,1	2,1
105	1	1	0,6	0,6	1,0	410,7	128,7	0,0	67,4	21,5	3,1
106	13	3	10,4	4,9	3,6	1430,8	732,2	0,0	84,2	32,9	10,7
107	12	3	7,9	4,9	3,4	960,0	235,1	0,0	61,5	18,5	11,1
108	1	1	0,8	0,9	1,2	328,1	138,2	0,0	60,9	24,4	6,8
109	1	1	0,4	0,5	0,6	328,8	114,9	0,0	65,9	29,7	5,8
110	3	2	2,4	1,6	1,5	323,4	164,4	0,0	60,7	19,7	8,3
111	1	1	1,9	1,0	2,3	360,0	178,9	0,0	54,9	18,2	6,4
112	4	2	2,8	0,9	2,3	360,0	168,7	0,0	47,3	17,8	5,8
113	3	2	1,3	0,7	1,1	220,0	94,5	0,0	45,9	17,7	4,7

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

114	1	1	0,4	0,3	0,7	160,0	46,8	0,0	37,3	14,5	3,0
115	5	2	1,8	0,5	1,2	287,1	116,4	0,0	39,9	19,9	3,4
116	7	2	3,6	1,3	1,6	372,3	168,3	0,0	54,3	22,3	5,4
117	11	3	6,3	4,1	3,0	1300,0	384,9	0,0	70,8	27,3	9,1
118	5	2	3,3	2,3	2,6	1120,0	383,9	0,0	72,4	25,5	7,6
119	1	1	0,6	0,8	0,9	340,0	165,7	0,0	62,6	22,9	4,3
120	3	2	1,3	1,2	1,8	602,8	247,6	0,0	68,4	22,1	6,4
121	3	2	2,0	0,8	1,8	600,0	248,3	0,0	70,0	23,5	5,0
122	9	3	8,7	5,4	4,0	1420,0	625,5	0,0	73,7	27,1	11,7
123	3	2	1,5	0,9	1,8	684,1	294,7	0,0	73,7	24,7	5,8
124	1	1	0,9	0,7	1,5	513,4	209,3	0,0	61,7	22,7	4,6
125	1	1	0,8	0,3	1,2	329,8	119,2	0,0	44,0	17,0	3,1
126	1	1	0,8	0,4	1,0	297,4	106,6	0,0	44,0	19,8	2,9
127	4	2	2,1	1,6	2,1	690,3	275,1	0,0	62,6	23,4	6,5
128	9	3	5,9	5,4	4,4	1420,0	638,3	0,0	75,3	29,7	12,3
129	4	2	3,7	2,2	2,5	1194,7	484,9	0,0	75,1	32,5	7,4
130	23	3	16,7	9,3	5,1	1420,9	751,4	0,0	84,1	30,6	16,2
131	11	3	5,9	3,1	3,1	780,0	418,9	0,0	65,2	22,7	9,4
132	3	2	1,6	1,3	1,2	506,3	201,2	0,0	58,8	26,4	6,1
133	36	3	21,7	9,7	5,0	887,5	323,4	0,0	72,3	21,4	14,8
134	3	2	1,2	0,3	0,9	282,4	126,3	0,0	63,8	21,6	3,0
135	3	2	1,6	1,0	1,4	275,0	128,4	0,0	65,2	20,5	5,1
136	3	2	1,6	0,4	1,6	240,0	98,2	0,0	53,7	15,6	3,9
137	1	1	1,1	0,4	1,2	195,4	61,5	0,0	51,8	10,9	3,6
138	75	4	52,0	26,9	8,5	860,0	227,7	0,0	62,2	12,9	28,1
139	126	4	87,5	46,4	11,9	1574,3	507,9	0,0	85,1	17,9	33,5
140	1	1	0,7	0,4	1,3	120,0	49,8	0,0	35,3	8,3	3,1
141	4	2	5,0	2,2	3,4	580,0	132,8	0,0	49,6	9,1	8,6
142	3	2	1,2	0,5	1,4	235,5	86,9	0,0	33,4	9,1	3,8
143	1	1	1,4	1,2	2,7	701,0	350,8	0,0	67,1	22,5	6,7
144	1	1	1,1	0,4	1,4	545,6	155,6	0,0	52,0	19,7	3,5
145	1	1	0,4	0,5	1,5	620,0	222,9	0,0	60,2	26,5	3,7
146	1	1	0,2	0,4	1,1	616,7	177,6	0,0	62,1	28,6	3,1
147	1	1	0,5	0,6	1,1	705,7	256,4	0,0	72,2	30,3	3,5
148	13	3	10,0	5,4	3,6	1034,8	510,4	0,0	75,3	29,9	11,8
149	1	1	0,8	0,9	1,7	891,3	316,1	0,0	74,1	32,1	4,5
150	1	1	0,7	0,4	1,2	640,0	255,4	0,0	56,0	31,5	3,0
151	3	2	2,6	2,7	2,5	980,0	412,4	0,0	70,4	29,0	7,7
152	1	1	3,2	2,3	3,4	1038,9	421,4	0,0	60,0	22,5	8,4
153	1	1	2,8	1,1	2,6	777,1	323,9	0,0	51,3	22,3	6,2

Από το συνδυασμό του λιθολογικού χάρτη με τις υδρογραφικές λεκάνες της Σάμου σε περιβάλλον Γ.Σ.Π. (ArcMap) προέκυψαν οι παρακάτω τιμές για τα **λιθολογικά χαρακτηριστικά** για κάθε λεκάνη:

Πίνακας 9.6: Εμβαδά και ποσοστά λιθολογικών σχηματισμών για κάθε μια από τις λεκάνες (με 100%->1) , όπου:

α. Τετ.->Τεταρτογενή, β.Μάργ-> Μάργες, γ. Μ. Ασβ -> Μαργαϊκοί Ασβεστόλιθοι, Δ. Ηφ-> Ηφαιστειακά, ε. Ανθ.-> Ανθρακικά, Σχ-> Σχιστόλιθοι

ID	Τεταρτ	Ποσ	Μάργ	Ποσ	Μ. Ασβ	Ποσ	Ηφ.	Ποσ	Ανθ.	Ποσ	Σχ.	Ποσ
1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,2	10,3	0,7
2	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,4	1,2	0,5
3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,8	0,0	0,1
4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,6	0,3	0,1	0,1	0,8	0,4	0,6	0,3
5	0,5	0,1	0,2	0,0	1,9	0,3	0,3	0,0	2,8	0,4	1,1	0,2
6	0,6	0,1	2,8	0,6	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,1	0,1	0,9	0,6	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,1	0,1	0,9	0,5	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,2	0,1	0,2	0,1	1,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,2	0,1	1,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,2	0,1	1,1	0,4	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,1	0,1	0,4	0,3	0,5	0,4	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
14	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,7	0,0	0,0
15	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,8	0,0	0,0
16	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,0	0,0	0,6	0,5	0,0	0,0
17	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,7	0,4	0,2
18	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	0,1	0,2
19	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,1
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,5	0,4
21	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,6	0,5	0,2
22	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,9	0,1	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,0	0,0	0,0
24	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	1,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0
29	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,0	0,0
30	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0
31	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8	0,0	0,0
32	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,8	0,1	0,1
33	1,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,7	0,5	0,1
34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0
35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,9	0,1	0,1
36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,8	0,1	0,2

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,3	0,5
38	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,7	0,4	0,2
39	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,3	0,3
40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,8	0,1	0,2
41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0
42	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0
43	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,0
44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,9	0,1	0,1
45	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,8	0,5	0,2
46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,4	0,4
47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,9	0,1	0,1
48	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,6	0,3	0,2
49	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,5	0,4
50	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,4	0,4
51	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,4	0,8	0,4
52	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,2	0,2
53	1,9	0,3	0,3	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	3,4	0,5	1,0	0,1
54	1,2	0,2	0,4	0,1	1,2	0,2	0,0	0,0	3,1	0,5	0,4	0,1
55	3,8	0,1	15,0	0,4	10,8	0,3	0,3	0,0	4,2	0,1	0,7	0,0
56	0,0	0,0	0,4	0,7	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
57	0,0	0,0	0,2	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58	0,0	0,0	0,4	0,4	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
59	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60	0,6	0,4	0,3	0,2	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
61	1,6	0,3	1,2	0,2	2,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
62	1,8	0,2	1,0	0,1	6,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	3,4	0,4	0,0	0,0	4,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
64	4,3	0,7	0,0	0,0	1,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
65	2,2	0,9	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
66	6,0	0,1	0,9	0,0	9,0	0,2	0,0	0,0	12,4	0,3	14,1	0,3
67	1,0	0,2	0,0	0,0	4,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
68	0,1	0,0	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
69	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
71	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
72	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,5
73	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,3	0,4
74	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,2	0,0	0,0	1,7	0,3	3,0	0,5
75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0
76	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,8	0,6	0,2
77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,7	0,5	0,3
78	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,5	0,6
79	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,4	0,5
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,3	0,6

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

81	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,5	0,6
82	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,2	0,4
83	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,2	0,4
84	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,0	0,2
85	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,2	0,3
86	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,5	1,7	0,5
87	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,4	1,4	0,6
88	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,8	0,4	1,2	0,6
89	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,5	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2
90	0,1	0,0	0,6	0,2	0,9	0,2	0,0	0,0	0,8	0,2	1,5	0,4
91	0,1	0,0	0,4	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	0,7	0,2	0,9	0,3
92	0,5	0,0	1,8	0,1	4,6	0,2	1,4	0,1	4,1	0,2	10,3	0,5
93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
94	0,0	0,0	0,8	0,5	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
95	0,2	0,0	3,3	0,6	0,2	0,0	1,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
96	0,2	0,1	2,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
97	0,4	0,3	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
98	0,4	0,2	1,2	0,4	0,7	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1
99	0,7	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,6	0,1	2,8	0,6
100	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	3,6	0,8
101	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,4
102	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,6	1,5	0,3
103	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,0	0,1
104	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	0,0	0,1
105	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0
106	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,9	0,2	0,0
107	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,4	1,0	0,2
108	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	0,6
109	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8
110	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,7	0,4	0,3
111	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,0	0,0
112	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,4	0,4
113	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,6	0,9
114	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,1	0,4
115	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,9
116	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	1,1	0,9
117	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,6	0,6	0,2
118	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6	0,7	0,3
119	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	0,8
120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,8	0,7
121	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,6	0,7
122	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	1,5	0,3
123	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,4	0,4
124	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	0,2	0,3

125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,8
126	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,1	0,3
127	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,8	0,5
128	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	1,0	0,3	0,1
129	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,9	0,1	0,1
130	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,8	1,7	0,2
131	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,6	1,4	0,5
132	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,9	0,1	0,1
133	0,3	0,0	1,4	0,1	0,9	0,1	0,0	0,0	3,8	0,4	3,3	0,3
134	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,1
135	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,4	0,4
136	0,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5
137	0,2	0,5	0,1	0,1	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
138	3,2	0,1	18,0	0,7	1,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	3,8	0,1
139	1,9	0,0	12,1	0,3	1,4	0,0	6,5	0,1	6,0	0,1	18,1	0,4
140	0,1	0,2	0,3	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
141	0,0	0,0	1,9	0,9	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
142	0,0	0,0	0,4	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
143	0,0	0,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,0	0,0
144	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0
145	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,2	0,3
146	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,0	0,1
147	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0
148	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,4	0,7	0,1	2,0	0,4
149	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,4	0,4
150	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,6
151	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1	2,1	0,8
152	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	1,7	0,8
153	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ο πίνακας με τις χρήσεις γης, ο οποίος προέκυψε από το συνδυασμό του χάρτη χρήσεων γης και του χάρτη υδρογραφικών λεκανών σε περιβάλλον Γ.Σ.Π.Ο πίνακας αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς η πυκνότητα και το είδος βλάστησης είναι από τους κυριώτερους παράγοντες που επηρεάζουν τον πλημμυρικό κίνδυνο ,αλλά και την διάβρωση του εδάφους σε μια περιοχή. Περιοχές με αραιή βλάστηση είναι ευνοϊκές για την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων αλλά και φαινομένων διάβρωσης του εδάφους.

Πίνακας 9.7: Ποσοστά χρήσεων γής για κάθε λεκάνη, όπου:

α. Γυμν. Ε.-> Γυμνό Έδαφος, β. Θαμν.-> Θαμνώδεις βλάστηση, γ.Αμπ.->Αμπελώνες, δ. Οπωρ.->Οπωροφόρα, ε. Δάσος-> Δασικές Εκτάσεις, στ.Αστ-> Αστικές περιοχές, ζ. Καμμεν.-> Πρόσφατα καμμένες εκτάσεις και Π->Ποσοστό με μέγιστο το

ID	Γυμν. Ε	Π.	Θάμ ν	Π	Αμπ.	Π	Οπω ρ	Π	Δάσος	Π	Αστ.	Π	Καμέν	Π
1	3,8	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
2	0,8	0,3	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,9	0,3	1,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2,0	0,5	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
7	1,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
9	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
10	1,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,4	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,2	0,3	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,2	0,3	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,4	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0
17	0,3	0,2	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0
18	0,2	0,3	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
19	0,1	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0
20	0,4	0,3	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0
21	0,8	0,4	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,1	0,0	3,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	1,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,7	0,2
25	0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4
26	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
28	0,0	0,0	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
29	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0	0,0	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
32	0,0	0,0	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
33	1,7	0,2	4,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
34	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	0,0	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	0,0	0,0	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	0,0	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

40	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
41	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
42	0,0	0,0	0,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
43	0,0	0,0	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
44	0,0	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	0,0	0,0	2,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
46	0,0	0,0	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
47	0,0	0,0	1,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
48	0,4	0,2	1,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
49	0,2	0,2	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	0,2	0,2	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
51	0,7	0,3	1,5	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52	0,4	0,4	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53	2,1	0,3	4,1	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0
54	0,8	0,1	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
55	12,0	0,3	11,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
56	0,3	0,5	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
57	0,1	0,5	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58	0,1	0,1	0,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
59	0,1	0,6	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
60	0,1	0,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
61	2,5	0,5	2,3	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
62	2,1	0,2	5,6	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
63	2,9	0,4	2,4	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	1,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
64	2,7	0,4	1,4	0,2	1,7	0,3	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
65	0,4	0,2	0,1	0,0	1,9	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
66	5,0	0,1	12,8	0,3	5,3	0,1	7,8	0,2	11,1	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0
67	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,8	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
68	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
69	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
71	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
72	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	1,6	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
73	0,0	0,0	0,5	0,7	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
74	0,0	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	2,9	0,5	2,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
75	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
76	0,0	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
77	0,1	0,1	1,4	0,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
78	0,0	0,0	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
79	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
81	0,0	0,0	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
82	0,0	0,0	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
83	0,0	0,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

84	0,0	0,0	0,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
85	0,0	0,0	0,7	0,9	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
86	0,3	0,1	1,4	0,4	0,0	0,0	1,0	0,3	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
87	0,3	0,1	0,9	0,4	0,0	0,0	0,9	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
88	0,2	0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,5	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
89	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
90	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	2,3	0,6	1,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
91	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	1,3	0,4	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
92	4,1	0,2	2,7	0,1	0,0	0,0	3,3	0,1	12,5	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0
93	0,0	0,0	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
94	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,8	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
95	0,7	0,1	1,8	0,3	0,0	0,0	0,5	0,1	2,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
96	0,6	0,2	0,9	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
97	0,3	0,2	0,3	0,2	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
98	0,3	0,1	0,0	0,0	2,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
99	0,1	0,0	0,2	0,0	3,7	0,8	0,0	0,0	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	1,2	0,3	0,9	0,2	0,2	0,1	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
101	0,0	0,0	0,5	0,5	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
102	0,0	0,0	4,2	0,7	0,4	0,1	0,0	0,0	1,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
103	0,0	0,0	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
104	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
105	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
106	0,0	0,0	4,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
107	0,0	0,0	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
108	0,0	0,0	0,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
109	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
110	0,0	0,0	1,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
111	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
112	0,0	0,0	0,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
113	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
114	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
115	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
116	0,0	0,0	1,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
117	0,0	0,0	2,6	0,6	0,0	0,0	1,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
118	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,4	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
119	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
120	0,1	0,1	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
121	0,1	0,2	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
122	0,0	0,0	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
123	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
124	0,0	0,0	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
126	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
127	0,1	0,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0

128	0,1	0,0	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
129	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
130	0,0	0,0	6,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
131	0,0	0,0	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
132	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
133	0,2	0,0	1,0	0,1	1,8	0,2	0,0	0,0	6,3	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0
134	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
135	0,1	0,1	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
136	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
137	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,4	0,0	0,0
138	7,3	0,3	2,0	0,1	5,2	0,2	0,0	0,0	10,8	0,4	1,6	0,1	0,0	0,0
139	14,0	0,3	4,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	27,1	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0
140	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0
141	1,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
142	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0
143	0,3	0,3	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
144	0,2	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
145	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
146	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
147	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
148	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
149	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
150	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
151	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
152	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
153	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0

Με βάση τους τύπους που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας για την εύρεση των μορφομετρικών δεικτών υπολογίστηκαν οι **μορφομετρικοί δείκτες** που φαίνονται στον Πίνακα και μας δίνουν ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες για τη βαθμονόμηση των μοντέλων.

