
**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ, ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ & ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΥΜΜΗΡΙΚΗΣ
ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΡΥΡΩΝ**

Υπεύθυνη Δήλωση

Οι παρακάτω υπογράφωντες δηλώνουμε ότι είμαστε συγγραφείς της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Αναφέρονται οι όποιες πηγές, από τις οποίες λήφθηκαν δεδομένα, ιδέες ή φράσεις για χρήση. Δηλώνουμε ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμάς προσωπικά και μετά την παρουσίαση και την επαρκή αξιολόγηση αποτελεί πνευματική περιουσία του Τμήματος Γεωπληροφορικής και Τοπογραφίας του ΤΕΙ Σερρών, σε εφαρμογή της §4.8. του κανονισμού πτυχιακών εργασιών του τμήματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί, οι συμβάλλοντες Κεπίδου Παρθένα, Μιλεούνη Ανδριάνα, Σαακιάν Σιουζάνα και Μπότσης Δημήτριος, στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας, **υπογράφοντας** στην αντίστοιχη στήλη, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι επιθυμούμε

- να διατίθενται τα στοιχεία σε τρίτους, μετά από έγγραφη άδεια του/ης Προϊσταμένου/ης του Τμήματος.
- να παραχωρηθεί στο τμήμα εκδόσεων και Βιβλιοθήκης του ΤΕΙ Σερρών το δικαίωμα να διαθέτει το πλήρες κείμενο της πτυχιακής σε ψηφιακή μορφή από το Διαδίκτυο *(αφορά δηλαδή τη «γκρίζα βιβλιογραφία» που παράγεται στο Ίδρυμα).*

Πτυχιακή Εργασία των

Προς τρίτους

Βιβλιοθήκη

ΚΕΠΙΔΟΥ ΠΑΡΘΕΝΑ

ΜΙΛΕΟΥΝΗ ΑΝΔΡΙΑΝΑ

ΣΑΑΚΙΑΝ ΣΙΟΥΖΑΝΑ

Επιβλέπων Πτυχιακής Εργασίας

ΜΠΟΤΣΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Περιεχόμενα

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
2	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ.....	10
3	ΒΙΟΤΙΚΟ ΚΑΙ ΑΒΙΟΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	12
3.1	Μετεωρολογικά – Κλιματολογικά Στοιχεία.....	12
3.1.1	Μετεωρολογικά στοιχεία	12
3.1.2	Κλιματολογικά στοιχεία	13
3.2	Χρήσεις Γης – Δασική Βλάστηση.....	16
3.2.1	Οικοσυστήματα – Φυτοκοινωνική Κατάταξη.....	16
3.2.2	Χλωρίδα	17
3.2.3	Πανίδα	19
3.2.3.1	Θηλαστικά	20
3.2.3.2	Ερπετά	21
3.2.3.3	Αμφίβια.....	21
3.2.3.4	Ορνιθοπανίδα.....	22
3.3	Γεωλογικές Συνθήκες	22
4	ΧΡΗΣΗ Γ.Σ.Π.....	26
4.1	Γενικά	26
4.2	Γεωαναφορά - Ψηφιοποίηση	26
4.3	Περιοχή μελέτης	27
4.4	Υλοποίηση – Μεθοδολογία.....	28
4.4.1	Μετατροπή Συντεταγμένων.....	28
4.4.2	Γεωαναφορά χαρτών.....	29
4.4.3	Δημιουργία χωρικών δεδομένων - Ψηφιοποίηση	30
4.5	Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους.....	35
5	ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	38
5.1	Υδρολογικός κύκλος.....	38
5.2	Ορισμοί	40
5.2.1	Υδρολογία.....	40
5.2.2	Λεκάνη Απορροής	40
5.2.3	Απορροή	40
5.2.4	Επιφανειακή και υπόγεια απορροή.....	41
5.2.1	Άμεση και βασική απορροή	42
5.2.2	Υδρογραφικό Δίκτυο	42
5.2.3	Υδροκρίτης	42
5.3	Δημιουργία απορροής	42
5.4	Λεκάνη απορροής	43
5.4.1	Λεκάνη απορροής - Υδροκρίτης.....	43
5.4.2	Επιφάνεια Λεκάνης Απορροής.....	44
5.4.3	Χάραξη Λεκάνης Απορροής.....	44
5.5	Υδρολογικές μέθοδοι προσδιορισμού της παροχής.....	45
5.6	Υπολογισμός απορροής.....	45
5.7	Μέση κλίση λεκάνη απορροής.....	46
5.8	Μέσο υψόμετρο λεκάνης απορροής	47
5.9	Επεξεργασία βροχομετρικών δεδομένων	47
5.10	Όμβριες καμπύλες - Κατανομή ακραίων τιμών τύπου I (Gumbel).....	48
5.11	Ορθολογική μέθοδος	50
5.12	Υπολογισμός στερεοπαροχής	52
6	HEC-HMS – Στοιχεία και περιγραφές για το μοντέλο.....	54
6.1	Γενική περιγραφή - εισαγωγή	54
6.2	Μοντέλο Λεκάνης (Basin Model).....	55
6.3	Εισαγωγή Μεθόδων	56

