

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ  
ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΜΑΥΡΟΝΕΡΙΟΥ  
ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗ  
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ArcHYDRO

ΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΑΛΕΚΟΠΟΥΛΟΣ ΣΑΒΒΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:  
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ

Ε 22°33'

ΤΜΗΜΑ  
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ  
**63**

ΣΕΡΡΕΣ ΟΚΤΩΒΡΙΣ 2005

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

#### Κεφάλαιο 1, Εισαγωγή

1. Εισαγωγή.....	σελ. 2
------------------	--------

#### Κεφάλαιο 2, ΓΣΠ και Υδρολογία

2.1. Η εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην Υδρολογία.....	σελ. 6
2.2. Εφαρμογές στην Πρόβλεψη Πλημμυρών.....	σελ. 7
2.3. Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ).....	σελ. 8
2.3.1. Γενικά.....	σελ. 8
2.3.2. ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ: Ένα σύστημα πληροφοριών για τη μελέτη των υδροκλιματικών φαινομένων στην Ελλάδα.....	σελ. 9
2.3.3. Προοπτικές.....	σελ. 11

#### Κεφάλαιο 3, Τα Γεωγραφικά Δεδομένα

3.1 Γενικά Για Τα Γεωγραφικά Δεδομένα.....	σελ. 16
3.1.1. Κατηγοριοποίηση των Γεωγραφικών Δεδομένων.....	σελ. 16
3.1.2. Πηγές Γεωγραφικών Δεδομένων.....	σελ. 17
3.2. Γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής μελέτης.....	σελ. 18
3.2.1. LATTICE.....	σελ. 18
3.2.2. Τοπογραφική απεικόνιση της περιοχής (Χάρτες Γ.Υ.Σ.).....	σελ. 23
3.3. Γεωαναφορά.....	σελ. 25
3.4. Ψηφιοποίηση.....	σελ. 29
3.5. Γεωλογική απεικόνιση της περιοχής (Χάρτες ΙΓΜΕ).....	σελ. 30

#### Κεφάλαιο 4, Περίγραμμα Υδρολογίας

4.1. Περίγραμμα της υδρολογίας.....	σελ. 33
4.2. Ο υδρολογικός κύκλος.....	σελ. 35
4.3. Το φαινόμενο της απορροής.....	σελ. 37
4.4. Μετεωρολογικοί Σταθμοί.....	σελ. 38
4.4.1. Το σημερινό δίκτυο υδρομετεωρολογικών παρατηρήσεων.....	σελ. 39
4.5. Βροχόπτωση περιοχής.....	σελ. 41
4.5.1. Μέθοδος του αριθμητικού μέσου όρου.....	σελ. 41
4.5.2. Η μέθοδος των πολυγώνων του Thiessen.....	σελ. 41
4.5.3. Η μέθοδος των ισόβροχων καμπυλών.....	σελ. 42
4.5.4. Μεγιστοποίηση.....	σελ. 42
4.5.5. Η συγκράτηση του νερού της βροχής από τη φυτοκάλυψη.....	σελ. 42
4.6. Η λεκάνη απορροής.....	σελ. 43
4.6.1. Διάκριση λεκανών απορροής.....	σελ. 43
4.6.1.1. Διάκριση λεκανών απορροής λόγω σχήματος.....	σελ. 43
4.6.1.2. Διάκριση λεκανών απορροής λόγω ενδιαφέροντος.....	σελ. 44
4.6.2. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα υδρολογικών λεκανών.....	σελ. 44
4.7. Υδρογραφικό δίκτυο.....	σελ. 47

7.8 Κουμπιά Και Εργαλεία.....σελ.110	σελ.110
7.8.1 Σχετικό με τα Κουμπιά και τα Εργαλεία.....σελ.110	σελ.110