Πίνακας 9.9: Μορφομετρικοί Δείκτες λεκανών.

ID	LAR	L.k	fF	Re	Rc	Dt	Cc	Fs	D	Di	If	LG	Rhl	Rhp	Rn	MRn
1	6,9	0,6	0,4	0,7	0,6	1,6	1,3	1,9	1,4	1,3	2,7	0,3	0,2	7,9	1,9	358,5
2	2,4	0,8	0,3	0,6	0,6	0,6	1,3	1,7	1,6	1,1	2,6	0,3	0,2	7,1	0,8	323,0
3	1,2	1,0	0,2	0,6	0,5	0,2	1,4	1,2	1,6	0,8	2,0	0,3	0,2	6,8	0,5	331,9
4	2,3	0,9	0,3	0,6	0,3	0,4	1,8	1,7	1,4	1,2	2,5	0,3	0,2	6,3	0,9	408,4
5	4,4	0,4	0,6	0,8	0,5	1,0	1,4	1,9	1,4	1,4	2,7	0,4	0,3	6,8	1,3	344,3
6	3,4	0,5	0,5	0,8	0,6	1,3	1,3	2,7	1,9	1,4	5,2	0,3	0,1	4,1	0,8	184,1
7	1,8	1,2	0,2	0,5	0,2	0,1	2,0	0,7	1,7	0,4	1,1	0,3	0,1	3,5	0,5	253,5
8	1,0	0,5	0,5	0,8	0,7	0,3	1,2	1,7	1,1	1,5	1,8	0,5	0,2	5,1	0,2	222,5
9	2,0	0,6	0,4	0,7	0,6	0,2	1,3	0,5	1,1	0,5	0,6	0,4	0,2	5,0	0,4	230,5

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

10	2,1	0,7	0,4	0,7	0,5	0,1	1,4	0,5	0,7	0,7	0,3	0,7	0,1	4,0	0,2	198,0
11	1,7	0,7	0,4	0,7	0,4	0,2	1,5	0,7	0,6	1,3	0,4	0,9	0,1	4,5	0,2	239,5
12	2,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,6	1,2	1,5	1,7	0,9	2,6	0,3	0,2	5,4	0,7	235,8
13	1,6	0,7	0,4	0,7	0,4	0,5	1,6	2,4	1,3	1,9	3,1	0,4	0,2	6,1	0,5	342,2
14	1,1	0,7	0,4	0,7	0,5	0,2	1,4	1,5	1,2	1,3	1,8	0,4	0,3	9,4	0,5	464,5
15	1,3	0,3	0,8	1,0	0,8	0,3	1,1	1,2	0,6	1,9	0,8	0,8	0,4	10,5	0,2	418,5
16	1,5	0,6	0,4	0,7	0,6	0,2	1,4	0,9	0,7	1,3	0,6	0,7	0,2	5,8	0,2	276,3
17	2,0	0,4	0,6	0,8	0,5	1,1	1,4	4,0	1,8	2,2	7,0	0,3	0,2	6,6	0,8	321,8
18	1,2	0,7	0,4	0,7	0,6	1,0	1,3	5,0	3,2	1,6	16,1	0,2	0,3	10,3	1,3	471,4
19	0,9	0,9	0,3	0,6	0,4	0,3	1,6	2,0	2,6	0,8	5,2	0,2	0,3	10,8	1,1	600,1
20	1,6	0,3	0,8	1,0	0,6	0,6	1,3	2,3	0,9	2,5	2,2	0,5	0,3	6,9	0,3	316,3
21	2,1	0,2	1,1	1,2	0,4	0,1	1,6	0,5	0,6	0,9	0,3	0,8	0,2	4,1	0,2	231,5
22	3,1	0,2	1,1	1,2	0,2	0,2	2,5	1,1	0,8	1,4	0,8	0,6	0,2	2,5	0,3	224,3
23	2,3	0,1	1,9	1,6	0,2	0,2	2,3	1,3	0,4	3,0	0,6	1,2	0,3	2,8	0,1	224,4
24	2,6	0,3	0,8	1,0	0,2	0,1	2,3	0,4	0,1	4,3	0,0	6,0	0,2	2,7	0,0	220,3
25	1,1	0,4	0,6	0,9	0,3	0,2	1,9	1,4	1,3	1,1	1,8	0,4	0,3	5,6	0,4	385,6
26	0,6	0,2	1,1	1,2	0,5	0,4	1,4	3,6	0,9	4,3	3,1	0,6	0,6	11,3	0,2	547,5
27	0,6	0,4	0,7	0,9	0,6	0,4	1,3	3,9	1,9	2,1	7,5	0,3	0,5	13,3	0,6	595,6
28	0,4	1,0	0,2	0,6	0,5	0,6	1,4	7,5	3,1	2,4	23,5	0,2	0,4	17,2	0,9	821,8
29	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,4	1,2	3,6	1,5	2,5	5,3	0,3	0,4	13,4	0,4	585,7
30	0,9	0,6	0,4	0,7	0,7	1,4	1,2	8,7	2,8	3,0	24,6	0,2	0,3	12,7	1,0	529,7
31	0,9	0,5	0,5	0,8	0,6	0,3	1,3	2,2	1,9	1,1	4,1	0,3	0,4	12,2	0,7	539,5
32	1,3	0,6	0,4	0,7	0,3	0,2	1,7	1,2	1,1	1,1	1,3	0,5	0,3	6,6	0,4	397,0
33	4,6	0,5	0,5	0,8	0,5	0,4	1,5	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	0,1	3,1	0,4	160,9
34	0,9	1,1	0,2	0,5	0,5	0,8	1,5	6,5	1,3	5,0	8,5	0,4	0,3	10,3	0,5	542,4
35	1,1	1,0	0,2	0,6	0,4	0,2	1,6	1,5	1,9	0,8	2,9	0,3	0,2	7,6	0,7	421,1
36	1,1	0,6	0,4	0,7	0,6	0,8	1,3	4,7	2,1	2,2	10,0	0,2	0,2	5,7	0,5	272,2
37	1,1	0,6	0,4	0,7	0,4	0,2	1,5	1,5	1,7	0,9	2,5	0,3	0,2	5,4	0,4	285,5
38	2,0	0,4	0,6	0,9	0,7	0,9	1,2	2,7	1,3	2,0	3,6	0,4	0,2	6,7	0,5	280,4
39	1,2	0,6	0,4	0,7	0,6	0,7	1,4	3,8	1,1	3,5	4,1	0,5	0,3	8,5	0,4	404,2
40	1,1	0,5	0,5	0,8	0,4	0,2	1,5	1,5	0,7	2,3	1,0	0,8	0,2	6,1	0,2	333,0
41	1,0	0,3	1,0	1,1	0,5	0,3	1,5	1,9	0,9	2,0	1,8	0,5	0,4	7,3	0,3	376,6
42	1,2	0,2	1,3	1,3	0,3	0,2	1,9	1,2	0,4	2,9	0,5	1,2	0,4	4,7	0,1	306,5
43	1,0	0,3	0,9	1,1	0,5	0,3	1,4	1,8	0,9	2,1	1,6	0,6	0,3	6,8	0,2	348,2
44	0,8	0,3	0,9	1,1	0,4	0,3	1,6	2,4	1,4	1,7	3,4	0,4	0,2	2,8	0,1	161,1
45	2,3	0,4	0,6	0,9	0,4	0,5	1,6	1,7	1,6	1,0	2,8	0,3	0,2	3,8	0,6	221,8
46	1,3	0,2	1,0	1,1	0,5	0,2	1,5	1,1	0,8	1,4	0,9	0,6	0,2	4,7	0,2	239,8
47	1,6	0,7	0,4	0,7	0,4	0,6	1,6	3,2	1,7	1,9	5,3	0,3	0,2	5,1	0,5	286,3
48	2,1	0,9	0,3	0,6	0,5	0,5	1,5	2,0	1,8	1,2	3,6	0,3	0,1	5,2	0,7	272,3
49	1,6	1,2	0,2	0,5	0,4	0,2	1,6	0,8	1,3	0,6	1,0	0,4	0,2	6,1	0,5	341,6
50	1,4	1,9	0,1	0,4	0,3	0,2	1,9	1,0	1,9	0,5	1,9	0,3	0,1	5,1	0,6	337,9
51	2,3	1,0	0,3	0,6	0,4	0,4	1,5	1,3	1,1	1,2	1,5	0,4	0,1	3,7	0,3	199,2
52	1,3	1,2	0,2	0,5	0,5	0,2	1,4	1,1	2,1	0,5	2,4	0,2	0,1	4,9	0,5	251,1
53	4,5	1,0	0,2	0,6	0,4	0,4	1,7	0,8	1,1	0,7	1,0	0,4	0,1	2,4	0,4	140,7

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

54	4,2	0,7	0,4	0,7	0,5	1,2	1,4	2,4	2,2	1,1	5,3	0,2	0,1	3,1	0,8	153,1
55	11,8	1,4	0,2	0,5	0,4	1,5	1,7	1,5	1,6	1,0	2,3	0,3	0,1	3,3	1,8	194,6
56	1,0	0,5	0,5	0,8	0,5	0,3	1,4	1,7	1,3	1,4	2,2	0,4	0,2	5,3	0,3	260,9
57	0,6	0,5	0,6	0,8	0,5	0,4	1,4	3,7	2,0	1,8	7,6	0,2	0,2	4,1	0,2	208,1
58	1,4	0,5	0,5	0,8	0,5	0,9	1,5	4,8	1,6	3,0	7,9	0,3	0,2	4,5	0,4	236,2
59	0,5	0,8	0,3	0,6	0,2	0,3	2,1	5,2	3,1	1,7	16,0	0,2	0,1	3,1	0,3	226,0
60	1,8	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	1,5	1,9	1,0	1,9	1,9	0,5	0,1	3,6	0,2	190,5
61	3,7	0,6	0,4	0,7	0,4	0,3	1,5	0,6	1,0	0,6	0,6	0,5	0,1	2,3	0,3	119,8
62	5,4	1,4	0,2	0,5	0,4	1,6	1,7	2,9	2,0	1,5	5,8	0,3	0,1	2,8	1,0	162,4
63	4,8	1,4	0,2	0,5	0,4	0,4	1,5	0,8	1,3	0,6	1,0	0,4	0,1	3,0	0,6	159,1
64	4,2	1,1	0,2	0,5	0,4	0,4	1,5	0,8	1,5	0,5	1,2	0,3	0,1	3,2	0,6	168,2
65	2,5	1,8	0,1	0,4	0,3	0,1	1,8	0,4	1,7	0,2	0,7	0,3	0,0	1,6	0,3	103,1
66	13,3	0,6	0,4	0,7	0,5	3,1	1,4	2,4	2,3	1,0	5,5	0,2	0,1	3,5	2,7	175,9
67	3,7	0,6	0,4	0,7	0,7	1,8	1,2	3,3	2,2	1,5	7,4	0,2	0,1	4,4	0,9	186,3
68	2,1	1,3	0,2	0,5	0,4	0,8	1,6	3,1	1,8	1,7	5,4	0,3	0,1	5,3	0,7	300,9
69	1,3	0,7	0,3	0,7	0,5	0,2	1,4	1,2	0,5	2,6	0,5	1,1	0,2	6,7	0,1	327,1
70	1,0	0,4	0,6	0,9	0,5	0,3	1,4	1,8	0,8	2,1	1,5	0,6	0,3	8,1	0,3	402,3
71	0,9	0,4	0,6	0,9	0,5	0,3	1,5	2,0	1,3	1,6	2,6	0,4	0,3	8,2	0,4	427,8
72	2,0	0,8	0,3	0,6	0,3	0,8	1,7	3,7	1,8	2,0	6,9	0,3	0,2	5,0	0,8	306,2
73	1,3	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6	1,4	3,6	2,3	1,6	8,5	0,2	0,2	6,6	0,7	337,2
74	4,0	1,2	0,2	0,5	0,3	1,2	1,8	3,1	1,9	1,6	5,9	0,3	0,1	5,2	1,5	321,6
75	1,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,3	1,3	1,8	0,8	2,3	1,4	0,6	0,5	14,9	0,4	666,7
76	2,6	0,9	0,3	0,6	0,5	0,7	1,5	2,1	1,6	1,3	3,3	0,3	0,2	8,7	1,2	449,5
77	2,0	0,4	0,6	0,9	0,5	0,2	1,4	0,6	0,3	1,7	0,2	1,5	0,3	8,5	0,2	422,5
78	1,2	1,1	0,2	0,5	0,4	0,2	1,6	1,3	1,5	0,9	1,8	0,3	0,4	13,2	1,0	760,9
79	1,1	2,0	0,1	0,4	0,3	0,2	1,9	1,5	1,2	1,2	1,8	0,4	0,3	14,1	0,9	931,0
80	1,0	2,5	0,1	0,4	0,2	0,2	2,0	1,8	1,7	1,0	3,0	0,3	0,3	14,3	1,3	1021,1
81	1,3	1,2	0,2	0,5	0,4	0,2	1,7	1,2	1,5	0,8	1,8	0,3	0,3	12,7	1,0	740,5
82	1,1	2,1	0,1	0,4	0,3	0,5	1,9	4,6	2,7	1,7	12,5	0,2	0,3	13,8	2,1	939,7
83	0,9	1,8	0,1	0,4	0,3	0,2	1,8	1,9	2,9	0,7	5,5	0,2	0,3	14,1	1,9	905,8
84	0,5	1,8	0,1	0,4	0,3	0,4	1,8	4,9	3,4	1,4	16,9	0,1	0,3	12,4	1,2	773,4
85	1,2	1,1	0,2	0,5	0,4	0,6	1,6	4,0	2,2	1,9	8,7	0,2	0,3	13,3	1,4	741,7
86	2,9	0,6	0,4	0,7	0,5	1,0	1,4	2,6	1,7	1,5	4,5	0,3	0,3	8,4	1,3	410,7
87	2,4	1,0	0,3	0,6	0,5	0,7	1,4	2,4	2,1	1,2	5,0	0,2	0,2	9,2	1,5	469,1
88	2,3	1,4	0,2	0,5	0,4	0,6	1,7	2,2	2,3	1,0	5,1	0,2	0,2	8,3	1,7	488,7
89	1,2	1,2	0,2	0,5	0,3	0,2	1,8	1,4	2,0	0,7	2,7	0,3	0,2	7,3	0,8	469,3
90	3,1	1,0	0,2	0,6	0,4	0,9	1,6	2,6	1,9	1,4	5,0	0,3	0,2	5,9	1,2	326,4
91	2,7	1,6	0,2	0,4	0,3	0,5	1,9	2,1	2,5	0,8	5,1	0,2	0,1	5,2	1,5	346,4
92	9,2	1,1	0,2	0,5	0,3	1,6	1,9	2,2	1,7	1,3	3,9	0,3	0,1	4,2	2,4	281,8
93	1,2	0,2	1,1	1,2	0,7	0,8	1,2	3,9	1,1	3,6	4,3	0,5	0,2	4,8	0,2	205,9
94	2,0	0,7	0,3	0,7	0,6	0,5	1,3	1,7	1,0	1,7	1,7	0,5	0,1	5,4	0,3	241,3
95	3,9	0,9	0,3	0,6	0,4	0,8	1,6	1,8	2,1	0,9	3,8	0,2	0,1	5,0	1,4	278,7
96	2,4	1,2	0,2	0,5	0,4	1,1	1,7	4,0	2,8	1,4	11,3	0,2	0,1	4,6	1,2	272,1
97	1,7	1,5	0,2	0,5	0,4	0,6	1,6	2,8	3,1	0,9	8,6	0,2	0,1	5,7	1,2	322,9

