

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΥΖΕΥΞΗ ΜΕ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΡΓΟ ΟΔΥΣΣΕΥΣ

3. ΈΚΘΕΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ – 2007
ΑΡ. 1 74 0462

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΥΖΕΥΞΗ ΜΕ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ(ΟΔΥΣΣΕΥΣ).....	4
1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ SOGREAH ΣΤΟ ΕΡΓΟ ΟΔΥΣΣΕΥΣ.....	5
1.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ SOGREAH ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ	5
1.2. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ SOGREAH ΣΤΟ ΕΡΓΟ ΟΔΥΣΣΕΥΣ.....	7
2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	8
2.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΣΧΕΣΕΩΝ.....	8
2.2. ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	9
2.3. ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΤΗΣ SOGREAH ΣΤΗΝ ΝΑΜΑ.....	10
3. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	12
3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	12
3.2. ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΡΙΣΜΟΥ ΑΝΑΓΚΩΝ: ΔΙΨΟΣ	13
3.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ	14
3.4. ΕΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ: ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ	18
3.5. ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ: ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ	20
3.6. ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΡΥΠΟΣ, ΗΡΙΔΑΝΟΣ, ΛΕΡΝΗ	22
3.7. ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΩΣΗΣ: ΑΛΣ.....	23
3.8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ: ΕΡΜΗΣ	24
4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	25
4.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	25
4.2. ΚΥΡΙΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΕ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ	25
4.3. ΕΜΠΟΡΙΑ	26
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	28
5.1. ΈΝΑ ΦΙΛΟΔΟΞΟ ΚΑΙ ΥΠΟΣΧΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ.....	28
5.2. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ.....	29
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΛΙΣΤΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ (ΕΚΤΟΣ EGU 2005)	33
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	36

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο πλαίσιο της αποστολής εμπειρογνωμοσύνης της SOGREAH, διοργανώθηκε μια επίσκεψη στην Αθήνα από τις 20 έως τις 24 Νοεμβρίου 2006. Η εν λόγω επίσκεψη αποτέλεσε ευκαιρία να συναντηθούμε με τους κύριους εμπλεκόμενους παράγοντες στο έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ και να παραστούμε σε πλήρεις και τεκμηριωμένες παρουσιάσεις των διαφόρων μοντέλων. Αποτέλεσε επίσης ευκαιρία διεξαγωγής πολυάριθμων συζητήσεων με τα μέλη του έργου (ερευνητές, υποψήφιους διδάκτορες, μηχανικούς, τεχνικούς πληροφορικής,...). Ευχαριστούμε όλα τα άτομα που συναντήσαμε για τη φιλοξενία τους, τη διαθεσιμότητά τους, το χρόνο που αφιέρωσαν για να παρουσιάσουν και να εξηγήσουν τη λειτουργία των εφαρμογών και την υψηλή ποιότητα των παρουσιάσεών τους.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα:

- τον Καθηγητή Δημήτριο Κουτσογιάννη για την εξαιρετική φιλοξενία που μας παρείχε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και τις συζητήσεις που πραγματοποιήσαμε κατά την επίσκεψή μας στο εργαστήριό του,
- τον κύριο Παναγιώτη Ντρή, επικεφαλής του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ, για την ευκαιρία που προσέφερε στην SOGREAH να συνεργαστεί με την NAMA και να συμβάλει από την πλευρά της στο έργο,
- τον κύριο Κάζο, διευθυντή του υδραυλικού τμήματος, για τη φιλοξενία που μας παρείχε στην NAMA καθ' όλη τη διάρκεια της επίσκεψης.