## Κεφάλαιο 8, Η περιοχή μελέτης

8.1. Υδατικό Διαμέρισμα (09) Δυτικής Μακεδονίας.....σελ.112	σελ.112
8.1.1. Γεωλογική Δομή.....σελ.112	σελ.112
8.1.2. Γενικά γεωμορφολογικά, κλιματολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά.....σελ.113	σελ.113
8.1.3. Οι κυριότερες υδρολογικές λεκάνες.....σελ.114	σελ.114
8.2.1. Μορφολογία – Ανάγλυφο.....σελ.115	σελ.115
8.2.2. Γεωλογία Της Περιοχής Μελέτης.....σελ.115	σελ.115
8.2.3. Γεωλογικοί Σχηματισμοί Της Περιοχής Μελέτης.....σελ.116	σελ.116
8.2.4. Υδρογεωλογία.....σελ.118	σελ.118
8.2.5. Κλιματολογικά Στοιχεία.....σελ.119	σελ.119
8.2.6. Ομβροθερμικό Διάγραμμα.....σελ.121	σελ.121
8.2.7. Φυτοκάλυψη – Χλωρίδα.....σελ.122	σελ.122
8.2.8. Πανίδα.....σελ.126	σελ.126
8.2.9. Χρήσεις Γης – Απασχόληση.....σελ.127	σελ.127
8.2.9.1. Δασικές εκτάσεις.....σελ.127	σελ.127
8.2.9.2. Γεωργική γη.....σελ.128	σελ.128
8.2.9.3. Οικονομία.....σελ.128	σελ.128
8.2.9.4. Τουρισμός.....σελ.128	σελ.128
8.2.9.5. Ιστορία.....σελ.129	σελ.129
8.3. Όλυμπος : ο πρώτος εθνικός δρυμός.....σελ.129	σελ.129
8.4. Ν. Πιερίας.....σελ.130	σελ.130
8.4.1. Μορφολογία του νομού.....σελ.131	σελ.131
8.4.2. Πολιτισμικά Χαρακτηριστικά.....σελ.131	σελ.131
8.5. Τεκμηρίωση Ποταμού Αίσινα (Μαυρονέρι).....σελ.132	σελ.132
8.5.1. Μαυρονέρι (αρχ. ποταμός Αίσιων).....σελ.132	σελ.132
8.5.2.1. "Ίταμος πέρασμα θεών και ανθρώπων". Το Όνομα και η Γεωγραφία του ποταμού.....σελ.133	σελ.133
8.5.2.2. Ιστορικό πέρασμα.....σελ.134	σελ.134

## Κεφάλαιο 9, Ταξινόμηση Δορυφορικής Εικόνας

9.1. Ερμηνεία των εικόνων Landsat.....σελ.139	σελ.139
9.2. Δημιουργία χρωματικής σύνθεσης (Create Color Composite).....σελ.141	σελ.141
9.3. Χωρική ενίσχυση (Spatial Enhancement).....σελ.143	σελ.143
9.4. Ραδιομετρική ενίσχυση της εικόνας (Radiometric Enhancement).....σελ.147	σελ.147
9.5. Κοπή Τμήματος Εικόνας (Subset).....σελ.149	σελ.149
9.6. Γεωμετρική Διόρθωση Της Εικόνας.....σελ.151	σελ.151
9.6.1. Πολυωνυμικά Μοντέλα.....σελ.154	σελ.154
9.7. Αλλαγή Προβολικού συστήματος εικόνας.....σελ.156	σελ.156
9.8. Επανοδειγματοληψία - Επανασύσταση (resampling) της εικόνας.....σελ.157	σελ.157
9.9. Φωτοερμηνεία.....σελ.159	σελ.159
9.10. Ταξινόμηση.....σελ.161	σελ.161
9.10.1. Μεθοδολογία Ταξινόμησης.....σελ.162	σελ.162
9.10.2. Ταξινόμηση στο στην πλατφόρμα του ERDAS.....σελ.164	σελ.164

9.11. Συμπλήρωση επεξεργασίας (Βελτίωση θεματικής εικόνας) .....	σελ.168
9.12. Αντιστοίχιση συντελεστή επιρροής κάλυψης γης στην θεματική εικόνα.....	σελ.170
9.13. Ακρίβεια της ταξινόμησης και πηγές των σφαλμάτων στην ταξινόμηση.....	σελ.171
9.14. Παρατηρήσεις στην ταξινόμηση.....	σελ.172
9.15. Γεωλογική Χαρτογράφηση Με Τηλεπισκόπηση.....	σελ.173
9.15.1. Εισαγωγή.....	σελ.173
9.15.2. Γεωμορφολογία – Γεωλογία.....	σελ.173
9.15.3. Γεωλογική χαρτογράφηση.....	σελ.174
9.15.4. Εφαρμογές.....	σελ.175
9.16. Παρατηρήσεις Ταξινόμησης με σκοπό τη δημιουργία γεωλογικών χαρτών.....	σελ.177