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

98	2,6	0,8	0,3	0,6	0,5	0,4	1,4	1,1	1,3	0,8	1,4	0,4	0,2	5,4	0,6	263,3
99	3,6	0,5	0,5	0,8	0,6	0,8	1,3	1,7	1,9	0,9	3,1	0,3	0,2	7,2	1,4	330,8
100	3,4	1,3	0,2	0,5	0,4	0,4	1,6	1,2	1,8	0,6	2,1	0,3	0,2	7,8	1,6	429,5
101	1,4	1,0	0,3	0,6	0,5	0,8	1,4	3,8	3,2	1,2	12,3	0,2	0,2	6,9	1,1	333,2
102	4,2	0,6	0,5	0,8	0,5	1,0	1,4	1,9	1,8	1,1	3,6	0,3	0,3	10,0	2,3	498,9
103	0,5	0,8	0,3	0,6	0,4	0,4	1,5	4,8	3,8	1,2	18,4	0,1	0,4	14,5	1,3	767,9
104	0,5	0,8	0,3	0,6	0,6	0,5	1,3	4,9	3,0	1,6	14,4	0,2	0,5	18,9	1,2	893,0
105	1,0	0,4	0,6	0,9	0,8	0,3	1,2	1,7	1,0	1,7	1,8	0,5	0,4	13,2	0,4	537,3
106	3,6	0,7	0,4	0,7	0,5	1,2	1,4	2,7	2,1	1,3	5,7	0,2	0,4	13,3	3,1	649,2
107	3,6	0,6	0,4	0,7	0,5	1,1	1,4	2,4	1,6	1,5	3,9	0,3	0,3	8,7	1,5	432,4
108	1,3	0,4	0,6	0,9	0,2	0,1	2,1	1,2	0,9	1,3	1,0	0,6	0,3	4,8	0,3	354,2
109	0,9	0,2	1,3	1,3	0,2	0,2	2,3	1,9	0,8	2,4	1,6	0,6	0,5	5,7	0,3	459,0
110	1,9	0,3	0,7	1,0	0,3	0,4	1,9	1,8	1,5	1,2	2,7	0,3	0,2	3,9	0,5	253,4
111	1,4	1,3	0,2	0,5	0,3	0,2	1,9	1,0	1,9	0,5	2,0	0,3	0,2	5,6	0,7	365,6
112	1,3	1,4	0,2	0,5	0,3	0,7	1,7	4,4	3,0	1,5	13,3	0,2	0,2	6,2	1,1	377,3
113	1,1	0,4	0,6	0,9	0,4	0,6	1,6	4,4	1,9	2,4	8,2	0,3	0,2	4,7	0,4	266,5
114	0,6	0,4	0,6	0,9	0,4	0,3	1,7	3,8	1,4	2,7	5,3	0,4	0,2	5,3	0,2	310,2
115	0,9	0,7	0,4	0,7	0,6	1,5	1,3	9,7	3,5	2,8	33,9	0,1	0,2	8,5	1,0	399,8
116	1,6	0,5	0,5	0,8	0,5	1,3	1,4	5,4	2,8	1,9	15,2	0,2	0,2	6,9	1,0	328,4
117	3,2	0,6	0,4	0,7	0,6	1,2	1,3	2,7	1,5	1,8	4,2	0,3	0,4	14,2	2,0	644,5
118	2,3	0,8	0,3	0,6	0,5	0,7	1,4	2,2	1,4	1,5	3,2	0,3	0,4	14,6	1,6	743,0
119	1,2	0,3	0,9	1,1	0,5	0,2	1,4	1,3	0,7	1,8	0,9	0,7	0,4	7,8	0,2	384,4
120	1,5	0,7	0,3	0,7	0,4	0,5	1,7	2,6	1,1	2,3	2,9	0,4	0,3	9,5	0,7	557,5
121	1,3	1,0	0,3	0,6	0,4	0,6	1,6	3,6	2,4	1,5	8,7	0,2	0,3	11,9	1,4	657,4
122	3,8	0,7	0,3	0,7	0,5	0,8	1,4	1,7	1,6	1,0	2,7	0,3	0,4	12,2	2,3	611,8
123	1,3	0,9	0,3	0,6	0,3	0,5	1,7	3,2	1,7	2,0	5,4	0,3	0,4	11,8	1,1	711,5
124	1,2	0,8	0,3	0,6	0,4	0,2	1,5	1,4	1,3	1,1	1,8	0,4	0,3	11,2	0,7	604,8
125	0,7	1,2	0,2	0,5	0,4	0,3	1,6	3,2	2,7	1,2	8,7	0,2	0,3	10,8	0,9	592,1
126	0,8	0,7	0,4	0,7	0,6	0,3	1,3	2,7	2,3	1,2	6,1	0,2	0,3	10,4	0,7	489,6
127	1,8	0,7	0,4	0,7	0,5	0,6	1,5	2,6	1,3	1,9	3,4	0,4	0,3	10,7	0,9	551,9
128	3,9	0,9	0,3	0,6	0,4	0,7	1,5	1,7	1,1	1,5	1,8	0,5	0,3	11,5	1,5	610,0
129	2,2	0,7	0,3	0,7	0,5	0,5	1,4	1,8	1,7	1,1	3,1	0,3	0,5	16,1	2,0	809,0
130	5,3	0,7	0,4	0,7	0,4	1,4	1,5	2,5	1,8	1,4	4,5	0,3	0,3	8,8	2,6	466,4
131	2,7	0,8	0,3	0,6	0,4	1,2	1,5	3,6	1,9	1,9	6,9	0,3	0,3	8,3	1,5	446,6
132	1,6	0,3	0,8	1,0	0,4	0,5	1,5	2,4	1,2	1,9	3,0	0,4	0,4	8,3	0,6	450,9
133	5,5	0,6	0,4	0,7	0,6	2,4	1,4	3,7	2,2	1,7	8,3	0,2	0,2	6,0	2,0	284,8
134	0,7	0,7	0,4	0,7	0,5	1,0	1,4	8,9	3,6	2,5	32,0	0,1	0,3	9,5	1,0	485,4
135	1,4	0,4	0,6	0,8	0,5	0,6	1,4	2,9	1,6	1,9	4,6	0,3	0,2	5,4	0,4	272,0
136	0,9	1,5	0,2	0,5	0,4	0,8	1,7	6,9	3,6	1,9	25,0	0,1	0,2	6,1	0,9	363,2
137	0,8	0,9	0,3	0,6	0,4	0,3	1,6	2,3	2,5	0,9	5,8	0,2	0,2	5,4	0,5	299,2
138	10,1	0,7	0,4	0,7	0,4	2,7	1,5	2,8	1,9	1,4	5,4	0,3	0,1	3,1	1,7	165,7
139	14,0	0,8	0,3	0,6	0,5	3,8	1,4	2,7	1,9	1,4	5,1	0,3	0,1	4,7	3,0	231,0
140	0,9	0,9	0,3	0,6	0,6	0,3	1,3	2,2	1,6	1,4	3,6	0,3	0,1	3,9	0,2	179,0
141	2,2	1,3	0,2	0,5	0,4	0,5	1,7	1,8	2,3	0,8	4,2	0,2	0,2	6,7	1,3	392,1

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

142	0,9	1,1	0,2	0,5	0,4	0,8	1,6	6,6	2,6	2,5	17,4	0,2	0,2	6,2	0,6	348,3
143	1,6	1,5	0,2	0,5	0,3	0,2	1,7	0,8	1,1	0,7	0,9	0,4	0,3	10,5	0,8	639,3
144	0,8	1,2	0,2	0,5	0,4	0,3	1,6	2,5	2,6	0,9	6,5	0,2	0,4	15,5	1,4	857,0
145	0,9	1,2	0,2	0,5	0,4	0,3	1,5	2,2	0,8	2,6	1,8	0,6	0,4	16,9	0,5	921,1
146	0,8	0,8	0,3	0,6	0,5	0,3	1,4	2,5	0,5	5,1	1,3	1,0	0,6	19,6	0,3	980,7
147	1,1	0,5	0,5	0,8	0,7	0,3	1,2	1,6	0,7	2,1	1,2	0,7	0,6	20,4	0,5	890,2
148	3,8	0,6	0,4	0,7	0,5	1,1	1,4	2,4	1,9	1,3	4,5	0,3	0,3	8,8	1,9	446,3
149	1,4	0,8	0,3	0,6	0,6	0,2	1,3	1,1	0,9	1,2	0,9	0,6	0,5	19,7	0,8	915,0
150	0,8	1,0	0,3	0,6	0,5	0,3	1,4	2,7	1,8	1,5	4,8	0,3	0,5	21,1	1,2	1046,6
151	2,5	0,6	0,4	0,8	0,6	0,4	1,3	1,1	1,0	1,2	1,1	0,5	0,4	12,8	0,9	597,9
152	2,3	1,2	0,2	0,5	0,4	0,1	1,6	0,4	1,4	0,3	0,6	0,4	0,3	12,4	1,5	685,8
153	1,5	1,5	0,2	0,5	0,4	0,2	1,7	0,9	2,4	0,4	2,1	0,2	0,3	12,5	1,9	729,4

10. Μοντελοποίηση επικινδυνότητας διάβρωσης και πλημμυρικού κινδύνου

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της βάσης δεδομένων που δημιουργήθηκε, για τον υπολογισμό των τελικών αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν μαθηματικά μοντέλα, ώστε να συσχετιστούν οι διάφοροι παράγοντες μεταξύ τους. Δημιουργήθηκαν δυο μοντέλα, το ένα για τη διάβρωση βασισμένο στο μοντέλο "**logistic equation**", ενώ για την εκτίμηση του πλημμυρικού κινδύνου το ίδιο μοντέλο, χρησιμοποιώντας **ασαφή λογική**. Πιο συγκεκριμένα:

10.1. Μοντέλο εκτίμησης επικινδυνότητας διάβρωσης

Η διάβρωση είναι ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η Σάμος. Εκτός από την κλίση και το μέσο υψόμετρο της λεκάνης, τα οποία όσο αυξάνουν αυξάνει και η διάβρωση, σημαντικό ρόλο παίζει η τρωτότητα των πετρωμάτων στις διαδικασίες της διάβρωσης, που εξαρτάται από τη σύσταση τους, αλλά και την παρουσία ασυνεχειών στην επιφάνειά τους. Επίσης η φυτοκάλυψη μπορεί να μειώσει τη διάβρωση σε σημαντικό βαθμό. (Gournelos et al, 2001).

Για την εκτίμηση της πιθανότητας διάβρωσης χρησιμοποιήθηκε ένα πιθανοτικό μοντέλο, και πιο συγκεκριμένα ένα μοντέλο "logistic equation" το οποίο δίνει τιμές πιθανότητας από 0 έως 1. Πιο συγκεκριμένα.

A) Το μοντέλο που χρησιμοποιούμε (Gournelos et al, 2014), αποτελείται από 4 μεταβλητές, οι οποίες είναι:

- 1) **Λιθολογία** της κάθε λεκάνης
- 2) **Μέση κλίση** της κάθε λεκάνης
- 3) **Μέσο υψόμετρο** της κάθε λεκάνης
- 4) **Χρήσεις γής**.

B) Εάν $X=(x_1, x_2, x_3, x_4)$ οι μεταβλητές εισόδου, ορίζουμε την πιθανότητα υπό συνθήκη $P(\text{Erosion}/X)$

Γ) Υπολογίζουμε το εσωτερικό γινόμενο:

$$S = W^T \cdot X \quad \text{όπου} \quad W^T = \begin{cases} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{cases}$$

όπου w_1, w_2, w_3, w_4 : είναι τα βάρη, τα οποία εκτιμάμε ανάλογα με τα δεδομένα εισόδου. Αυτά τα βάρη συσχετίζονται με κάθε μία από τις μεταβλητές.

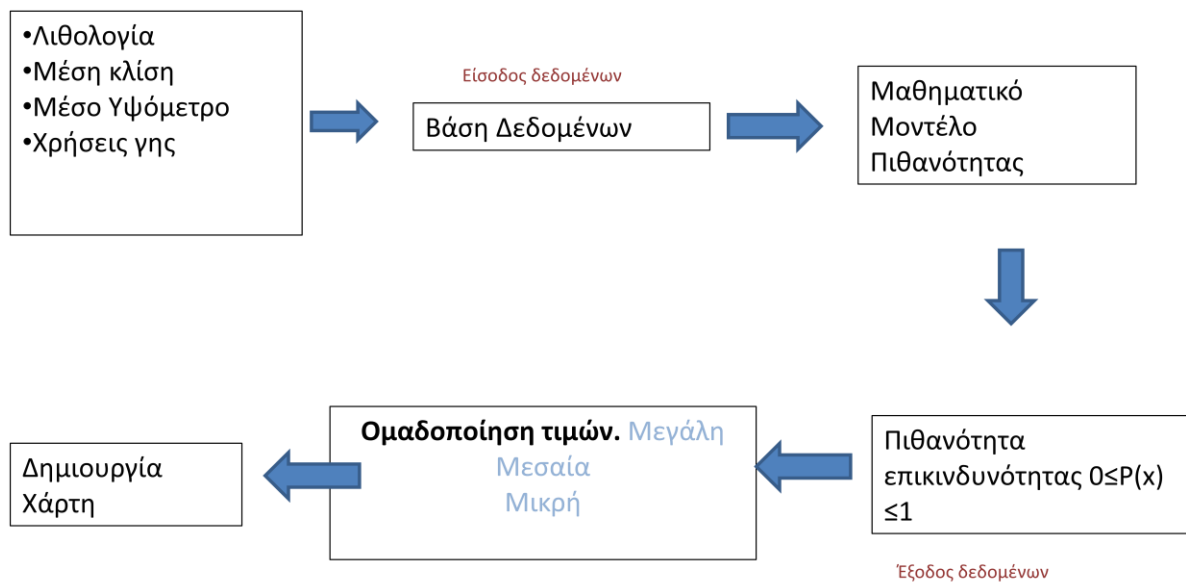
Μεγαλύτερη βαρύτητα έχουμε δώσει στη λιθολογία και τις χρήσεις γης, μεσαία στη μέση κλίση και μικρότερη στο μέσο υψόμετρο της κάθε λεκάνης

Δ) Η πιθανότητα διάβρωσης θεωρείται ότι είναι μια συνάρτηση του S (το αποτέλεσμα του παραπάνω εσωτερικού γινομένου, και η τελική εξίσωση που δίνει την πιθανότητα διάβρωσης είναι η:

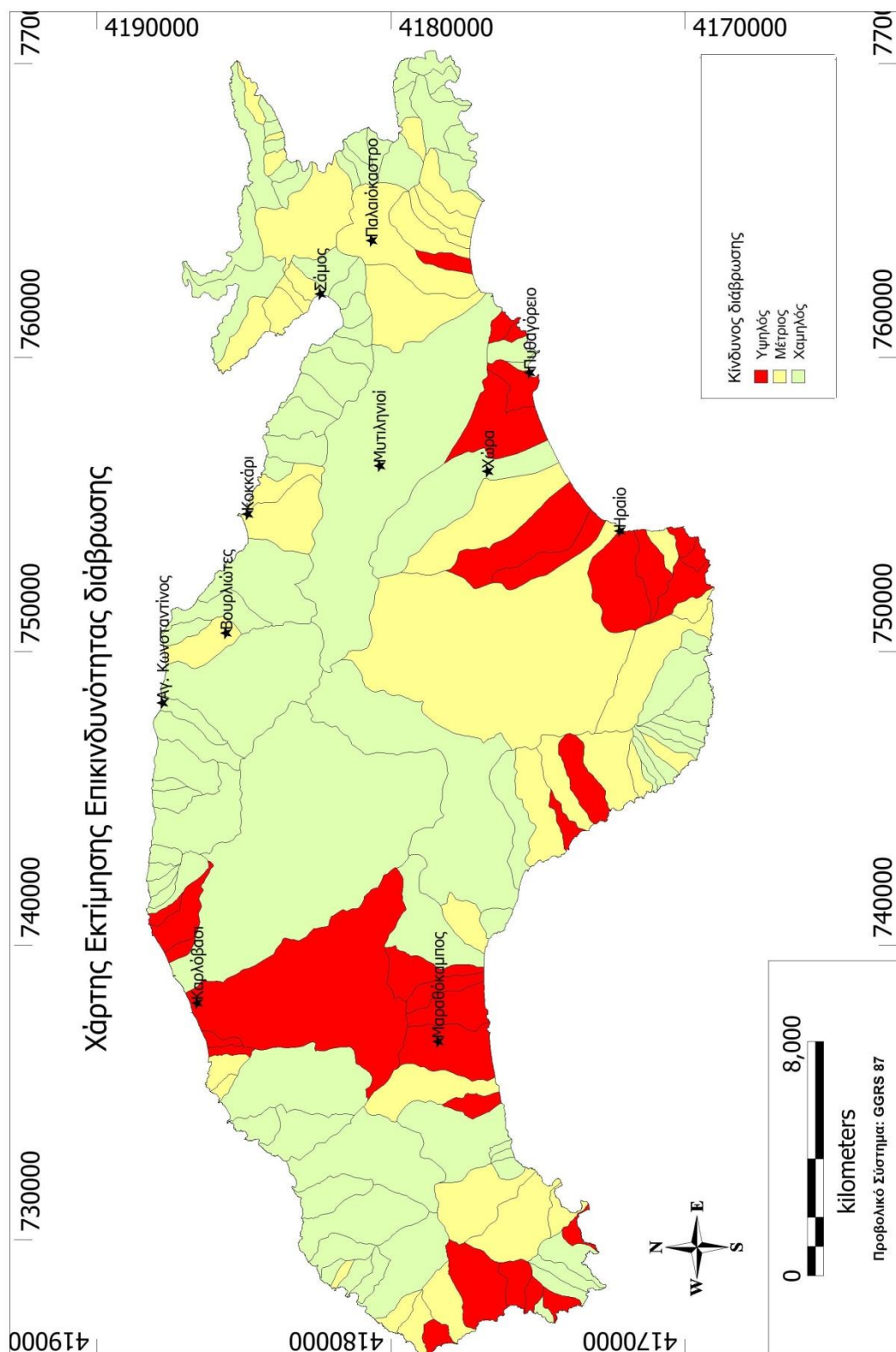
$$P(\text{Erosion}/X) = f(S) = \frac{e^S}{1+e^S}$$

όπου $S = W_i^T \cdot X$

Ε) Με τη βοήθεια της Logistic equation υπολογίζουμε την πιθανότητα διάβρωσης για κάθε λεκάνη της περιοχής μελέτης. Οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 1, και όσο αυξάνει η τιμή αυξάνει και η πιθανότητα διάβρωσης. Ανάλογα με τα δεδομένα μας και τις παρατηρήσεις από την εργασία υπαίθρου, κατηγοριοποιούμε τις τιμές σε 3 ομάδες τιμών που αντιστοιχούν σε υψηλό, μέσο και χαμηλό κίνδυνο, οπότε δημιουργείτε ο θεματικός χάρτης του Σχήματος 10.2.