Ευχαριστούμε επίσης:

- τον κύριο Ιωάννη Βαζίμα, σύνδεσμο της NAMA με την SOGREAH και υπεύθυνο του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ, για τη διαθεσιμότητά του ολόκληρη την εβδομάδα και την εξαιρετική οργάνωση αυτής της εβδομάδας εργασίας,
- τον κύριο Γεώργιο Καραβοκυρό, υπεύθυνο προγραμματισμού των εφαρμογών του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ, για την πρόσβαση στα δεδομένα και τα εργαλεία που παρείχε στην SOGREAH, καθώς και για την παρουσίαση των εφαρμογών από την άποψη του προγραμματισμού,
- τον Διδάκτορα Ανδρέα Ευστρατιάδη για τη διαθεσιμότητά του και τις σαφείς παρουσιάσεις των εφαρμογών μοντελοποίησης από πρακτικής και θεωρητικής άποψης.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΥΖΕΥΞΗ ΜΕ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ(ΟΔΥΣΣΕΥΣ)

Το έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ αποτελεί την κατάληξη περαιτέρω έρευνας που οριστικοποιήθηκε με τη μορφή ενός συνόλου πολυάριθμων υδρολογικών, στατιστικών, οικονομικών και διαχειριστικών εργαλείων που συνιστούν ένα γενικό εργαλείο το οποίο διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις πολιτικές διαχείρισης των πόρων σε διάφορα επίπεδα (λεκάνη, υδροφορέας, δήμοι, κοινότητες δήμων, επαρχίες,...). Το γενικό εργαλείο αποτελείται από τρεις κύριες ενότητες. Οι ενότητες αυτές είναι:

- ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ: υδραυλική ενότητα,
- ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: ενότητα διαχείρισης των πόρων,
- ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ: ενότητα υπόγειων υδάτων.

Σε αυτό το στάδιο προόδου του έργου (τέλη Νοέμβρη 2006), το σημαντικότερο μέρος των εργασιών του συνόλου της ομάδας του έργου έχει εκτελεστεί. Μπορούμε ήδη να χαιρετίσουμε την ποιότητα της εργασίας του συνόλου της ομάδας, την ποιότητα και την συνέπεια της μεθοδολογίας ανάπτυξης των εργαλείων, την ποσότητα των εργασιών που εκτελέστηκαν μέχρι στιγμής και το ενδιαφέρον διάδοσης στον τομέα της τεχνολογίας εργαλείων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο προηγούμενων ερευνών που έχουν τύχει πολυάριθμων δημοσιεύσεων (Παράρτημα 1).

Η κατάληξη βασικών ερευνών με τη μορφή λειτουργικών εργαλείων δεν είναι πάντα τόσο εύκολο γεγονός όσο μπορεί να φαίνεται. Οι ειδικοί στους τομείς της έρευνας και της τεχνολογίας δεν έχουν πάντα τα ίδια ενδιαφέροντα ούτε και τους ίδιους στόχους. Αυτού του είδους η διάδοση της γνώσης δεν εφαρμόζεται επομένως συχνά με αυτόν τον τρόπο, και ιδιαίτερα στον τομέα της υδρολογίας. Πρέπει συνεπώς να χαιρετίσουμε και αυτή την πτυχή του έργου που αποτελεί μια μεγάλη επιτυχία της NAMA και του ΕΜΠ, ελπίζοντας και προσδοκώντας ότι δεν θα σταματήσει η συνεργασία αυτή. Η διατήρηση αυτής της σχέσης θα επιτρέψει όχι μόνο τη συνεχή βελτίωση των εργαλείων του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ, αλλά ενδεχομένως και την ανάπτυξη νέων, και γιατί όχι και σε άλλους συμπληρωματικούς τομείς, το συνεχή προσανατολισμό της βασικής έρευνας στη δημιουργία λειτουργικών εργαλείων που χάρη στη μόνιμη συμβολή της ακαδημαϊκής ερευνητικής κοινότητας διατηρούν τεχνικά και θεωρητικά χαρακτηριστικά υψηλής ποιότητας.

1. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ SOGREAH ΣΤΟ ΕΡΓΟ ΟΔΥΣΣΕΥΣ

1.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ SOGREAH ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

Η SOGREAH είναι μια κοινοπραξία συμβούλων που ειδικεύεται στη χωροταξία και το περιβάλλον. Όντας πλήρως ανεξάρτητη από κάθε βιομηχανικό ή οικονομικό φορέα, η SOGREAH ασκεί τις δραστηριότητές της μέσω ενός σημαντικού δικτύου εγκαταστάσεων, τόσο στη Γαλλία όσο και διεθνώς.

Αυτές οι δραστηριότητες εκτείνονται σε πολύ διαφοροποιημένους τομείς: νερό, περιβάλλον, ναυτιλία, βιομηχανία, πολεοδομία και χωροταξικός σχεδιασμός, έργα υποδομής, ενέργεια και ηλεκτρικά συστήματα, διαχείριση κινδύνων.

Το τμήμα Eau-Environnement-LHF (EEL) της SOGREAH συντονίζει τις δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης της κοινωνίας και ειδικεύεται στην τελειοποίηση και εφαρμογή υπολογιστικών συστημάτων και συστημάτων μοντελοποίησης στον υδραυλικό, υδρολογικό και υδρογεωλογικό τομέα. Το τμήμα EEL έχει αναπτύξει ειδικές ικανότητες μοντελοποίησης στη διαχείριση φυσικών κινδύνων (υλοποίηση συστημάτων πρόληψης και προειδοποίησης ισχυρής ανύψωσης στάθμης, διαχείρισης χαμηλής στάθμης υδάτων, διαχείρισης διαδοχικών κινδύνων,...), την αξιολόγηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων και τη διαχείριση των πόρων αυτών.

Το τμήμα EEL της SOGREAH διαθέτει μακροχρόνια εμπειρία στον τομέα της μοντελοποίησης, και ειδικότερα στον τομέα των υδατικών πόρων:

- πρόληψη της ισχυρής ανύψωσης στάθμης χρησιμοποιώντας τις λειτουργικές πλατφόρμες πρόληψης SOPHIE που έχει αναπτύξει η Κεντρική Υπηρεσία Υδρομετεωρολογίας και Υποστήριξης για την Πρόληψη των Πλημμυρών (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations, SCHAPI) και MYSTERE (ενοποιημένο σύστημα πολλαπλών μοντέλων για τη διαχείριση των κινδύνων και του περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο) που έχει αναπτύξει η SOGREAH,
- δισδιάστατη υδραυλική μοντελοποίηση σε ελεύθερη επιφάνεια μέσω του συστήματος TELEMAC που έχει αναπτυχθεί και διατίθεται στο εμπόριο σε συνεργασία με το Εθνικό Εργαστήριο Υδραυλικών Συστημάτων και Περιβάλλοντος (Laboratoire Nationale Hydraulique et Environnement, LNHE) της γαλλικής εταιρείας ηλεκτρισμού (Electricité De France, EDF),
- ανάπτυξη και εμπορία του λογισμικού μονοδιάστατης υδραυλικής μοντελοποίησης CARIMA,
- μοντελοποίηση της διαχείρισης υδατικών πόρων με χρήση των εργαλείων MIKE BASIN και WEAP,
- προδιαγραφές, σχεδιασμός και ανάπτυξη της διεπαφής Homme-Machine,

- προδιαγραφές και ανάπτυξη αναβαθμίσεων εφαρμογών λογισμικού:
 - λογισμικό πεπερασμένων στοιχείων για τη μοντελοποίηση διασυνδεδεμένων βιομηχανικών δικτύων,
 - λογισμικό προσομοίωσης και διαχείρισης των δικτύων υδατοπρομήθειας,
 - λογισμικό μοντελοποίησης της ποιότητας των υδατορρευμάτων,
 - τρισδιάστατο σύστημα μοντελοποίησης των εκροών και της μεταφοράς ρύπων υπογείως (DEDALE 3D),
 - σύστημα επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο για τη μεταφορά δεδομένων,...