## **Κεφάλαιο 10, Ανάπτυξη Υδρολογικού Μοντέλου στο ArcHYDRO**

10.1 Προετοιμασία Υδρολογικού Μοντέλου (Terrain Preprocessing) .....	σελ.181
10.1.1 Σχετικά με την Λειτουργία Terrain Preprocessing.....	σελ.181
10.1.2 Διαχείριση Δεδομένων (Data Management) .....	σελ.184
10.1.3 Επανασύσταση του DEM Βάσει Κριτηρίων.....	σελ.185
10.1.4 Η Λειτουργία Fill Sinks.....	σελ.188
10.1.5Κατεύθυνση Ροής (Flow Direction) .....	σελ.190
10.1.6Συσσώρευση Ροής (Flow Accumulation) .....	σελ.192
10.1.7Καθορισμός Ρευμάτων (Stream Definition) .....	σελ.194
10.1.8Κατάτμηση Ρευμάτων (Stream Segmentation) .....	σελ.196
10.1.9Σκιαγράφηση του GRID Συλλογής (Catchment Grid Delineation) .....	σελ.197
10.1.10 Επεξεργασία Πολυγώνων Συλλογής (Catchment Polygon Processing) .....	σελ.198
1.1.11 Επεξεργασία Γραμμών Αποστράγγισης (Drainage Line) .....	σελ.199
10.1.12 Επεξεργασία Συλλογής Adjoint (Adjoint Catchment Processing) .....	σελ.201
10.3.13 Επεξεργασίας Σημείου Αποστράγγισης (Drainage Point Processing) .....	σελ.202
10.3.14 Υπολογισμός της Μεγαλύτερης Διοδρομής Ροής (Longest Flow Path for Catchments) .....	σελ.203
10.3.14 Υπολογισμός της Μεγαλύτερης Διοδρομής Ροής για τις Adjoint Catchment (Longest Flow Path for Adjoint Catchment) .....	σελ.204
10.3.15 Κλίση (Slope) .....	σελ.205
10.3.16 Κλίση μεγαλύτερη από 30% (Slope greater then 30%).....	σελ.205
10.3.17 Κλίση μεγαλύτερη από 30% και Προσανατολισμένη προς το Βορρά.....	σελ.206
10.3.18 Σταθμισμένη συσσώρευση ροής (Weighted Flow Accumulation) .....	σελ.207

## **Κεφάλαιο 11, Υπολογισμός πλημμυρικών παροχών**

11.1. Υπολογισμός του συντελεστή απορροής.....	σελ.209
11.2. Παρατηρήσεις στις προδιαγραφές.....	σελ.209

11.3. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν.....	σελ.210
11.4. Υπολογισμός του συντελεστή απορροής.....	σελ.211
11.5. Επεξεργασία στο ArcGIS.....	σελ.212
11.6. Υπολογισμός Πλημμυρικών Παραχών.....	σελ.217

#### **Κεφάλαιο 12, Συμπεράσματα**

12.1. Αποτελέσματα.....	σελ.231
12.2. Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	σελ.234

#### **ΓΕΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

11.3. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν.....	σελ.210
11.4. Υπολογισμός του συντελεστή απορροής.....	σελ.211
11.5. Επεξεργασία στο ArcGIS.....	σελ.212
11.6. Υπολογισμός Πλημμυρικών Παραχών.....	σελ.217

#### **Κεφάλαιο 12, Συμπεράσματα**

12.1. Αποτελέσματα.....	σελ.231
12.2. Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	σελ.234

#### **ΓΕΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

## Εισαγωγή

Η εκτίμηση των υδρολογικών παραμέτρων μίας λεκάνης αποτελεί μία ένα σημαντικό τμήμα στις μελέτες υδρολογικών και υδραυλικών χαρακτηριστικών των εκάστοτε περιοχών, στις μελέτες μεγάλων τεχνικών έργων (φράγματα, γέφυρες, ταμιευτήρες, κλπ) και αρδευτικών δικτύων. Αποτελεί μια χρονοβόρα και σύνθετη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας γεωγραφικών και μετεωρολογικών δεδομένων, καθώς και τη χρήση διάφορων λογισμικών. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται από φορείς σχετιζόμενους ή μη μεταξύ τους, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται προεπεξεργασία για την απόδοση τους σε μία ενιαία πλατφόρμα μορφοποίησης για την μετέπειτα επεξεργασία τους.

