



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ.)
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

**Δημιουργία Λογισμικού Εφαρμογής Μοντέλου Βροχόπτωσης - Απορροής:
Μελέτη Εφαρμογής σε Λεκάνες Απορροής του Νησιωτικού Χώρου**

Δημήτριος Τίγκας, Γεωπόνος

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Καθηγητής Γ. Τσακίρης (επιβλέπων), Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Λέκτορας Σ. Γιακουμάκης, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Επ. Καθηγητής Α. Μαντόγλου, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Περίληψη

Ο ελληνικός, αλλά και γενικότερα ο Μεσογειακός χώρος χαρακτηρίζεται από έντονα προβλήματα όσον αφορά τη διαχείριση των περιορισμένων υδατικών πόρων του, κάτι που φαίνεται να επιτείνεται τόσο από την αύξηση των αναγκών λόγω της γεωργίας και του τουρισμού, όσο και λόγω των κλιματικών αλλαγών που παρατηρούνται τις τελευταίες δεκαετίες. Ένα από τα βασικά στοιχεία που καθορίζουν το υδατικό ισοζύγιο μίας περιοχής είναι η σχέση μεταξύ βροχόπτωσης και απορροής ποταμού. Έτσι, είναι θεμιτή η δημιουργία διαχειριστικών εργαλείων, τα οποία βασιζόμενα σε αυτή τη σχέση να δίνουν εκτιμήσεις της απορροής, βοηθώντας στη λήψη αποφάσεων και τη μελέτη διαφόρων ζητημάτων.

Στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός λογισμικού, το οποίο, χρησιμοποιώντας ως βάση ένα μοντέλο βροχόπτωσης – απορροής, να είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως ένα τέτοιο διαχειριστικό εργαλείο για τις Μεσογειακές λεκάνες απορροής. Το λογισμικό αυτό ονομάστηκε Medbasin και επιδιώκεται να έχει απλή δομή και φιλικό περιβάλλον εργασίας, χωρίς ιδιαίτερες λειτουργικές απαιτήσεις, ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή του και από μη εξειδικευμένους χρήστες.

Για την αξιολόγηση του λογισμικού πραγματοποιήθηκε μελέτη εφαρμογής στις λεκάνες απορροής των χειμάρρων Κουτσουλίδης και Αποσελέμης, οι οποίες βρίσκονται στην Ανατολική Κρήτη, χρησιμοποιώντας υδρολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα της Περιφέρειας Κρήτης.

Στο εισαγωγικό κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά και τα βασικά πεδία εφαρμογών των μοντέλων βροχόπτωσης – απορροής και παρουσιάζονται ορισμένα από τα πιο γνωστά εξ αυτών.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιγράφει τη θεωρητική βάση στην οποία στηρίζεται το λογισμικό. Το μοντέλο βροχόπτωσης – απορροής, του οποίου χρησιμοποιούνται οι βασικές αρχές ως πυρήνας του προγράμματος, είναι το MERO. Πρόκειται για ένα εννοιολογικό μοντέλο, που βασίζεται στην προσομοίωση των διαδικασιών του υδρολογικού κύκλου μέσω εμπειρικών σχέσεων. Τα δεδομένα που απαιτούνται για τη λειτουργία του μοντέλου είναι οι ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής και τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι οι ημερήσιες και μηνιαίες τιμές απορροής. Η βαθμονόμηση των παραμέτρων του μοντέλου γίνεται χρησιμοποιώντας ως αντικειμενική συνάρτηση το κριτήριο της ρίζας του μέσου τετραγωνικού σφάλματος και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή πέντε κριτηρίων επαλήθευσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή του Medbasin, οι φόρμες που περιλαμβάνει, η διαμόρφωση και ο τρόπος δημιουργίας νέων αρχείων δεδομένων, οι βασικές εντολές και οι λειτουργίες του μοντέλου (βαθμονόμηση, υπολογισμός της απορροής, επαλήθευση αποτελεσμάτων), τα βοηθητικά εργαλεία (υπολογισμός της μέσης βροχόπτωσης της λεκάνης απορροής, και της μέσης εξάτμισης δεκαήμερου) και ο τρόπος προβολής (πίνακες, γραφήματα) και αποθήκευσης των αποτελεσμάτων.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη μελέτη εφαρμογής στις δύο λεκάνες απορροής. Παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά τους, τα διαθέσιμα δεδομένα, τα προβλήματα που υπάρχουν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Για την περίπτωση του Κουτσουλίδη, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ικανοποιητικά, αντίθετα με αυτά του Αποσελέμη. Στο γεγονός αυτό φαίνεται να έπαιξε σημαντικό ρόλο η διαφορά στην ποιότητα των διαθέσιμων δεδομένων για τις δύο λεκάνες απορροής. Ακολουθεί η ανάλυση ευαισθησίας, για τον έλεγχο της επίδρασης των μεταβολών των χρησιμοποιούμενων παραμέτρων στα αποτελέσματα του μοντέλου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται σχολιασμός της λειτουργικότητας του προγράμματος και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη μελέτη εφαρμογής. Επίσης, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο λεκανών απορροής, αλλά και με αυτά που προκύπτουν εάν εφαρμοστεί το μοντέλο βροχόπτωσης – απορροής SWBM. Επιχειρείται, ακόμα, μία εκτίμηση της μελλοντικής ετήσιας απορροής των δύο χειμάρρων βάσει τριών σεναρίων κλιματικής αλλαγής και διαπιστώνεται ότι η μείωση της απορροής θα είναι σημαντική τις επόμενες δεκαετίες.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα της εργασίας. Προκύπτει ότι το Medbasin μπορεί να αποτελέσει ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο υπολογισμού της απορροής, παρέχοντας αρκετές βοηθητικές λειτουργίες. Τα αποτελέσματα της μελέτης εφαρμογής είναι αρκετά ικανοποιητικά, ιδιαίτερα για την λεκάνη απορροής του Κουτσουλίδη, γεγονός που επιβεβαιώνεται και με τον έλεγχο των κριτηρίων επαλήθευσης. Περιοριστικό παράγοντα για τα αποτελέσματα της λεκάνης απορροής του Αποσελέμη αποτέλεσαν τα προβλήματα στην ποιότητα των δεδομένων. Επισημαίνονται, τέλος, ορισμένα σημεία που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση, όπως η τάση υποεκτίμησης ορισμένων κορυφαίων τιμών της απορροής και ο έλεγχος της δυνατότητας μείωσης των χρησιμοποιούμενων παραμέτρων.