Σχήμα 10.1 : Διάγραμμα Ροής Μοντέλου Πιθανότητας διάβρωσης



Σχήμα:10.2 Χάρτης Εκτίμησης επικινδυνότητας διάβρωσης όπως προέκυψε από την επεξεργασία των δεδομένων.

10.2. Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας διάβρωσης χρησιμοποιήθηκε το ίδιο μοντέλο πιθανοτήτων(logistic regression), με κάποιες διαφοροποιήσεις. Πιο συγκεκριμένα.

A) Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε, αποτελείτε από 6 μεταβλητές ,οι οποίες είναι:

1) Λιθολογία της κάθε λεκάνης

Τα τεταρτογενή και τα ανθρακικά θεωρούνται ιδιαίτερα διαπερατά, οι μάργες διαπερατές , όπως και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, ενώ οι σχιστόλιθοι και τα ηφαιστειακά αδιαπέρατα. Για τη μεταβλητή εισόδου έχουμε μεγάλες τιμές για τα αδιαπέρατα και μικρές για τα διαπερατά, καθώς στα αδιαπέρατα έχουμε μεγάλη αποροή και μεγαλύτερη επικινδυνότητα.

2) Μέση κλίση της κάθε λεκάνης

Έχουμε θεωρήσει 3 κλάσεις,

α. 0° - 15° χαμηλή,

β. 15° - 25° μεσαία

> 25° μεγάλη

3) Μέσο υψόμετρο της κάθε λεκάνης

Έχουμε θεωρήσει 3 κλάσεις:

α. 0-200 m

b. 200-400 m

c. >400 m

4) Χρήσεις γής.

όπου θεωρούμε ότι οι δασικές εκτάσεις έχουν χαμηλή πιθανότητα πλημμύρας ενώ οι καμένες περιοχές μεγάλη.

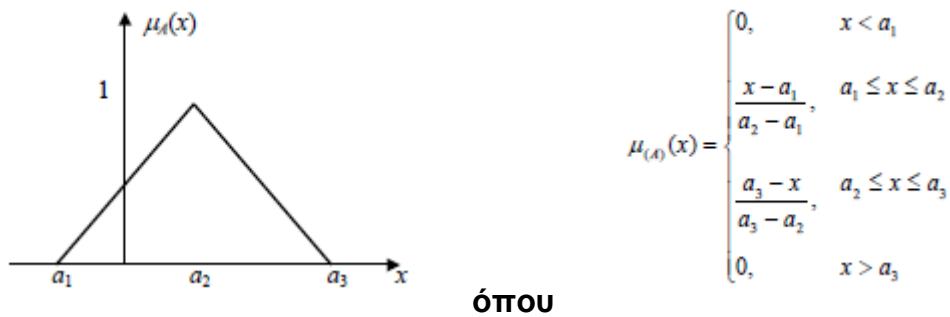
5) Μέση κλίση μεγαλύτερου κλάδου υδρογραφικού δικτύου

με ομαδοποίηση παρόμοια με αυτή των μέσων κλίσεων

6) Ιστορικό πλημμυρών λεκάνης.

B) Εάν $X=(x_1,x_2,x_3,x_4,x_5,x_6)$ οι μεταβλητές εισόδου, ορίζουμε την πιθανότητα υπό συνθήκη **P(Flood/X)**

Γ) Για τα βάρη(εκτός απο το ιστορικό) χρησιμοποιούμε ασαφής τριγωνικούς αριθμούς. Ένας ασαφής τριγωνικός αριθμός είναι της μορφής (Kabir et al, 2010)



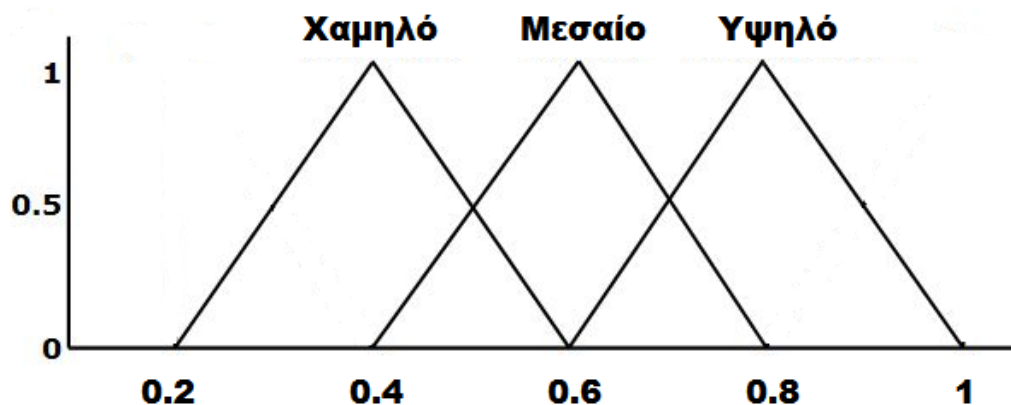
Σχήμα 10.3 : Ασαφής τριγωνικός αριθμός (Golam and Ahsan, 2011)

Χρησιμοποιούμε 3 ασαφείς τριγωνικούς αριθμούς για βάρη.

$$w_1=(0.2,0.4,0.6)$$

$$w_2=(0.4,0.6,0.8)$$

$w_3=(0.6,0.8,1)$ ενώ ορίζουμε για κάθε μια από τις μεταβλητές εισόδου (ανάλογα και με τις τιμές που παίρνει) , τι βάρος θα χρησιμοποιήσουμε. Για παράδειγμα εάν η κλίση είναι μεγάλη πολλαπλασιάζω με τον ασαφή τριγωνικό αριθμο w_3 , αν η κλίση είναι μεσαία με τον αριθμό w_2 , και αν η κλίση είναι μικρή με τον αριθμό w_1 .)



Σχήμα 10.4: Βάρος ανάλογο με τη βαρύτητα κάθε παραμέτρου εισόδου. ,Kabir and Ahsan, 2011, τροποποιημένο

Ανάλογα με τη μεταβλητή και την τιμή που έχει, υπολογίζουμε το εσωτερικό

$$\text{γινόμενο } S = W^T \cdot X \quad \text{όπου } W^T = \begin{cases} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{cases}$$

όπου w_1, w_2, w_3 : είναι τα βάρη. Για κάθε μεταβλητή παίρνουμε τρεις μεταβλητές (S_1, S_2, S_3) .

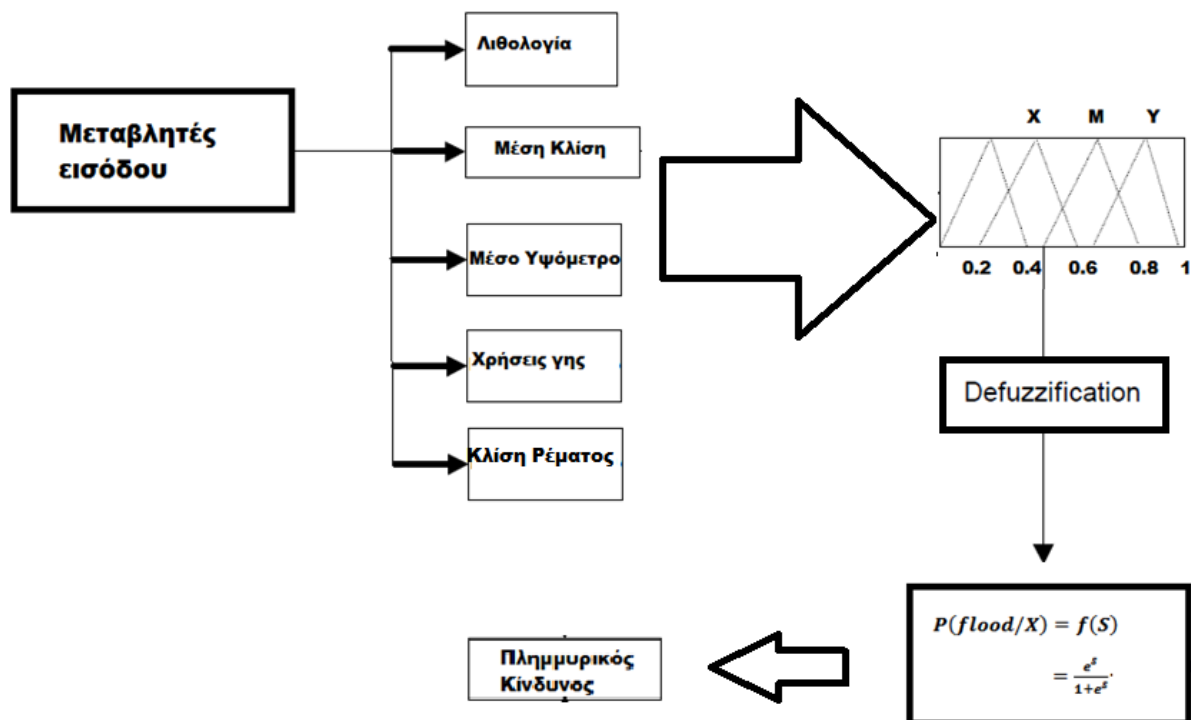
Δ) Με βάση τους κανόνες της λογικής fuzzy Προσθέτουμε όλες τις μεταβλητες μεταξύ τους ($S_1+S_1'+S_1''$), ($S_2+S_2'+S_2''$), ($S_3+S_3'+S_3''$).

Ε) Κάνουμε defuzzification δηλαδή μεταβαίνουμε σε πραγματικούς αριθμούς, οπότε έχουμε την τελική τιμή για κάθε λεκάνη, S , ($S+1$, για κάθε λεκάνη που έχει ιστορικό πλημμυρών).

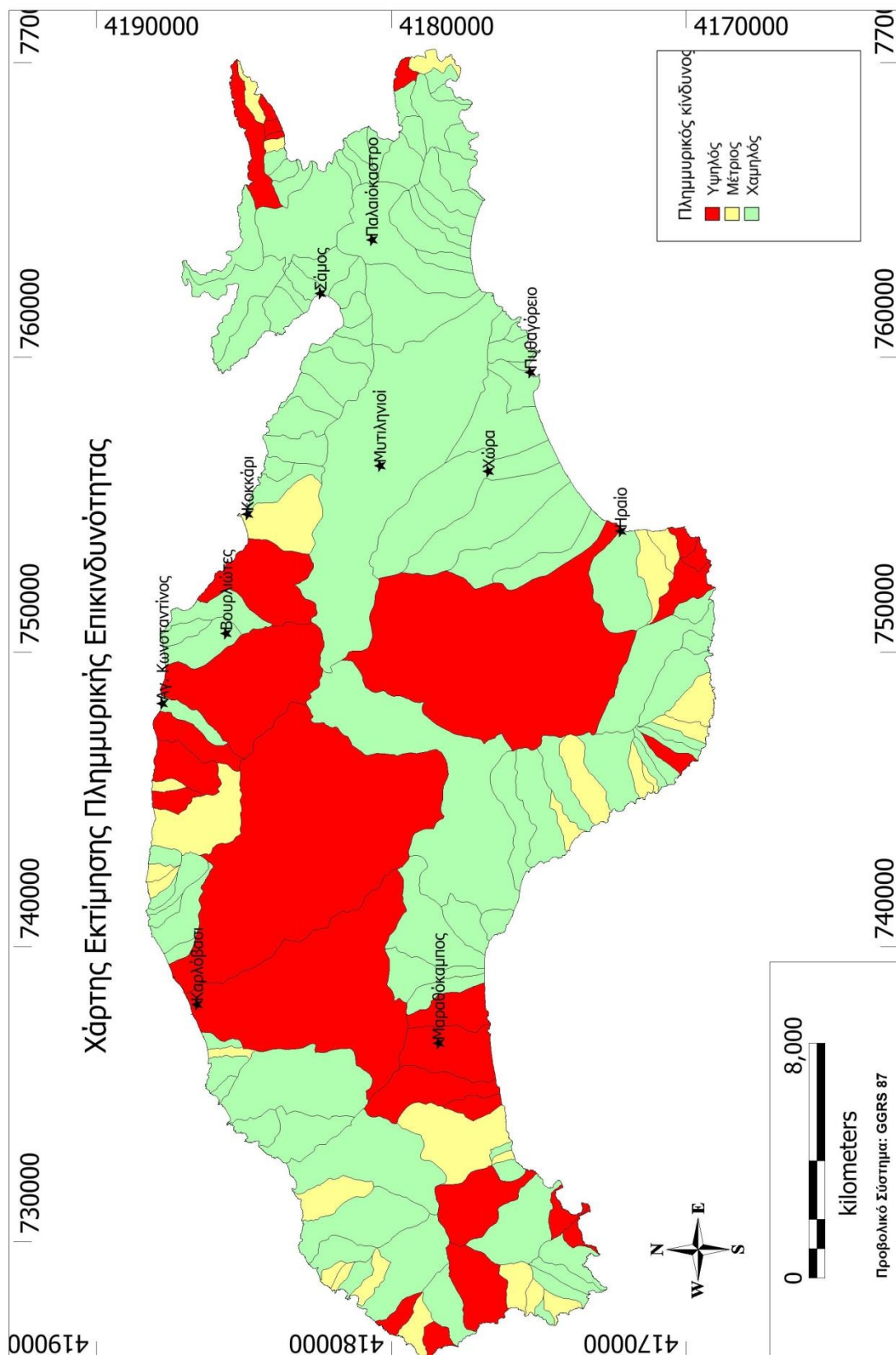
ΣΤ) Η πιθανότητα πλημμύρας θεωρείται ότι είναι μια συνάρτηση του S και η τελική εξίσωση που δίνει την πιθανότητα διάβρωσης είναι η:

$$P(\text{flood}/X) = f(S) = \frac{e^S}{1+e^S} \text{ όπου } S = W_i^T \cdot X$$

Ε) Το αποτέλεσμα της παραπάνω εξίσωσης έχει τιμές από 0 έως 1 και , κάθε λεκάνη έχει μια τιμή. Θεωρούμε ,ανάλογα με τα δεδομένα μας και τις παρατηρήσεις από την εργασία υπαίθρου, 3 ομάδες τιμών που αντιστοιχούν σε υψηλό, μέσο και χαμηλό κίνδυνο, οπότε δημιουργείτε ο χάρτης(Σχ.10.6) επικινδυνότητας πλημμυρών.



Σχήμα 10.5: Διάγραμμα ροής μοντέλου πλημμυρικής επικινδυνότητας



Σχήμα 10.6: Χάρτης πλημμυρικής επικινδυνότητας

10.3.1. Πλημμυρικά γεγονότα στη Σάμο

Σύμφωνα με στοιχεία από την Πυροσβεστική υπηρεσία, τον τύπο και κατοίκους, δημιουργήθηκε μια λίστα με **πλημμυρικά γεγονότα** που φαίνονται στον **πίνακα 10.1**. Αυτό το αρχείο χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ιστορικότητας στο προηγούμενο μοντέλο. Παρατηρούμε συχνή επανεμφάνιση γεγονότων στις ίδιες περιοχές (Μαραθόκαμπος,Καρλόβασι,Ηραίο κ.α)

Πίνακας 10.1: Αρχείο Προσφάτων πλημμυρών στη νήσο Σάμο.