Στην παρούσα πτυχιική εργασία γίνεται η προσπάθεια απόδοσης μιας συνολικής μεθοδολογίας επεξεργασίας πρωτογενών και δευτερογενών δεδομένων με σε διάφορες πλατφόρμες λογισμικών που σχετίζονται με το γνωστικό αντικείμενο του Τμήματος Γεωπληροφορικής και Τοπογραφίας, καθώς και η ανάπτυξη και ανάλυση προεκτάσεων λογισμικών που μπορούν να συντελέσουν στην αυτοματοποίηση κάποιων εφαρμογών.

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας για την Υδρολογική Λεκάνη του ποταμού Μαυρονερίου. Η λεκάνη απορροής του Μαυρονερίου αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα λεκάνης απορροής του ελλαδικού χώρου, λόγω της ανομοιομορφίας του ανάγλυφου της περιοχής, της έντασης και συχνότητας των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων που παρουσιάζονται ιδιαίτερα στην περιοχή του Ολύμπου, του οποίου ένα μέρος αποτελεί τμήμα της υδρολογικής λεκάνης, και της ποικιλομορφίας της βλάστησης και των εδαφολογικών στοιχείων που απαντώνται στην περιοχή. Επιπλέον η παρουσία σημαντικών οικισμών, οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου καθώς και το μέγεθος των καλλιεργούμενων εκτάσεων αποτελούν πρόσθετους λόγους για την αξιολόγηση της περιοχής. Καθοριστικό επίσης λόγο έπαιξε η συνολική έκταση της λεκάνης (περίπου 790 τετραγωνικά χιλιόμετρα) και η δυνατότητα διαχωρισμού της σε υπολεκάνες μικρότερες των 130 τετρ. χιλιομ. που αποτελεί όριο για την επιλογή της μεθόδου του υπολογισμού πλημμυρικών παροχών.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής αποτελούνται από τη δορυφορική εικόνα του Landsat 7, τοπογραφικούς και γεωλογικούς χάρτες της περιοχής μελέτης κλιμάκων 1:50000 και 1:200000, δίκτυο ίσων αποστάσεων διανυσματικών σημείων πληροφορίας θέσης και υψομέτρου (LATTICE), υδρολογικά στοιχεία της περιοχής τα οποία λήφθηκαν από την εφαρμογή του ΕΜΠ «Υδροσκόπιο» καθώς και μετεωρολογικά δεδομένα της υδρολογικής λεκάνης του Μαυρονηρίου, που συλλέχθηκαν από διάφορες υπηρεσίες (ΕΜΥ, ΔΕΗ, ΥΠΕΧΩΔΕ κλπ) καθώς και από προϋπάρχουσες μελέτες. Το κάθε ένα από αυτά εισήχθη στο ανάλογο λογισμικό και με συγκεκριμένη σειρά. Πέρα των λοιπών λογισμικών που αποτελούν και μέρος της διδακτικής ύλης του Τμήματος Γεωπληροφορικής και Τοπογραφίας, ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην προέκταση λογισμικού του ArcGIS, το ArcHydro. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα λειτουργεί στο περιβάλλον του ArcGIS, και αποδίδει με σχετικά μεγάλη ακρίβεια το υδρογραφικό δίκτυο και την υδρολογική λεκάνη της περιοχής μελέτης, καθώς επίσης γίνεται και μια λιτή αναφορά για τις περαιτέρω λειτουργίες επεξεργασίας των υδρολογικών υποβάθρων.

Ο συνδυασμός των παραγόμενων δεδομένων συντελεί στον υπολογισμό της πλημμυρικής παροχής για το σύνολο της υδρολογικής λεκάνης που είναι και το τελικό στάδιο για την ολοκλήρωση της παρούσας εφαρμογής.

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται το διάγραμμα της μεθοδολογίας και της σειράς με την οποία γίνεται η επεξεργασία των εισαγόμενων πρωτογενών και δευτερογενών δεδομένων, των λογισμικών που χρησιμοποιούνται σε κάθε διαδικασία και το τελικό αποτέλεσμα της εφαρμογής.