Το τμήμα EEL της SOGREAH συντονίζει επίσης τις ερευνητικές δραστηριότητες στον τομέα των υδάτων στις οποίες συμμετέχει η κοινοπραξία. Παραθέτουμε ακολούθως τα πιο πρόσφατα έργα σε διαφοροποιημένα και συμπληρωματικά πεδία εφαρμογής:

- συμμετοχή σε πολυάριθμα ερευνητικά προγράμματα σχετικά με τη διαχείριση του κινδύνου πλημμυρών:
 - συντονισμός και συμβολή στην υλοποίηση του προγράμματος εργασίας του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου IST/OSIRIS (IST-1999-11598) με στόχο την ανεύρεση καινοτόμων λειτουργικών λύσεων με βάση τη χρήση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) για τη βελτίωση της διαχείρισης του κινδύνου πλημμυρών,
 - συμμετοχή στο ευρωπαϊκό συνοδευτικό μέτρο IST/RISK FORCE: καθορισμός μιας σειράς ειδικών δράσεων και ενός πρωτοκόλλου διαχείρισης των φυσικών κινδύνων στην Ευρώπη,
 - συμμετοχή στο ευρωπαϊκό έργο FLOODSITE (6ο πρόγραμμα πλαίσιο έρευνας και ανάπτυξης) για την ολοκληρωμένη ανάλυση και διαχείριση των κινδύνων πλημμυρών,
- συμμετοχή σε πολυάριθμα ερευνητικά προγράμματα σχετικά με τη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων:
 - CLIMASILAC II για τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε ορεινές περιοχές,
 - SMART για τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε παράκτιες ζώνες,
 - EUROLAKES για την ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων μεγάλων ευρωπαϊκών βαθέων λιμνών και των λεκανών απορροής τους,

- ASEMWATERNET: πρόταση για μια πλατφόρμα πολλών φορέων λήψης αποφάσεων για την επιστημονική και τεχνική συνεργασία μεταξύ Ασίας και Ευρώπης όσον αφορά την αειφόρο χρήση των υδατικών πόρων,
- ανάπτυξη και έλεγχος εγκυρότητας ενός πρωτοτύπου συστήματος προειδοποίησης για την ανάπτυξη τοξικών κυανοβακτηρίων στις λίμνες (SACYTOX),
- συντονισμός του προγράμματος «Risque Décision Territoire» σχετικά με τη διαχείριση των φυσικών και βιομηχανικών κινδύνων επί του γαλλικού εδάφους.

1.2. Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ SOGREAH ΣΤΟ ΕΡΓΟ ΟΔΥΣΣΕΥΣ

Η συμβολή της SOGREAH στο πλαίσιο του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ συνίσταται στην αναθεώρηση και τη διενέργεια εμπειρογνωμοσύνης επί των αναπτυχθέντων εργαλείων, δεδομένης της εμπειρίας που έχει αποκτήσει στο παρελθόν σε τέτοιου είδους μελέτες. Σε αυτό το στάδιο του έργου, δεν παρεμβαίνει στις επιλογές που έχουν γίνει και στο σχεδιασμό των εργαλείων, αλλά η συμβολή της συνίσταται στα εξής:

- στην αξιολόγηση της ποιότητας των θεωρητικών βάσεων κάθε μοντέλου,
- στην αξιολόγηση των διασυνδέσεων μεταξύ των διαφόρων ενοτήτων και των διαφόρων μοντέλων κάθε ενότητας,
- στη δοκιμή των εργαλείων σε διάφορες χρήσεις λειτουργίας (ιδιαίτερως στις περιπτώσεις που μελετήθηκαν στο πλαίσιο του έργου: Κάλυμνος και λεκάνη της Καρδίτσας),
- στη δοκιμή της ευχρηστίας των διεπαφών ανθρώπου-μοντέλου και ανθρώπου-ενότητας,
- στον προσδιορισμό των βασικών προτερημάτων του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ σε σχέση με τα αντίστοιχα ανταγωνιστικά εργαλεία,
- στην υποβολή προτάσεων για πιθανές μελλοντικές βελτιώσεις που θα βελτιώσουν την ευχρηστία των εργαλείων, θα επιτρέψουν την προσθήκη ορισμένων απλών συμπληρωματικών λειτουργικών δυνατοτήτων και θα προσδώσουν προστιθέμενη αξία στα εργαλεία του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ σε σχέση με τα κύρια ανταγωνιστικά εργαλεία.