6.3.1	Μέθοδοι Απωλειών (LOSS)	57
6.3.1.1	Deficit and Constant	57
6.3.1.2	Green and Ampt	58
6.3.1.3	Initial and Constant:	58
6.3.1.4	SCS Curve Number	58
6.3.1.5	Soil Moisture Accounting	59
6.3.1.6	Gridded Deficit Constant - Gridded SCS Curve Number - Gridded Soil Moisture Accounting	59
6.3.1.7	Exponential	59
6.3.2	Μέθοδοι Μετασχηματισμού (Transform)	60
6.3.2.1	Γενικά	60
6.3.2.2	Clark Unit Hydrograph	60
6.3.2.3	Kinematic Wave	60
6.3.2.4	ModClark	61
6.3.2.5	Snyder Unit Hydrograph	62
6.3.2.6	SCS Unit Hydrograph	62
6.3.2.7	User – Specified S-Graph	62
6.3.2.8	User – Specified Unit Hydrograph	62
6.3.3	Μέθοδοι Επιστροφής Ροής (Baseflow)	62
6.3.3.1	Bounded Recession	63
6.3.3.2	Constant Monthly	63
6.3.3.3	Linear Reservoir	63
6.3.3.4	Recession	63
6.4	Αγωγοί (Reach)	63
6.4.1	Lag	64
6.4.2	Modified Plus	65
6.4.3	Muskingum	65
6.4.4	Muskingum-Cunge	65
6.4.5	Straddle Stagger	65
6.5	Συμβολές (Junction)	65
6.6	Χρονοσειρές Δεδομένων (Time-Series Data)	66
6.7	Μετεωρολογικό Μοντέλο (Meteorologic Model)	69
6.7.1	Επιλογές Μετεωρολογικού Μοντέλου	70
6.7.1.1	Μέθοδος Frequency Storm	70
6.7.1.2	Μέθοδος Gage Weights	71
6.7.1.3	Μέθοδος Gridded Precipitation	71
6.7.1.4	Μέθοδος Inverse Distance	71
6.7.1.5	Μέθοδος SCS Storm	71
6.7.1.6	Μέθοδος Specified Hyetograph	71
6.7.1.7	Μέθοδος Standard Project Storm	72
6.7.2	Εξατμοδιαπνοή (evapotranspiration)	72
6.7.3	Τήξη χιονιού (Snowmelt)	73
6.8	Προσδιορισμός προδιαγραφών ελέγχου (Control Specifications)	73
6.9	Αποτελέσματα	75
7	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ HEC-HMS	77
7.1	Εφαρμογή μοντέλου	77
7.2	Αποτελέσματα μοντέλου	80
7.3	Συμπεράσματα από την εφαρμογή μοντέλου	81
8	ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	88
8.1	Σύνοψη	88
8.2	Συμπεράσματα	88
9	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92
10	Παράρτημα - Χάρτες	94

ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας 1: Βασικά χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής	10
Πίνακας 2: Κατηγορίες χρήσεων γης.....	11
Πίνακας 3: Στοιχεία βροχοπτώσεων και υγρασίας.....	12
Πίνακας 4: Μετρήσεις Βροχομετρικού Σταθμού Κάτω Ορεινής	15
Πίνακας 5: Συντεταγμένες των 4 σημείων ελέγχου στο κάναβο του χάρτη Αχλαδοχωρίου με κλίμακα 1:50000 στο σύστημα συντεταγμένων Hatt και αντίστοιχα στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.....	28
Πίνακας 6: Συντεταγμένες των 4 σημείων ελέγχου στο κάναβο του χάρτη Σερρών με κλίμακα 1:50000 στο σύστημα συντεταγμένων Hatt και αντίστοιχα στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.....	29
Πίνακας 7: Επίπεδα Πληροφορίας	37
Πίνακας 8: Υπολογισμός μέσης κλίσης λεκάνης	46
Πίνακας 9: Υπολογισμός μέσου υψομέτρου λεκάνης.....	47
Πίνακας 10: Τιμές του δείκτη c'	50
Πίνακας 11: Το επί % βάρος των στερεών υλικών για ορισμένη κλίση	52
Πίνακας 12: Συντελεστής m.....	53
Πίνακας 13: Αποτελέσματα υδρολογικού μοντέλου HEC-HMS.....	81

ΕΙΚΟΝΕΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Εικόνα 2.1 Χείμαρρος Αγίων Αναργύρων	10
Εικόνα 3.1: Μέγιστες και Ελάχιστες θερμοκρασίες κατά το χρονικό διάστημα 1980 – 2003.	13
Εικόνα 3.2: Μέγιστα βροχόπτωσης και Απόλυτες αποκλίσεις από Μ.Ο κατά το χρονικό διάστημα 1980 – 2003.....	13
Εικόνα 3.3: Γεωγραφική κατανομή των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα.....	14
Εικόνα 3.4: Τεκτονικό σκαρίφημα της Σερβομακεδονικής μάζας. 1: Μεταλπικά ιζήματα της κοιλάδας του Στρυμόνα, 2: Σειρά του Βερτίσκου, 3: Σειρά των Κερδυλλίων, 4: Μάζα της Ροδόπης, 5: Περιοδοτική ζώνη, 6: Ανατολικό όριο της Σερβομακεδονικής(Γραμμή Στρυμόνα), 7: Δυτικό όριο της Σερβομακεδονικής	23
Εικόνα 3.5: Τεκτονικό σκαρίφημα της μάζας της Ροδόπης. 1: Μεταλπικά ιζήματα, 2: Ενότητα Παγγαίου, 3: Ενότητα Σιδηρόνερου, 4: Σχηματισμοί της Περιοδοτικής ζώνης, 5: Γραμμή Στρυμόνα	24
Εικόνα 3.6: Ο Ν.Σερρών και οι δύο "λίμνες" του. Κερκίνη (βόρεια) και Αχινού (νότια). Αρχές 1900 μ.Χ.	25
Εικόνα 4.1: Περιοχή Μελέτης	27
Εικόνα 4.2: Μετατροπή ενός σημείου από το Hatt στο σύστημα ΕΓΣΑ ' 87 μέσω του προγράμματος CoordGr.	28
Εικόνα 4.3: Οι συντεταγμένες των 4 σημείων ελέγχου, οι αποκλίσεις τους και το συνολικό Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα.....	29
Εικόνα 4.4: Υδρογραφικό Δίκτυο Κοιλάδας Αγίων Αναργύρων.	31