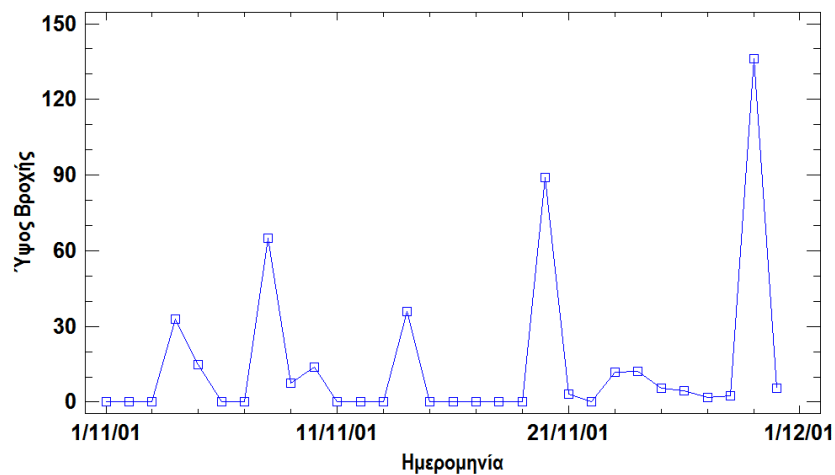
Περιοχή	Ημερομηνία
ΚΑΡΛΟΒΑΣΙ ΣΑΜΟΥ	10.11.2001
ΚΑΡΛΟΒΑΣΙ ΣΑΜΟΥ	28.11.2001
ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ ΣΑΜΟΥ	28.11.2001
ΗΡΑΙΟ ΣΑΜΟΥ	28.11.2001
ΠΥΡΓΟΣ ΣΑΜΟΥ	28.11.2001
ΚΟΚΚΑΡΙ ΣΑΜΟΥ	28.11.2001
ΒΑΘΥ ΣΑΜΟΥ	28.11.2001
ΚΑΡΛΟΒΑΣΙ ΣΑΜΟΥ	30.10.2003
ΒΑΘΥ ΣΑΜΟΥ	22.1.2004
ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ ΣΑΜΟΥ	22.1.2004
ΧΩΡΑ ΣΑΜΟΥ	22.01.04
ΧΩΡΑ ΣΑΜΟΥ	18.1.2010
ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ ΣΑΜΟΥ	18.1.2010
ΜΥΤΙΛΗΝΙΟ ΣΑΜΟΥ	18.1.2010
ΜΕΣΟΚΑΜΠΟΣ ΣΑΜΟΥ	18.1.2010
ΗΡΑΙΟ ΣΑΜΟΥ	18.1.2010
ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΣ ΣΑΜΟΥ	11.10.2011
ΗΡΑΙΟ ΣΑΜΟΥ	9-3-2013

10.3.1.1. Σχέση βροχοπτώσεων με πλημμύρες

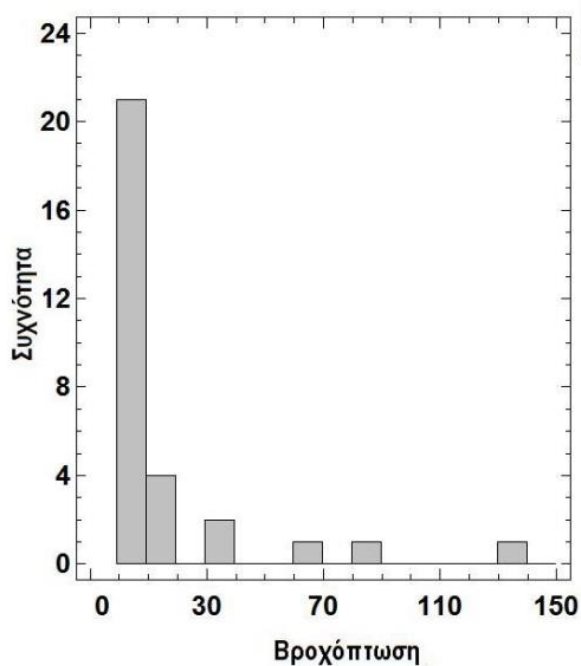
Το Νοέμβριο του 2001, είχαμε τις μεγαλύτερες πλημμύρες των τελευταίων ετών, καθώς καταγράφηκε βροχόπτωση **130 mm** (Σχήμα 10.7) μέσα σε μια μέρα ενώ είχε προηγηθεί και μια βροχόπτωση 60 mm καθώς και μια 90 mm τις προηγούμενες ημέρες, που προκάλεσαν προβλήματα. Ο μέσος όρος του μήνα είναι περίπου 100 mm, κάτι που δείχνει τον όγκο νερού που έπεσε σε 3 μόνο ημέρες. Πλημμύρησαν ρέματα σε ολόκληρη τη Σάμο (Καρλόβασι,Κάμπος Μαραθοκάμπου ,Βαθύ, Κοκκάρι, Ηραίο, Πύργος.)

Τον Μάρτιο του 2013 , πλημμύρησε η περιοχή του Ηραίου με μεγάλες καταστροφές. Η βροχόπτωση ήταν (90 mm) μέσα σε μια μέρα όπως φαίνεται στο Σχήμα 10.7

Νοέμβριος 2001 - Ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης

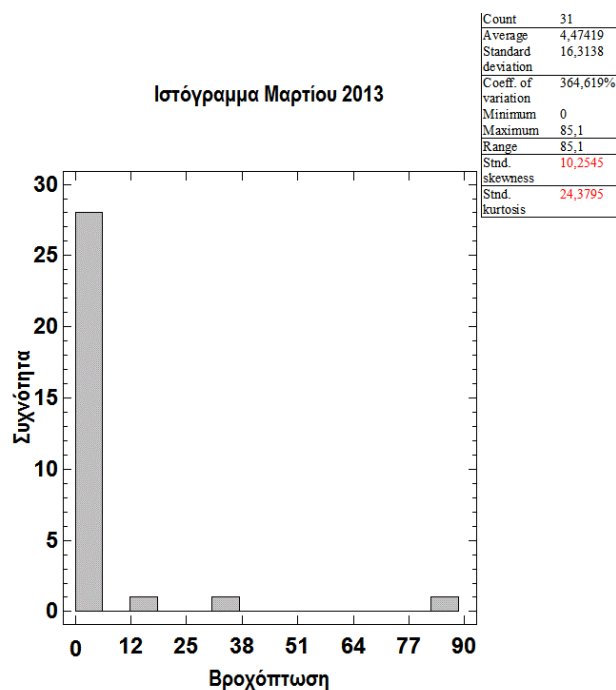


Ιστόγραμμα Νοεμβρίου 2001



Count	30
Average	14,74
Standard deviation	30,7302
Coeff. of variation	208,482%
Minimum	0
Maximum	136,1
Range	136,1
Std. skewness	6,50565
Std. kurtosis	9,81595

Σχήμα 10.7: Ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης και ιστόγραμμα Νοεμβρίου 2001. (δεδομένα από Ε.Μ.Υ.)



Σχήμα 10.8: Ιστόγραμμα κατανομής βροχοπτώσεων για τον Μάρτιο του 2013.

10.3.1.2-Επαλήθευση αποτελεσμάτων

Βλέπουμε ότι οι περιοχές που έχουν καταγραφεί πλημμυρικά γεγονότα συμπίπτουν, με τις λεκάνες μεγάλης επικινδυνότητας από το χάρτη που δημιουργήθηκε. Μπορούμε να ξεχωρίσουμε σαν περιοχές ιδιαίτερου ενδιαφέροντος τις περιοχές του Καρλοβασίου (Μεγάλο Ρέμα, Φουρνιώτικο) , Μαραθοκάμπου (Διχαλόρεμα, ρέμα Μελέτη) καθώς και Ηραίου της οποίες και μελετήσαμε κατά τη διάρκεια πολυήμερης εργασίας υπαίθρου.

11. Αναλυτική Μελέτη Κυριότερων Λεκανών

Τα ακόλουθα ρέματα παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον όσον αφορά τη διάβρωση εδάφους ,αλλά και την πλημμυρική επικινδυνότητα και , πραγματοποιηθήκαν εκτεταμένες εργασίες υπαίθρου, για την καταγραφή των κύριων χαρακτηριστικών τους. Τα ρέματα που μελετήθηκαν είναι τα εξείς:

α. Μεγάλο Ρέμα

β.Φουρνιώτικο Ρέμα

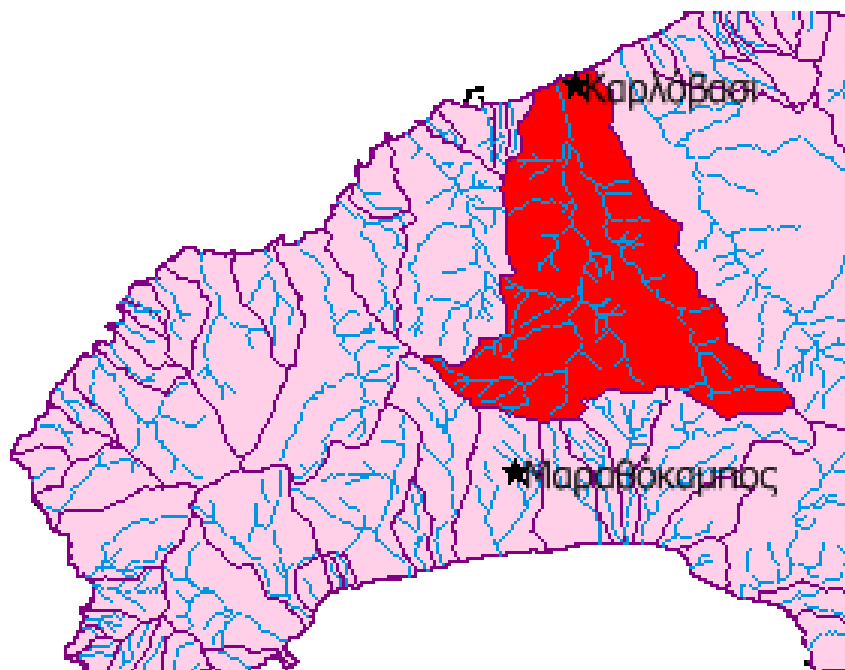
γ. Ρέμα Ηραίου

δ. Ρέμα Μελέτη

ε. Διχαλόρεμα

11.1. Μεγάλο Ρέμα Καρλοβάσιου

Έχει εμβαδό 27 km^2 , και είναι από τις μεγαλύτερες λεκάνες του νησιού. Είναι επίμηκης λεκάνη (Σχήμα 11.1) (δείκτης επιμήκυνσης 0,68). Κατά το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελείται από μάργες, ενώ υπάρχει πυκνή βλάστηση κατά σημεία. Έχουμε έντονη διάβρωση και μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων υλικού προς τη θάλασσα όπως φαίνεται και στο Εικόνα **11.1**:



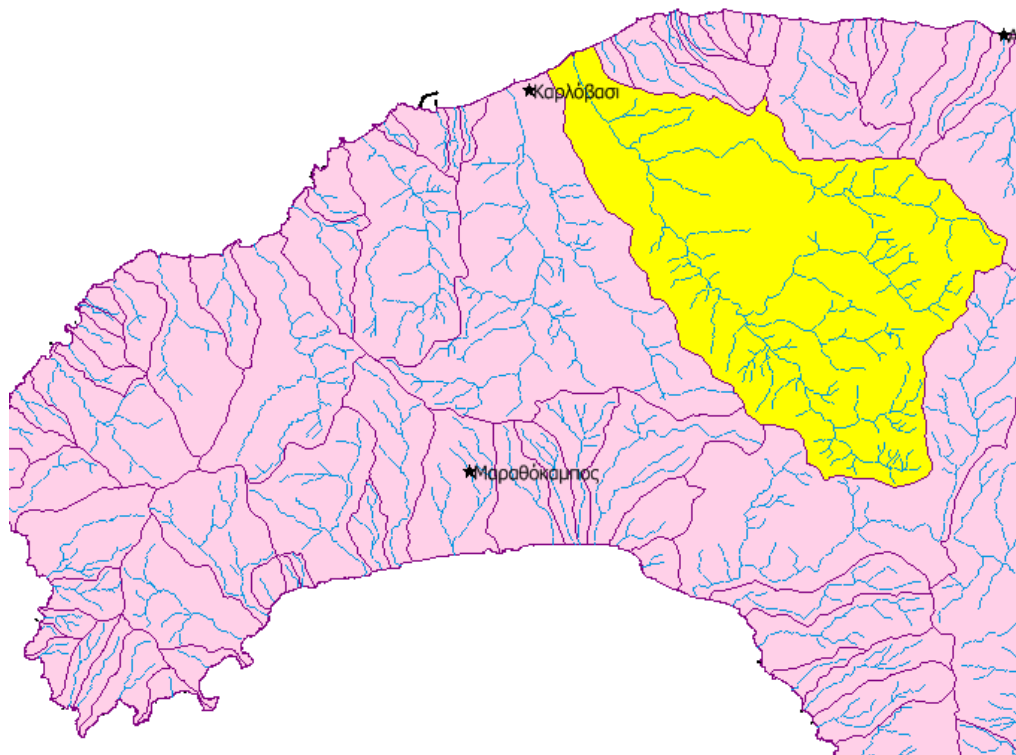
Σχήμα 11.1: Λεκάνη αποροής Μεγάλου Ρέματος.



Εικόνα 11.1: α) Υδρογραφική λεκάνη Μεγάλου Ρέματος
β) Μεγάλη διάβρωση και στερεοπαροχή σε χαμηλότερο σημείο.

11.2. Φουρνιώτικο Ρέμα

Το Φουρνιώτικο ρέμα αποστραγγίζει τη μεγαλύτερη λεκάνη του νησιού με εμβαδό 46,5 Km² Ξεκινάει από την Άμπελο(**Εικόνα 11.2**) και καταλήγει στο ανατολικό άκρο της πόλης του Καρλοβάσιου. Είναι επίμηκες με δείκτη επιμήκυνσης 0,65 . Η λιθολογία του αποτελείται κυρίως από σχιστόλιθους (39%) μάργες, ασβεστόλιθους και ηφαιστειακά. Λόγω της μεγάλης δασοκάλυψης η διάβρωση είναι μικρότερη σε σχέση με το Μεγάλο Ρέμα, ενώ ο πλημμυρικός κίνδυνος μεγάλος. Σύμφωνα με κατοίκους το 2001 ,και τα δυο ρέματα είχαν υπερχειλίσει με ύψος περίπου 1 μέτρο. Μέχρι κάποιο σημείο όπου υπάρχει μικρό φράγμα έχει ροή ακόμα και το καλοκαίρι, ενώ στο φράγμα υπάρχουν μικρού μεγέθους ψάρια. Κοντά στο Καρλόβασι ,περνάει από τη βιομηχανική περιοχή, και υπάρχουν πολλές **ανθρώπινες παρεμβάσεις**. Σε πολλά σημεία είναι χώρος απόθεσης μπάζων και άλλων υλικών.



Σχήμα 11.2: Λεκάνη απορροής Φουρνιώτικου Ρέματος



Εικόνα 11.2: α) Μικρό Φράγμα με νερό ακόμα και τον Αύγουστο
β) Κοιλάδα Φουρνιώτικου Ρέματος



Εικόνα 11.3: α) Ανθρώπινες παρεμβάσεις στη κοίτη του Φουρνιώτικου ρέματος
β) Απορρίματα και μπάζα μέσα στη κοίτη του ποταμού.