Εικόνα 4.5: Χρήσεις Γης Λεκάνης Απορροής Αγίων Αναργύρων.....	32
Εικόνα 4.6: Λεκάνη Απορροής Χειμάρρου Αγίων Αναργύρων, Ισοϋψείς καμπύλες, Οικισμός Σερρών ,Υψομετρικά σημεία.....	33
Εικόνα 4.7: Δευτερεύουσες ισοϋψείς καμπύλες, οικισμός Σερρών.....	34
Εικόνα 4.8: Είδη πετρωμάτων, οικισμός Σερρών.....	35
Εικόνα 4.9: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους.....	36
Εικόνα 5.1:Υδρολογικός κύκλος.....	39
Εικόνα 5.2:Ποιοτική παρουσίαση του υδρολογικού κύκλου σύμφωνα με τον Horton.....	39
Εικόνα 5.3:Σχηματική παράσταση των συνιστωσών της απορροής.....	41
Εικόνα 5.4:Λεκάνη απορροής.....	44
Εικόνα 5.5: Υδρολογικός κύκλος.....	49
Εικόνα 6.1:Όνομα και περιγραφή μοντέλου HEC-HMS.....	54
Εικόνα 6.2:Εισαγωγή χάρτη της Λεκάνης.....	55
Εικόνα 6.3:Επιλογή τύπου χάρτη.....	55
Εικόνα 6.4:Τοποθέτηση χάρτη.....	56
Εικόνα 6.5: Μέθοδος Απωλειών: Deficit and constant.....	57
Εικόνα 6.6:Μέθοδος SCS – δεδομένα εισόδου.....	59
Εικόνα 6.1:Kinematic Wave.....	60
Εικόνα 6.8:Κινηματική μέθοδος κυμάτων.....	61
Εικόνα 6.9: Μέθοδος Lag time (χρόνος καθυστέρησης).....	64
Εικόνα 6.10: Time-Series Data manager.....	66
Εικόνα 6.11: Precipitation Gages.....	67
Εικόνα 6.12: Εισαγωγή βροχομετρικών δεδομένων.....	67
Εικόνα 6.13: Εισαγωγή χρονικών περιορισμών.....	68
Εικόνα 6.14: Μέθοδος Lag time (χρόνος καθυστέρησης).....	68
Εικόνα 6.15: Γράφημα – Ύψος βροχής συναρτήσει χρονικού διαστήματος.....	69
Εικόνα 6.16: Μετεωρολογικό Μοντέλο.....	69
Εικόνα 6.17: Επιλογές κατακρήμνισης (Precipitation).....	70
Εικόνα 6.18: Specified Hyetograph.....	72
Εικόνα 6.19: Επιλογή λεκάνης.....	72
Εικόνα 6.20: Επιλογή σταθμού και εισαγωγή δεδομένων.....	73
Εικόνα 6.21: Εισαγωγή Μοντέλου.....	74
Εικόνα 6.22: Διαδικασία Προσομοίωσης.....	74
Εικόνα 6.23: Ολικός πίνακας αποτελεσμάτων.....	75
Εικόνα 6.24: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων.....	75
Εικόνα 6.25:Χρονοσειρές αποτελεσμάτων.....	76
Εικόνα 7.1: Προσομοίωση λεκάνης απορροής.....	77
Εικόνα 7.2: Υπολογισμός Απωλειών με την μέθοδο SCS.....	78
Εικόνα 7.3: Μέθοδος Μετασχηματισμού –Clark Unit Hydrograph.....	79
Εικόνα 7.4: Υποθετικό ακραίο σενάριο βροχόπτωσης.....	80