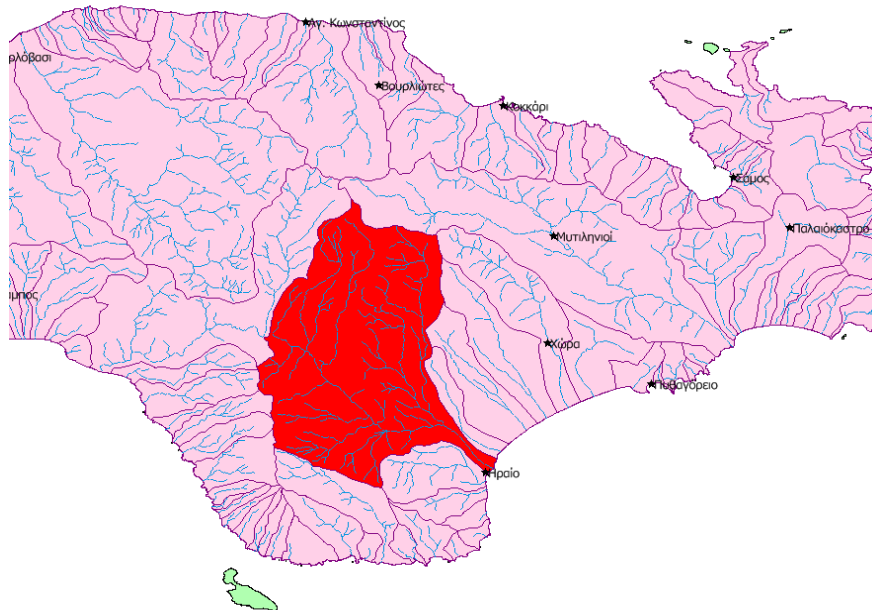
11.3. Ρέμα Ηραίου

Το ρέμα του Ηραίου αποστραγγίζει τη δεύτερη μεγαλύτερη λεκάνη του νησιού με εμβαδό 43 Km². Ξεκινάει από τις νότιες παρυφές της Αμπέλου και καταλήγει στο Ηραίο. Είναι επίμηκες με δείκτη επιμήκυνσης 0,7. Η λιθολογία

του αποτελείται κυρίως από σχιστόλιθους και ασβεστόλιθους. Λόγω της μικρής δασοκάλυψης(25%), ο πλημμυρικός κίνδυνος είναι μεγάλος. Η διάβρωση είναι μέτρια λόγω της λιθολογίας και της μικρής σχετικά κλίσης(15%). Σύμφωνα με κατοίκους το 2013 , η πλημμύρα ήταν μεγαλύτερη από ότι το 2001, με πολλές καταστροφές.



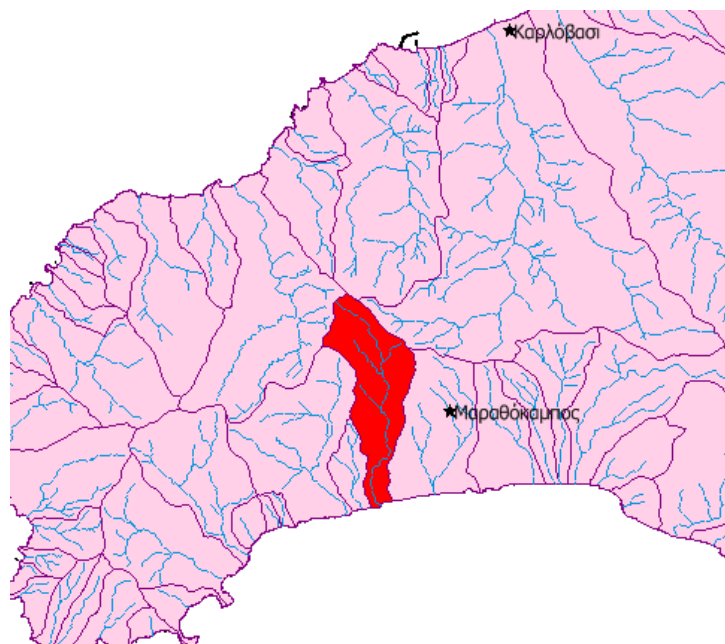
Εικόνα 11.4: α) Υδρογραφική λεκάνη σε ανώτερο σημείο. Χαρακτηριστική είναι η αραιή βλάστηση.
β)Άποψη της λεκάνης Μυτιληνιών. Στα δεξιά διακρίνεται το Ηραίο.



Σχήμα 11.3: Γεωγραφική τοποθέτηση ρέματος Ηραίου

11.4. Ρέμα Μελέτη (Δυτικό Ρέμα Κάμπου Μαραθοκάμπου)

Σύμφωνα με κατοίκους ονομάζεται ρέμα Μελέτη. Αποστραγγίζει λεκάνη εμβαδού 4,5 Km² έχει σημαντική κλίση (24°), και είναι πολύ επίμηκες (elongation ratio 0,5). Αποτελείτε κυρίως από σχιστόλιθους (83%) και για αυτό έχει μεγάλη σχετικά επικινδυνότητα διάβρωσης. Το 2001 είχε ανέβει η στάθμη του κατά περίπου ένα μέτρο και είχε πλημμυρίσει όλη η λεκάνη του Κάμπου. Η περιοχή έχει καεί αρκετές φορές στο παρελθόν, και τώρα αποτελείται από θάμνους κυρίως, και σε κάποια σημεία έχει πεύκα.



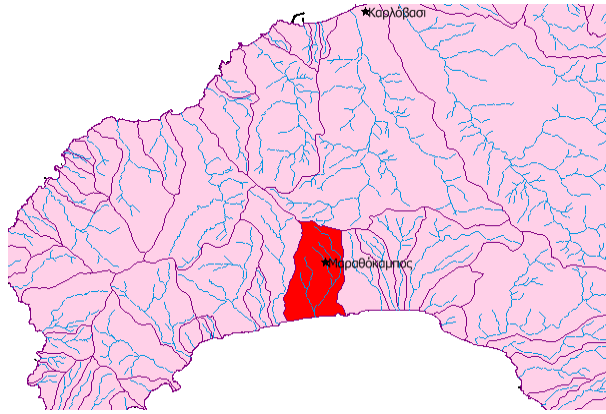
Σχήμα 11.4: Θέση ρέματος Μελέτη.



Εικόνα 11.5: α) Λεκάνη απορροής και παλιά καμένα δέντρα.
β) Αντιπλημμυρικό έργο στο ανώτερο τμήμα της λεκάνης
γ) Στην περιοχή του Κάμπου, ο άνω κεντρικός δρόμος περνάει μέσα από την κοίτη

11.5) Διχαλόμεμα

Έχει πάρει την ονομασία του , από το σχήμα του υδρογραφικού δικτύου. Αποτελείται από 2 ρέματα με μικρή λεκάνη απορροής και μικρή κλίση τα οποία συνενώνονται λίγο πριν καταλήξουν στη θάλασσα. Αποτελούνται κυρίως από μάργες και τεταρτογενή και για αυτό έχουν μεγάλο δείκτη επικινδυνότητας σε διάβρωση . Η ανατολική λεκάνη έχει μικρή επικινδυνότητα πλημμύρας σε αντίθεση με το διχαλόμεμα που έχει μεγάλη καθώς έχει λιγότερες μάργες και περισσότερους σχιστόλιθους (αδιαπέρατοι). Και τα δύο είναι επιμηκυμένα. Διακρίνουμε μεγάλες ανθρώπινες παρεμβάσεις. Το Διχαλόμεμα εξαφανίζεται και τη θέση του παίρνει ένας δρόμος , ο οποίος στο τέλος του έχει κάποια φρεάτια για την απαγωγή των υδάτων (Εικόνα 11.6). Η ανθρώπινη παρέμβαση αυξάνει τον πλημμυρικό κίνδυνο ακόμα περισσότερο.



Σχήμα 11.6: Θέση Διχαλορέματος



Εικόνα 11.6: Ανθρώπινη Παρέμβαση στην κοίτη του Διχαλορέματος (το ρέμα μετατρέπεται σταδιακά σε δρόμο)

Συμπεράσματα

Το νησί της Σάμου έχει πληγεί πολλές φορές στο παρελθόν τόσο από έντονες πλημμύρες όσο και από γεγονότα διάβρωσης. Τόσο η ανθρώπινη επέμβαση όσο και οι αλλαγές των χρήσεων γης, κυρίως με τις πυρκαγιές, επιδεινώνουν τον κίνδυνο.

Η εργασία αυτή παρουσιάζει ένα ευέλικτο μοντέλο για την:

1. Μελέτη διάβρωσης
2. Μελέτη επικινδυνότητας πλημμύρας

Χρησιμοποιώντας λογισμικά και μεθοδολογίες:

1. G.I.S.
2. Μεθοδολογίες Τεχνητής νοημοσύνης (ασαφής λογική)
3. Στατιστικά πακέτα
4. Λογισμικά ανάλυσης δορυφορικής εικόνας
- 5.

Στη παρούσα εργασία δημιουργήθηκε μια εμπειριστατωμένη βάση δεδομένων (γεωλογικών, γεωμορφολογικών, κλιματολογικών δεδομένων καθώς και χρήσεις γης) για κάθε μια από τις 153 λεκάνες. Η βάση δεδομένων έχει τη δυνατότητα επικαιροποίησης με νέα στοιχεία εάν χρειαστεί. Με τη βοήθεια της βάσης δεδομένων δημιουργήθηκαν ποικίλοι θεματικοί χάρτες. Έγινε μια πλήρης μορφομετρική ανάλυση των λεκανών που απαρτίζουν το νησί.

Έγινε απόλυτη διόρθωση και στη συνέχεια ανάλυση δορυφορικών εικόνων, κυρίως για την αναγνώριση καμένων εκτάσεων, αλλά και των αλλαγών στις χρήσεις γης.

Από την ανάλυση των βροχομετρικών δεδομένων διαπιστώθηκε μια καθοδική τάση για την ετήσια βροχόπτωση, αλλά ταυτόχρονα μια αύξηση του αριθμού ημερών με μεγάλα ύψη βροχής. Επίσης αναγνωρίστηκαν οι πρόσφατα καμένες εκτάσεις και ανανεώθηκε η βάση δεδομένων με τις χρήσεις γης.

Κατόπιν τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της διάβρωσης και της επικινδυνότητας πλημμύρας στην περιοχή.

Εξαιτίας της ασάφειας που παρουσιάζουν όλα αυτά τα φαινόμενα, χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικά μοντέλα (με παράγοντες που αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά της περιοχής και της παρατηρήσεις υπαίθρου). Για να μειώσουμε την ασάφεια χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης και πιο συγκεκριμένα ασαφούς λογικής στην εκτίμηση επικινδυνότητας πλημμύρας.

Από το θεματικό χάρτη του μοντέλου επικινδυνότητας **διάβρωσης** προέκυψαν τρεις κατηγορίες λεκανών. Οι τρεις κατηγορίες είναι: Υψηλή, Μέση, Μικρή επικινδυνότητα διάβρωσης. Ο κίνδυνος διάβρωσης είναι πολύ μεγάλος σε ολόκληρη τη περιοχή του Καρλοβασιού - Μαραθοκάμπου, καθώς επίσης και στην περιοχή του Ηραίου-Πυθαγορείου. Οι υψηλές τιμές οφείλονται κυρίως στη λιθολογία, την έλλειψη βλάστησης και δευτερευόντως στη μέση κλίση, το μέσο υψόμετρο της λεκάνης καθώς και τη μέση κλίση του ρέματος. Χαμηλές τιμές έχουμε στις περιοχές που κυριαρχούνται από μάρμαρα ή έχουν πολύ μεγάλη φυτοκάλυψη. Από τους χάρτες που δημιουργήθηκαν για την εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης, διαπιστώνεται ότι στη περιοχή της

Ζωοδόχου πηγής που έχει καεί πρόσφατα, και θα περιμέναμε να έχουμε μεγάλη επικινδυνότητα διάβρωσης, εξαιτίας της μη ευνοϊκής λιθολογίας (συναντώνται κυρίως ασβεστόλιθοι) ο κίνδυνος διάβρωσης είναι μικρός.

Από την εξέταση του μοντέλου **πλημμυρικής** επικινδυνότητας προέκυψαν τρεις κατηγορίες λεκανών, σε σχέση με την πλημμυρική επικινδυνότητα. Οι τρεις κατηγορίες είναι: Υψηλή, Μέση, Μικρή επικινδυνότητα. Διαπιστώνουμε ότι ο πλημμυρικός κίνδυνος είναι μεγάλος στις μεγάλες λεκάνες του νησιού (Μεγάλο Ρέμα, Φουρνιώτικο , Ηραίο), καθώς επίσης και στην περιοχή του Μαραθοκάμπου και Κοκκαρίου. Οι περιοχές αυτές παρουσιάζουν και μεγάλη επικινδυνότητα διάβρωσης.

Η περιοχή της Ζωοδόχου πηγής έχει μεγάλη πλημμυρική επικινδυνότητα εξαιτίας του συνδυασμού λιθολογίας (ασβεστόλιθος) και χρήσεων γης (γυμνό έδαφος). Επειδή η περιοχή είναι σχεδόν έρημη, δεν αναμένονται καταστροφές σε περίπτωση πλημμύρας. Τέλος σημαντικό ρόλο παίζουν οι ανθρώπινες παρεμβάσεις , οι οποίες είναι εκτεταμένες στις κοίτες των ρεμάτων, και συντελούν στην αύξηση του πλημμυρικού κινδύνου αλλά και του κινδύνου διάβρωσης του εδάφους.

Παράρτημα

Πίνακας με τους υπολογισμένους μορφομετρικούς δείκτες για κάθε λεκάνη της περιοχής μελέτης.

ID	LAR	LEMNIS	ff	Re	Rc	Dt	Cc	Fs	D	Di	If	Lg	Rhl	Rhp	Rn	Mrn
1	6,86	0,60	0,42	0,73	0,62	1,59	1,28	1,91	1,43	1,33	2,74	0,35	0,23	7,94	1,93	358,53
2	2,37	0,76	0,33	0,65	0,61	0,57	1,29	1,67	1,57	1,06	2,62	0,32	0,19	7,12	0,79	322,96
3	1,24	1,01	0,25	0,56	0,53	0,23	1,39	1,22	1,61	0,76	1,97	0,31	0,16	6,81	0,48	331,89
4	2,31	0,85	0,29	0,61	0,30	0,41	1,83	1,74	1,44	1,20	2,50	0,35	0,22	6,34	0,89	408,40
5	4,43	0,45	0,56	0,84	0,50	0,99	1,43	1,90	1,41	1,35	2,68	0,36	0,26	6,85	1,27	344,35
6	3,44	0,49	0,51	0,81	0,63	1,27	1,27	2,68	1,94	1,38	5,19	0,26	0,13	4,13	0,75	184,11
7	1,80	1,17	0,21	0,52	0,24	0,11	2,04	0,66	1,67	0,39	1,10	0,30	0,12	3,53	0,52	253,54
8	1,03	0,46	0,54	0,83	0,65	0,29	1,25	1,67	1,09	1,54	1,82	0,46	0,16	5,06	0,19	222,47
9	2,03	0,58	0,43	0,74	0,58	0,16	1,32	0,54	1,14	0,47	0,62	0,44	0,15	4,97	0,36	230,47
10	2,12	0,66	0,38	0,69	0,52	0,14	1,40	0,50	0,67	0,74	0,34	0,74	0,12	4,03	0,19	198,00
11	1,69	0,67	0,37	0,69	0,44	0,16	1,52	0,73	0,57	1,28	0,42	0,87	0,15	4,48	0,16	239,46
12	2,49	0,49	0,51	0,80	0,66	0,57	1,24	1,53	1,73	0,89	2,64	0,29	0,17	5,39	0,66	235,84
13	1,59	0,66	0,38	0,69	0,40	0,48	1,60	2,42	1,28	1,89	3,10	0,39	0,21	6,08	0,49	342,16
14	1,10	0,68	0,37	0,69	0,51	0,25	1,41	1,49	1,19	1,25	1,78	0,42	0,28	9,37	0,45	464,48
15	1,25	0,31	0,80	1,01	0,78	0,27	1,14	1,20	0,62	1,92	0,75	0,80	0,37	10,46	0,24	418,46
16	1,50	0,64	0,39	0,70	0,55	0,20	1,36	0,89	0,71	1,26	0,63	0,71	0,17	5,79	0,21	276,26
17	1,97	0,45	0,56	0,84	0,53	1,08	1,38	3,95	1,78	2,23	7,02	0,28	0,24	6,61	0,76	321,81
18	1,22	0,68	0,37	0,68	0,60	0,98	1,30	5,04	3,20	1,57	16,12	0,16	0,29	10,31	1,34	471,38
19	0,91	0,93	0,27	0,59	0,41	0,26	1,58	2,04	2,56	0,80	5,22	0,20	0,31	10,80	1,07	600,15
20	1,64	0,33	0,77	0,99	0,59	0,57	1,31	2,32	0,93	2,49	2,15	0,54	0,28	6,87	0,33	316,27
21	2,06	0,22	1,13	1,20	0,40	0,13	1,59	0,52	0,59	0,89	0,31	0,85	0,25	4,15	0,19	231,52
22	3,06	0,23	1,08	1,17	0,16	0,23	2,54	1,08	0,77	1,41	0,84	0,65	0,23	2,51	0,33	224,33
23	2,32	0,13	1,92	1,57	0,19	0,24	2,28	1,29	0,43	2,98	0,56	1,15	0,31	2,79	0,15	224,36
24	2,59	0,32	0,77	0,99	0,19	0,07	2,32	0,36	0,08	4,31	0,03	5,99	0,19	2,70	0,03	220,32
25	1,14	0,39	0,65	0,91	0,27	0,17	1,95	1,40	1,27	1,11	1,78	0,40	0,31	5,62	0,41	385,58
26	0,65	0,23	1,10	1,18	0,53	0,39	1,38	3,64	0,86	4,25	3,11	0,58	0,57	11,29	0,25	547,51
27	0,61	0,35	0,70	0,95	0,62	0,44	1,28	3,94	1,89	2,08	7,47	0,26	0,50	13,27	0,57	595,63
28	0,42	1,03	0,24	0,56	0,55	0,57	1,36	7,50	3,13	2,40	23,51	0,16	0,41	17,17	0,94	821,78
29	0,65	0,50	0,50	0,80	0,65	0,43	1,25	3,63	1,45	2,50	5,28	0,34	0,42	13,35	0,45	585,75
30	0,88	0,60	0,42	0,73	0,72	1,41	1,19	8,66	2,84	3,05	24,59	0,18	0,34	12,67	1,02	529,68
31	0,88	0,49	0,51	0,81	0,64	0,33	1,26	2,16	1,89	1,14	4,08	0,26	0,39	12,17	0,70	539,47
32	1,27	0,58	0,43	0,74	0,35	0,18	1,71	1,18	1,08	1,09	1,27	0,46	0,26	6,61	0,40	397,03
33	4,57	0,46	0,55	0,84	0,46	0,36	1,49	0,70	0,81	0,85	0,57	0,61	0,12	3,07	0,35	160,86
34	0,88	1,10	0,23	0,54	0,46	0,85	1,49	6,54	1,30	5,03	8,50	0,38	0,26	10,35	0,48	542,41
35	1,08	1,02	0,25	0,56	0,41	0,22	1,57	1,53	1,91	0,80	2,93	0,26	0,21	7,62	0,65	421,11
36	1,07	0,61	0,41	0,72	0,56	0,79	1,35	4,66	2,14	2,18	9,99	0,23	0,17	5,73	0,47	272,20
37	1,10	0,59	0,43	0,74	0,44	0,23	1,52	1,50	1,68	0,90	2,52	0,30	0,19	5,35	0,39	285,51
38	2,02	0,42	0,60	0,88	0,73	0,89	1,18	2,72	1,34	2,03	3,64	0,37	0,22	6,74	0,51	280,38
39	1,22	0,57	0,44	0,75	0,56	0,71	1,35	3,76	1,08	3,48	4,07	0,46	0,27	8,50	0,39	404,25

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

40	1,09	0,46	0,55	0,84	0,43	0,23	1,54	1,51	0,66	2,30	0,99	0,76	0,25	6,14	0,18	333,01
41	0,96	0,26	0,95	1,10	0,47	0,26	1,47	1,87	0,94	1,98	1,76	0,53	0,37	7,29	0,26	376,59
42	1,25	0,19	1,33	1,30	0,29	0,17	1,87	1,21	0,42	2,86	0,51	1,18	0,35	4,66	0,12	306,53
43	0,99	0,27	0,92	1,08	0,48	0,26	1,45	1,79	0,87	2,06	1,56	0,57	0,33	6,83	0,23	348,20
44	0,82	0,28	0,89	1,06	0,38	0,27	1,63	2,44	1,40	1,74	3,41	0,36	0,15	2,81	0,14	161,12
45	2,34	0,40	0,62	0,89	0,38	0,45	1,64	1,70	1,64	1,04	2,79	0,31	0,17	3,85	0,56	221,75
46	1,31	0,25	1,02	1,14	0,48	0,21	1,45	1,11	0,80	1,39	0,89	0,62	0,24	4,69	0,18	239,77
47	1,60	0,66	0,38	0,69	0,39	0,63	1,61	3,20	1,67	1,92	5,34	0,30	0,18	5,06	0,53	286,34
48	2,09	0,89	0,28	0,60	0,46	0,55	1,49	2,05	1,78	1,15	3,63	0,28	0,14	5,20	0,68	272,27
49	1,59	1,23	0,20	0,51	0,39	0,16	1,60	0,81	1,28	0,63	1,03	0,39	0,15	6,05	0,48	341,56
50	1,40	1,90	0,13	0,41	0,28	0,15	1,89	1,00	1,89	0,53	1,88	0,26	0,12	5,08	0,64	337,91
51	2,29	0,98	0,26	0,57	0,43	0,37	1,53	1,32	1,11	1,19	1,47	0,45	0,10	3,70	0,33	199,22
52	1,29	1,18	0,21	0,52	0,48	0,21	1,45	1,14	2,12	0,54	2,43	0,24	0,12	4,93	0,50	251,12
53	4,53	1,02	0,25	0,56	0,37	0,39	1,66	0,85	1,14	0,75	0,96	0,44	0,07	2,41	0,43	140,75
54	4,21	0,68	0,37	0,69	0,53	1,23	1,39	2,39	2,21	1,08	5,27	0,23	0,09	3,14	0,85	153,11
55	11,82	1,39	0,18	0,48	0,37	1,50	1,66	1,49	1,55	0,96	2,31	0,32	0,08	3,32	1,79	194,64
56	1,01	0,54	0,46	0,77	0,51	0,26	1,41	1,72	1,26	1,37	2,17	0,40	0,18	5,26	0,25	260,87
57	0,64	0,45	0,55	0,84	0,49	0,38	1,44	3,68	2,05	1,80	7,55	0,24	0,15	4,11	0,22	208,10
58	1,43	0,46	0,54	0,83	0,46	0,94	1,49	4,84	1,63	2,97	7,90	0,31	0,17	4,50	0,39	236,25
59	0,52	0,77	0,33	0,64	0,24	0,32	2,05	5,18	3,10	1,67	16,04	0,16	0,13	3,13	0,31	226,03
60	1,85	0,55	0,46	0,76	0,46	0,46	1,49	1,89	0,98	1,93	1,85	0,51	0,13	3,64	0,24	190,54
61	3,70	0,63	0,39	0,71	0,44	0,25	1,51	0,59	0,98	0,60	0,58	0,51	0,08	2,25	0,26	119,81
62	5,41	1,45	0,17	0,47	0,37	1,56	1,65	2,94	1,98	1,49	5,81	0,25	0,07	2,79	0,99	162,43
63	4,80	1,36	0,18	0,48	0,43	0,40	1,53	0,77	1,31	0,59	1,01	0,38	0,07	2,96	0,58	159,09
64	4,20	1,08	0,23	0,54	0,45	0,38	1,51	0,80	1,53	0,52	1,23	0,33	0,08	3,17	0,64	168,16
65	2,45	1,77	0,14	0,42	0,31	0,10	1,81	0,39	1,66	0,24	0,65	0,30	0,04	1,62	0,27	103,14
66	13,35	0,64	0,39	0,71	0,49	3,07	1,44	2,38	2,30	1,03	5,48	0,22	0,11	3,47	2,65	175,93
67	3,71	0,60	0,42	0,73	0,71	1,79	1,19	3,34	2,20	1,52	7,37	0,23	0,12	4,43	0,93	186,27
68	2,09	1,34	0,19	0,49	0,39	0,76	1,61	3,08	1,77	1,74	5,44	0,28	0,13	5,31	0,74	300,87
69	1,26	0,75	0,33	0,65	0,53	0,23	1,38	1,20	0,45	2,63	0,55	1,10	0,19	6,74	0,14	327,10
70	0,98	0,40	0,63	0,90	0,51	0,27	1,40	1,80	0,85	2,12	1,52	0,59	0,32	8,14	0,25	402,33
71	0,91	0,41	0,61	0,88	0,47	0,28	1,47	2,04	1,28	1,60	2,60	0,39	0,33	8,24	0,38	427,84
72	2,05	0,84	0,30	0,62	0,34	0,84	1,73	3,72	1,85	2,01	6,88	0,27	0,17	5,03	0,78	306,22
73	1,25	0,57	0,44	0,75	0,48	0,65	1,45	3,62	2,34	1,55	8,46	0,21	0,22	6,62	0,72	337,18
74	4,03	1,21	0,21	0,51	0,33	1,20	1,77	3,09	1,92	1,61	5,93	0,26	0,15	5,17	1,49	321,59
75	0,99	0,00	0,62	0,00	0,63	0,30	1,27	1,78	0,79	2,25	1,40	0,63	0,53	14,90	0,39	666,68
76	2,64	0,90	0,28	0,60	0,48	0,69	1,46	2,09	1,57	1,33	3,29	0,32	0,24	8,74	1,20	449,46
77	1,96	0,41	0,61	0,88	0,51	0,15	1,41	0,57	0,34	1,67	0,19	1,46	0,33	8,53	0,19	422,46
78	1,22	1,13	0,22	0,53	0,38	0,19	1,64	1,25	1,47	0,85	1,83	0,34	0,36	13,21	1,00	760,91
79	1,10	2,04	0,12	0,40	0,29	0,19	1,88	1,50	1,21	1,24	1,82	0,41	0,33	14,09	0,92	930,99
80	1,00	2,47	0,10	0,36	0,25	0,19	2,03	1,76	1,70	1,04	2,98	0,29	0,32	14,31	1,31	1021,07
81	1,26	1,19	0,21	0,52	0,37	0,19	1,65	1,20	1,48	0,81	1,77	0,34	0,34	12,73	1,00	740,55
82	1,08	2,07	0,12	0,39	0,27	0,54	1,94	4,61	2,70	1,70	12,45	0,18	0,33	13,76	2,05	939,71
83	0,95	1,82	0,14	0,42	0,30	0,22	1,83	1,92	2,89	0,66	5,55	0,17	0,34	14,07	1,89	905,85
84	0,54	1,83	0,14	0,42	0,32	0,36	1,77	4,93	3,43	1,44	16,89	0,15	0,29	12,42	1,19	773,45

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

85	1,17	1,14	0,22	0,53	0,40	0,62	1,58	4,03	2,15	1,87	8,66	0,23	0,35	13,31	1,38	741,70
86	2,95	0,60	0,42	0,73	0,52	0,99	1,39	2,60	1,72	1,51	4,48	0,29	0,27	8,38	1,31	410,67
87	2,41	0,99	0,25	0,57	0,49	0,75	1,44	2,42	2,07	1,17	5,02	0,24	0,24	9,22	1,53	469,08
88	2,28	1,43	0,17	0,47	0,36	0,57	1,67	2,21	2,31	0,96	5,11	0,22	0,20	8,30	1,70	488,66
89	1,16	1,15	0,22	0,53	0,30	0,18	1,83	1,38	2,00	0,69	2,75	0,25	0,22	7,28	0,80	469,35
90	3,14	1,00	0,25	0,56	0,41	0,92	1,58	2,60	1,93	1,35	5,01	0,26	0,16	5,88	1,23	326,37
91	2,67	1,58	0,16	0,45	0,29	0,53	1,88	2,05	2,49	0,82	5,11	0,20	0,14	5,24	1,48	346,35
92	9,17	1,13	0,22	0,53	0,28	1,58	1,91	2,22	1,74	1,28	3,87	0,29	0,13	4,18	2,35	281,82
93	1,19	0,23	1,08	1,18	0,69	0,80	1,21	3,93	1,08	3,62	4,26	0,46	0,21	4,83	0,20	205,92
94	1,96	0,72	0,35	0,67	0,63	0,51	1,27	1,71	1,00	1,71	1,70	0,50	0,14	5,41	0,32	241,33
95	3,87	0,91	0,28	0,59	0,41	0,77	1,57	1,83	2,10	0,87	3,85	0,24	0,15	5,04	1,36	278,66
96	2,42	1,23	0,20	0,51	0,36	1,08	1,68	4,03	2,80	1,44	11,28	0,18	0,12	4,61	1,20	272,08
97	1,74	1,46	0,17	0,47	0,39	0,59	1,61	2,78	3,10	0,90	8,63	0,16	0,13	5,71	1,20	322,92
98	2,59	0,76	0,33	0,65	0,53	0,37	1,39	1,08	1,28	0,84	1,38	0,39	0,15	5,38	0,56	263,25
99	3,58	0,54	0,47	0,77	0,59	0,80	1,31	1,67	1,87	0,90	3,13	0,27	0,23	7,19	1,35	330,82
100	3,36	1,26	0,20	0,50	0,42	0,44	1,56	1,16	1,79	0,65	2,08	0,28	0,19	7,82	1,59	429,46
101	1,43	0,96	0,26	0,58	0,54	0,82	1,36	3,84	3,20	1,20	12,31	0,16	0,17	6,94	1,09	333,23
102	4,18	0,55	0,45	0,76	0,50	0,96	1,42	1,94	1,84	1,06	3,57	0,27	0,34	9,95	2,28	498,90
103	0,55	0,82	0,30	0,62	0,45	0,41	1,51	4,78	3,84	1,25	18,36	0,13	0,42	14,49	1,35	767,93
104	0,54	0,84	0,30	0,62	0,57	0,47	1,34	4,86	2,96	1,64	14,40	0,17	0,49	18,95	1,20	892,99
105	1,01	0,41	0,61	0,88	0,76	0,32	1,16	1,71	1,03	1,66	1,76	0,48	0,42	13,18	0,42	537,26
106	3,61	0,67	0,37	0,69	0,53	1,21	1,38	2,68	2,13	1,25	5,71	0,23	0,40	13,34	3,05	649,15
107	3,65	0,58	0,43	0,74	0,50	1,08	1,42	2,43	1,60	1,52	3,89	0,31	0,28	8,66	1,53	432,38
108	1,28	0,39	0,65	0,91	0,24	0,15	2,08	1,17	0,90	1,30	1,05	0,56	0,29	4,85	0,29	354,24
109	0,94	0,19	1,29	1,28	0,19	0,17	2,31	1,95	0,81	2,39	1,59	0,61	0,52	5,66	0,27	458,98
110	1,88	0,35	0,72	0,96	0,29	0,36	1,86	1,84	1,49	1,23	2,75	0,34	0,22	3,88	0,48	253,38
111	1,37	1,32	0,19	0,49	0,29	0,16	1,86	1,03	1,94	0,53	2,00	0,26	0,16	5,59	0,70	365,65
112	1,32	1,42	0,18	0,47	0,34	0,69	1,72	4,39	3,02	1,45	13,29	0,17	0,16	6,24	1,09	377,30
113	1,11	0,40	0,62	0,89	0,39	0,64	1,62	4,40	1,87	2,36	8,21	0,27	0,21	4,68	0,41	266,49
114	0,63	0,40	0,63	0,90	0,37	0,33	1,66	3,76	1,42	2,65	5,33	0,35	0,25	5,32	0,23	310,17
115	0,94	0,67	0,37	0,69	0,57	1,49	1,33	9,69	3,49	2,77	33,87	0,14	0,24	8,54	1,00	399,77
116	1,63	0,49	0,51	0,81	0,55	1,29	1,36	5,45	2,79	1,95	15,22	0,18	0,24	6,85	1,04	328,37
117	3,25	0,57	0,44	0,75	0,61	1,21	1,29	2,70	1,54	1,75	4,17	0,32	0,43	14,24	2,00	644,53
118	2,29	0,76	0,33	0,65	0,49	0,65	1,44	2,20	1,44	1,53	3,17	0,35	0,43	14,65	1,61	743,03
119	1,21	0,28	0,89	1,06	0,52	0,23	1,39	1,28	0,72	1,77	0,92	0,69	0,36	7,85	0,25	384,43
120	1,54	0,72	0,35	0,66	0,36	0,47	1,67	2,57	1,14	2,25	2,92	0,44	0,33	9,48	0,69	557,52
121	1,25	0,97	0,26	0,57	0,41	0,59	1,57	3,60	2,41	1,50	8,68	0,21	0,33	11,88	1,45	657,43
122	3,85	0,75	0,34	0,65	0,50	0,77	1,43	1,67	1,61	1,04	2,68	0,31	0,35	12,17	2,28	611,75
123	1,34	0,87	0,29	0,61	0,35	0,52	1,71	3,25	1,66	1,96	5,38	0,30	0,38	11,83	1,13	711,54
124	1,15	0,78	0,32	0,64	0,43	0,22	1,54	1,39	1,28	1,08	1,78	0,39	0,34	11,17	0,66	604,80
125	0,69	1,20	0,21	0,52	0,41	0,33	1,56	3,22	2,69	1,20	8,68	0,19	0,27	10,76	0,89	592,09
126	0,77	0,68	0,37	0,69	0,56	0,35	1,34	2,71	2,27	1,20	6,14	0,22	0,30	10,36	0,67	489,61
127	1,83	0,71	0,35	0,67	0,47	0,62	1,47	2,56	1,32	1,94	3,37	0,38	0,33	10,66	0,91	551,91
128	3,86	0,90	0,28	0,60	0,45	0,73	1,51	1,66	1,09	1,52	1,81	0,46	0,32	11,51	1,55	609,97
129	2,24	0,73	0,34	0,66	0,50	0,54	1,43	1,83	1,70	1,08	3,12	0,29	0,47	16,06	2,03	808,99

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.