Εικόνα 7.5: Ύψος βροχής – απορροή σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας – υφιστάμενες χρήσεις γης	82
Εικόνα 7.6: Ύψος βροχής – απορροή σε συνθήκες μέσης υγρασίας – υφιστάμενες	83
Εικόνα 7.7: Ύψος βροχής – απορροή σε συνθήκες υψηλής υγρασίας –υφιστάμενες χρήσεις γης	83
Εικόνα 7.8: Ύψος βροχής – απορροή σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας – σενάριο	84
Εικόνα 7.9: Ύψος βροχής – απορροή σε συνθήκες μέσης υγρασίας – σενάριο	84
Εικόνα 7.10: Ύψος βροχής – απορροή σε συνθήκες έντονης υγρασίας – σενάριο πλήρους δασοκάλυψης.....	85
Εικόνα 7.11: Απορροή σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας (ξηρασίας)	86
Εικόνα 7.12: Απορροή σε συνθήκες μέσης υγρασίας	86
Εικόνα 7.13 Απορροή σε συνθήκες έντονης υγρασίας	87
Εικόνα 8.1: Απορροές μέσω της Ορθολογικής Μεθόδου και του μοντέλου HEC-HMS στις υφιστάμενες χρήσεις γης.	89
Εικόνα 8.2: Απορροές της Δασικής βλάστησης και της Υφιστάμενης χρήσης γης μέσω του μοντέλου HEC-HMS.	90
Εικόνα 8.3: Απορροές του Γυμνού εδάφους και της Υφιστάμενης χρήσης γης μέσω του μοντέλου HEC-HMS.	90
Εικόνα 8.4: Απορροές της Λιβαδικής βλάστησης και της Υφιστάμενης χρήσης γης μέσω του μοντέλου HEC-HMS.	91
Εικόνα 10.1: Θέση λεκάνης Αγίων Αναργύρων στο Ν. Σερρών (ΕΓΣΑ '87)	94
Εικόνα 10.2: Κάναβος υψομέτρου λεκάνης απορροής Αγ. Αναργύρων (ΕΓΣΑ '87).....	95
Εικόνα 10.3: Χάρτης υψομέτρων λεκάνης απορροής Αγ. Αναργύρων (ΕΓΣΑ '87).....	96
Εικόνα 10.4: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (TIN) λεκάνης απορροής Αγ. Αναργύρων	97
Εικόνα 10.5: Χάρτης κλίσεων λεκάνης απορροής Αγ. Αναργύρων (ΕΓΣΑ '87)	98
Εικόνα 10.6: Χάρτης προσανατολισμών λεκάνης απορροής Αγ. Αναργύρων (ΕΓΣΑ '87)	99
Εικόνα 10.7: Χάρτης σκίασης ανάγλυφου υδρολογικής λεκάνης Αγ. Αναργύρων (ΕΓΣΑ '87)	100

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα δασικά και αγροτικά οικοσυστήματα των ορεινών υδρολογικών λεκανών παρέχουν ιδιαίτερα σημαντική προστασία στα εδάφη αλλά και σε όλα τα βιοτικά και αβιοτικά χαρακτηριστικά τους. Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσπάθεια παρουσίασης της επίδρασης που ασκεί η δασική και η αγροτική βλάστηση στην απορροή του νερού από τα ορεινά προς τα πεδινά και πως αυτή μπορεί να μεταβάλλεται στην περίπτωση μεταβολής των χρήσεων γης.

Η απορροή, που συνήθως συγκεντρώνεται στις κοίτες των ορεινών χειμάρρων έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθώς το νερό κατά την καθοδική του πορεία αποκτά μεγάλη ταχύτητα και συρτική δύναμη μεταφέροντας με τον τρόπο αυτό φερτά υλικά προς τα κατάντη. Σε περιπτώσεις έντονων καιρικών φαινομένων η ποσότητα του νερού αυξάνεται σημαντικά, προκαλώντας πλημμυρικά φαινόμενα προς τα πεδινά και διάβρωση των εδαφών στα ορεινά, όταν δε αυτό συνδυαστεί με αποδάσωση της ορεινής υδρολογικής λεκάνης το φαινόμενο διογκώνεται αισθητά με τελικό αποτέλεσμα τεράστιες φυσικές καταστροφές.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκε μία υδρολογική λεκάνη, πολύ κοντά στην πόλη των Σερρών, της οποίας η βλάστηση και οι χρήσεις γης ποικίλουν. Στο παρελθόν μάλιστα είχαν παρουσιαστεί πλημμυρικά φαινόμενα που προξένησαν σημαντικές καταστροφές.

Υπολογίστηκε η παροχή του ρεύματος για ακραίες τιμές με τη χρήση της ορθολογικής μεθόδου, ενώ στη συνέχεια με τη χρήση ενός υδρολογικού μοντέλου προσομοίωσης πραγματοποιούνται υπολογισμοί της απορροής για υποθετικά σενάρια αλλαγής της βλάστησης της υπό μελέτη περιοχής. Τέλος, με τη σύγκριση των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται η σημαντικότητα της δασικής βλάστησης στον περιορισμό των απορρεόντων υδάτων στις ορεινές περιοχές.