130	5,33	0,71	0,35	0,67	0,45	1,42	1,51	2,48	1,80	1,38	4,46	0,28	0,28	8,79	2,56	466,37
131	2,73	0,80	0,31	0,63	0,43	1,17	1,53	3,61	1,92	1,88	6,92	0,26	0,25	8,27	1,50	446,58
132	1,61	0,30	0,85	1,04	0,42	0,49	1,55	2,38	1,24	1,91	2,96	0,40	0,41	8,28	0,63	450,94
133	5,48	0,64	0,39	0,71	0,55	2,43	1,35	3,71	2,24	1,66	8,29	0,22	0,18	5,98	1,99	284,83
134	0,73	0,65	0,38	0,70	0,48	1,01	1,45	8,86	3,62	2,45	32,05	0,14	0,30	9,52	1,02	485,38
135	1,42	0,45	0,56	0,85	0,50	0,59	1,42	2,94	1,57	1,87	4,62	0,32	0,20	5,43	0,43	271,99
136	0,85	1,47	0,17	0,47	0,36	0,76	1,69	6,87	3,63	1,89	24,96	0,14	0,15	6,11	0,87	363,17
137	0,84	0,86	0,29	0,61	0,42	0,28	1,56	2,34	2,49	0,94	5,84	0,20	0,16	5,44	0,49	299,20
138	10,10	0,68	0,37	0,69	0,43	2,67	1,54	2,78	1,93	1,44	5,38	0,26	0,10	3,07	1,66	165,72
139	14,00	0,76	0,33	0,65	0,52	3,77	1,40	2,71	1,88	1,44	5,11	0,27	0,13	4,70	2,97	231,03
140	0,87	0,87	0,29	0,61	0,59	0,32	1,31	2,23	1,60	1,39	3,56	0,31	0,10	3,89	0,19	179,01
141	2,24	1,32	0,19	0,49	0,37	0,46	1,65	1,83	2,29	0,80	4,18	0,22	0,17	6,74	1,33	392,08
142	0,87	1,07	0,23	0,55	0,39	0,78	1,61	6,57	2,65	2,48	17,38	0,19	0,17	6,15	0,62	348,35
143	1,56	1,50	0,17	0,46	0,34	0,15	1,73	0,83	1,14	0,73	0,95	0,44	0,26	10,53	0,80	639,30
144	0,81	1,24	0,20	0,51	0,41	0,28	1,57	2,47	2,62	0,94	6,47	0,19	0,38	15,49	1,43	857,02
145	0,87	1,16	0,22	0,52	0,42	0,27	1,55	2,21	0,84	2,64	1,84	0,60	0,43	16,89	0,52	921,14
146	0,80	0,76	0,33	0,65	0,50	0,32	1,42	2,53	0,50	5,07	1,26	1,00	0,56	19,63	0,31	980,69
147	1,06	0,48	0,52	0,81	0,66	0,29	1,24	1,59	0,75	2,13	1,19	0,67	0,64	20,42	0,53	890,17
148	3,84	0,61	0,41	0,72	0,48	1,10	1,45	2,42	1,85	1,30	4,48	0,27	0,29	8,75	1,92	446,25
149	1,36	0,76	0,33	0,65	0,58	0,22	1,32	1,05	0,89	1,18	0,94	0,56	0,52	19,69	0,80	915,05
150	0,78	0,96	0,26	0,58	0,51	0,33	1,41	2,67	1,81	1,48	4,84	0,28	0,53	21,06	1,16	1046,56
151	2,53	0,56	0,45	0,76	0,57	0,39	1,33	1,12	0,96	1,16	1,07	0,52	0,40	12,79	0,94	597,91
152	2,30	1,24	0,20	0,51	0,41	0,12	1,58	0,44	1,40	0,31	0,61	0,36	0,31	12,37	1,45	685,76
153	1,51	1,49	0,17	0,46	0,37	0,16	1,66	0,88	2,43	0,36	2,14	0,21	0,30	12,45	1,89	729,42

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Angelier J., 1976. Sur l'alterance mio-plioquaternaire de mouvements extensifs and compressifs en Egee orientale, I;ile Samos (Grece), C.R. Acad. Sci., Paris, Section D, vol. 283, p. 463-466.
- [2] Brown, L.R., 1984. "Conserving soils". In: Brown LR (ed) State of the world. Norton, New York, pp 53-75.
- [3] Butz J., 1912. Die Eruptivgesteine der Insel Samos. Centralbl Min 1912: 609-615, 641-651, 673-683.
- [4] Dermitzakis M., Papanikolaou D., 1979, Paleogeography and geodynamics of the Aegean region during Neogene, Internat. Cong. Mediterranean Neogene 7th , Athens 1979, v.1, p. 245-288.
- [5] ENVI,2009. Atmospheric Correction Module: QUAC and FLAASH User's Guide.
- [6] Flanagan, D.C., and M.A. Nearing (eds.),1995. "USDA-Water Erosion Prediction Project (WEPP) Hillslope Profile and Watershed Model Documentation". NSERL Report No. 10, National Soil Erosion Research Laboratory, USDA-Agricultural Research Service, West Lafayette, Indiana.
- [7] Ganoulis J., (2003), Risk-based floodplain management: A case study from Greece. Intl. J. River Basin Management Vol. 1, No. 1, pp. 41–47
- [8] Georgakakos K. P., (2006), Analytical results for operational flash flood guidance. J Hydrol 317:81–103
- [9] Golam Kabir, M. Ahsan Akhtar Hasin,2011. Evaluation of customer oriented success factors in mobile commerce using fuzzy Journal of Industrial Engineering and Management, vol. 4/2. p.361-386.
- [10] Golian S., Saghafian B., Maknoon R., (2010), Derivation of Probabilistic Thresholds of Spatially Distributed Rainfall for Flood Forecasting. Water Resour Manage, doi: 10.1007/s11269-010-9619-7
- [11] Gournelos T., Vasilopoulos A., Evelpidou N.,2001. An erosion risk study on Samos Island based on fuzzy models,taking into consideration landuse situation after the fire of July 2000., 7th International Conference on Environmental Science and Technology, Syros. p.284-290.
- [12] Guernet C., 1972. Le "cristallin" de l'Eubee du Sud et se problemes. Comparaisons avec le "cristallin" du Laurium et de Samos. Z. Deutsch. Geol. Ges., t.123, p.353-364.

- [13] Guidoboni E. ,Comastri A., Traina G., 1994. Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century. Istituto Nazionale di Geofisica, 504pp.
- [14] Karageorgiou E., 1947. Volcanic rocks of Platanos area, Samos Island, Greece. Archives Samos, v.1, p.241-286.
- [15] Kennedy, 2013. Introducing Geographic Information Systems With ArcGis Third Edition, Wiley and Sons Inc, U.S.A, p.674
- [16] Kostopoulos D. ,Sen S., Koufos G., 2003. Magnetostratigraphy and revised chronology of the late Miocene mammal localities of Samos, Greece. Int. J. Earth Sci., 92, p.779-794.
- [17] Koutsias, N. and Karteris, M., 2000, Burned area mapping using logistic regression modeling of a single post-fire Landsat-5 Thematic Mapper image. International Journal of Remote Sensing, 21, 673–687.
- [18] Koutsoyiannis, D., N. Mamassis, A. Efstratiadis, N. Zarkadoulas, and Y. Markonis, Floods in Greece, Changes of Flood Risk in Europe, edited by Z. W. Kundzewicz, Chapter 12, 238–256, IAHS Press, Wallingford – International Association of Hydrological Sciences, 2012.
- [19] Kyrielis, H., 1983. The Heraion at Samos. Krini, Athens
- [20] Martini F., Loat R., (2007), Handbook on good practices for flood mapping in Europe. Paris/Bern: European exchange circle on flood mapping (EXCIMAP)
- [21] Martin-Vide J. P., Ninerola D., Bateman A., Navarro A., Velasco E., (1999), Runoff and sediment transport in a torrential ephemeral stream of the Mediterranean coast. Journal of Hydrology 225: 118–129.
- [22] McPherson M. B., 1974. Hydrological effects of urbanization. Paris: UNESCO, p 14ff.
- [23] Meissner, B., 1976. Das Neogen von Ost-Samos. Sedimentations-Geschichte und Korrelation. Neues Jahrb. Geol. Palaontol., v.152, p.161-176.
- [24] Nasse R., 1875. Ein ausflug nach Samos. Zeit. Ges. Erdk., Berlin, p.222-235
- [25] Nastos and Zerefos, 2007. On extreme daily precipitation totals at Athens, Greece, Adv.Geosci., 10, 59-66.
- [26] Norbiato D., Borga M., Esposti S. D., Gaume E., Anquetin S., (2008), Flash flood warning based on rainfall thresholds and soil moisture conditions: an assessment for gauged and ungauged basins. J Hydrology 362:274–290

- [27] Okrusch, M., Richter, P., Katsikatsos, G., 1984. High-pressure rocks on Samos, Greece. In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (Dixon J.E., Robertson, A.H.F., eds.). Geol. Soc. Spec. Publ. 17, 529-536. Oxford: Blackwell.
- [28] Papanikolaou D., 1979. Unites tectoniques and phases de deformation dans l'ile de Samos, Mer Egee, Grece. Bull. Soc. Geol De France, XXI, no: 6, p. 745-752.
- [29] Papazachos, B. & Papazachou, C., 1997. The Earthquakes of Greece, Zitis, Thessaloniki
- [30] Philippson A., 1959. Die griechischen Landschaften. Eine Landeskunde: IV, Das Aegaische Meer und seine Inseln, p. 412.
- [31] Riedl H., 1989. Beitrage zur Landschaftsstruktur und Morphogenese von Samos und Ikaria (Ostaegaeische Inseln). Salzburger geographische von Arbeiten, 18, 143-153
- [32] Robert U. and Cantagrell J., 1977. Le volcanism basaltique dans le Sud-Est de la Mer Egee. Donees geochronologique et relations avec tectonique. Aegeis Colloquium, 6th Athens, v. 3, p.961-967.
- [33] Schlosser 1904. Die fossilen Cavicornia von Samos. Beitrage zur Palaontologie und Geologie Osterreich-Ungarns und des Orients, Vienna, 17 : 28-118. Thesis
- [34] Schneider K., 1914. Die kristallinen Schiefer der Insel Samos, Westfalische Wilhelms-Universitat Munster, Thesis
- [35] Singh, V. P, 1983. Analytic solutions of kinematic equation for erosion on a plane: II. Rainfall of finite duration". Advances in Water Resources, v. 6, p.88-95.
- [36] Smith K., Ward R., (1998), Floods – physical processes and human impacts, John Wiley and Sons, Chichester.
- [37] Solunias N., 1981. The Turrolian fauna from the island of Samos, Greece. Contrib. Vertebr. Evol., v.1, p.1-232.
- [38] Spratt L., Remarks on the Geology of the Island of Samos, 1847. Quarterly Journal of the Geological Society, 3, 65-67.
- [39] Stamatakis M. , Hein J., Magganas A., 1989c. Geochemistry and diagenesis of Miocene lacustrine siliceous sedimentary and pyroclastic rocks, Mytilinii basin, Samos Island, Greece. Sed. Geol., v.64, p.65-78.
Stamatakis M. and Zagouroglou C., 1984. On the occurrence of niter, Samos Island, Greece. Mineral Wealth, v.33, p.17-20.

- [40] Stamatakis M., 1986. Boron Distribution in hot springs, volcanic emanations, marine evaporites and volcanic and sedimentary rocks of Cenozoic age in Greece. Unpub. Ph. D. thesis, Univ. Athens, 495p
- [41] Stamatakis M., 1989a Boron-bearing K-feldspar in volcanic ash and tuffite from Miocene lake deposits, Samos Island, Greece. *Am. Mineralogist*, v.74, p.230-235
- [42] Stamatakis M., 1989b, Authigenic silicates and silica polymorphs in the Miocene saline-alkaline deposits of the Karlovasi basin, Samos, Greece. *Econ. Geol.*, v.84, p.788-798.
- [43] Stamatakis M., Tziritis E., Evelpidou N., 2009. The geochemistry of boron-rich groundwater of the Karlovassi Basin, Samos Island, Greece. *Cent Eur J. Geosci.*, v.1, p.207-218.
- [44] Stefani C., Major C. et Barbey W., 1891. Samos. Etude geologique, paleontologique et botanique, Lausanne, Bridel edit.
- [45] Theodoropoulos D., 1979a. Geological map of Greece 1:50,000, sheet Neon Karlovassi, IGME publication, Athens.
- [46] Theodoropoulos D., 1979b. Geological map of Greece 1:50,000, sheet Vathy, IGME publication, Athens.
- [47] Vasilopoulos A., Evelpidou N., Tziritis E., Boglis A., 2008, WETLANDS – The example of Samos island, In: Management of Water resources and wetland protection in tourism developing areas, National Center for the Environment & sustainable development p.45.
- [48] Wicks JM and Bathurst JC, 1996. "SHESED: a physically-based, distributed erosion and sediment yield component for the SHE hydrological modeling system". *Journal of Hydrology*, 175,p. 213-238
- [49] Wicks JM and Bathurst JC, 1996. "SHESED: a physically-based, distributed erosion and sediment yield component for the SHE hydrological modeling system". *Journal of Hydrology*, 175,p. 213-238
- [50] Wischmeier, W.H. 1962. Storms and soil conservation. *J. Soil and Water Conserv.* v.17 p.55-59.
- [51] Zagouroglou K. & Papazeti E., 1980. The syenite of Samos Island. *Mineral Wealth*, 8: 35-40.
- [52] Zagouroglou K. & Stamatakis M., 1984. On the occurrence of niter in the Samos Island, *Mineral Wealth*, 33: 17-26.
- [53] Ανδρεαδάκης Ε., Φουντούλης Ι., (2007), Εκτίμηση πλημμυρικής επικινδυνότητας σε τεκτονικά ενεργές περιοχές. Συμπόσιο τεκτονικής

γεωλογίας προς τιμή του Ομότιμου Καθηγητή Ηλία Μαριολάκου της Επιτροπής Τεκτονικής της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας.

[54] Γκουρνέλος Θ., 2013. Σημειώσεις Μαθήματος Φυσικής Γεωγραφίας, Αθήνα.

[55] Δημάκη Μ., Sogolef I. & Ιωαννίδης Ι., 1996. Συστηματικές παρατηρήσεις πτηνών στην Σάμο. Σαμιακές μελέτες, 2, 397-442 (Ίδρυμα Δημητρίου Ν., Αθήνα).

[56] Δήμος Πυθαγορείου Σάμου, 2000, Οι επιπτώσεις από την πυρκαγιά του Ιουλίου του 2000. Υλοποίηση Ολοκληρωμένου Τοπικού Προγράμματος μέτρων στήριξης με την καταπολέμηση της ανεργίας, στήριξη του εισοδήματος και του κοινωνικού - οικονομικού υποβάθρου, Πυθαγόρειο Σάμου.

[57] Μουρτζάς & Σταυρόπουλος, 1989, Πρόσφατη τεκτονική εξέλιξη των ακτών της Νήσου Σάμου (Αν. Αιγαίο), Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, Πρακτικά 4ου Συνεδρίου, τόμος 23/1, σελ 223-241, Αθήνα.

[58] Νικολαΐδου Μ., Χατζηχρίστου Ε., (1995), Καταγραφή και αποτίμηση των καταστροφών από πλημμύρες στην Ελλάδα και την Κύπρο. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλασσίων Έργων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

[59] Πιστρικά Α., 2010. Εκτίμηση άμεσης πλημμυρικής ζημιάς σε δομημένο περιβάλλον, Διδακτορική Διατριβή, σελ. 2-5, Αθήνα.

[60] Σκιάνης Γ., Νικολακόπουλος Κ., Βαϊόπουλος Δ., 2012. Τηλεπισκόπηση. Εκδόσεις Ίων. p.336.

[61] Συλλαίος, Ν., Μπίλας, Γ., Καραπέτσας, Ν., 2007. "Χαρτογράφηση και αξιολόγηση γεωργικών εδαφών με τη χρήση Τηλεπισκόπησης και GIS". Πανεπιστημιακές σημειώσεις μαθήματος στο Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

[62] Φωτιάδης Γ. & Σιάσιος Θ., 2003. Ιστορικό Δασικών Πυρκαγιών ν. Σάμου, 1993-2002. Δασική Υπηρεσία Σάμου.

Πηγές Ιντερνετ

[63] <http://el.wikipedia.org>

[64] www.fireservice.gr, Αρχείο δασικών πυρκαγιών 2000-2013

[65] www.hnms.gr, Κλιματολογικά στοιχεία Σάμου

[66] <http://landsat.usgs.gov/>

[67] <https://maps.google.com/>

[68] <http://www.pe04.net/rep/eklib/pacs/chemq>

Μελέτη των Πλημμυρών και της Διάβρωσης εδάφους στο νησί της Σάμου, με τη βοήθεια μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και Γ.Σ.Π.