2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΣΧΕΣΕΩΝ

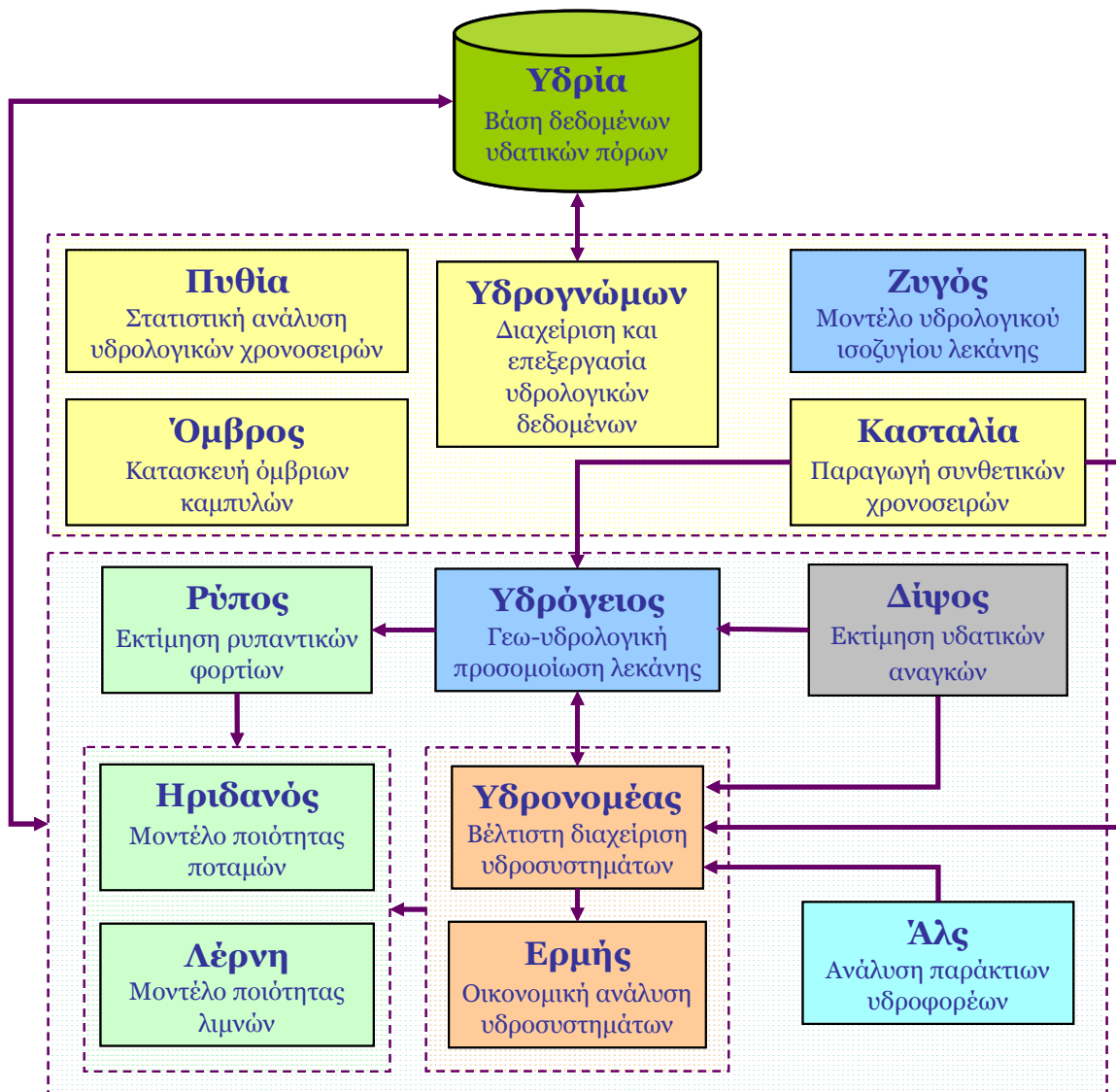
Ο γενικός στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη εργαλείων μοντελοποίησης για την διεξαγωγή αναλύσεων όσον αφορά τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους και τη διαχείρισή τους. Τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία είναι τα εξής:

- ΥΔΡΙΑ: βάση κοινών δεδομένων για όλα τα εργαλεία μοντελοποίησης
- ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ: ενότητα διαχείρισης και μοντελοποίησης των υδρολογικών δεδομένων
 - ΟΜΒΡΟΣ: ανάλυση επεισοδίων βροχής, κατάρτιση όμβριων καμπυλών
 - ΠΥΘΙΑ: στατιστική ανάλυση μιας χρονοσειράς, για παράδειγμα των μηνιαίων παροχών
 - ΖΥΓΟΣ: μοντελοποίηση βροχής-παροχής για τις επιφανειακές εκροές, την υπόγεια εισροή, τη δυναμική εξατμοδιαπνοή, τις ενδεχόμενες απολήψεις στους υπόγειους υδροφορείς με τη μορφή άντλησης
 - ΚΑΣΤΑΛΙΑ: στοχαστική παραγωγή χρονοσειρών
- ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ: ενότητα υδρογεωλογικής μοντελοποίησης των λεκανών απορροής
- ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ: ενότητα βελτιστοποίησης της διαχείρισης ενός υδροσυστήματος και διαχείρισης των υδατικών πόρων
 - ΕΡΜΗΣ: οικονομική ανάλυση των νέων έργων (υπό κατασκευή)

Οι ενότητες ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ και ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ διασυνδέονται και με τα εξής άλλα δευτερεύοντα εργαλεία:

- Τα μοντέλα ποιότητας:
 - ΡΥΠΟΣ: εκτίμηση ρυπαντικών φορτίων
 - ΗΡΙΔΑΝΟΣ: μοντέλο ποιότητας υδατορρευμάτων (υπό κατασκευή)
 - ΛΕΡΝΗ: μοντέλο ποιότητας λιμνών
- Μοντέλο υφαλμύρωσης:
 - ΑΛΣ: μοντελοποίηση παράκτιων υδροφορέων (με βάση τη θεωρία Modflow, διενεργώντας βαθμονομήσεις των αντλήσεων από γεωτρήσεις)

- ΔΙΨΟΣ: μοντέλο εκτίμησης υδατικών αναγκών ενός υδροσυστήματος



Παρουσίαση όλων των εργαλείων μοντελοποίησης

2.2. ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Στο έργο ενεπλάκησαν πέντε συνολικά φορείς:

- ΕΜΠ (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο) – Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών & Θαλάσσιων Έργων
- ΝΑΜΑ Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές ΑΕ
- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Καρδίτσας
- ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ ΑΕ
- Marathon Data Systems (MDS)

Η αρχική ιδέα του έργου ήταν η διάδοση στον εμπορικό τομέα των εργαλείων που αναπτύχθηκαν από τα πανεπιστήμια στο πλαίσιο της διαχείρισης των πόρων και της βελτιστοποίησης της λειτουργίας των δικτύων.

Εκπονήθηκαν πολυάριθμες μελέτες περιπτώσεων κυρίως στη λεκάνη της Καρδίτσας και την Κάλυμνο, η οποία παρουσιάζει αρκετά κοινά χαρακτηριστικά με την πλειονότητα των ελληνικών νησιών (περιορισμένοι πόροι λόγω χαμηλής συσσώρευσης ετήσιας βροχόπτωσης, περιορισμένης συνολικής διαχείρισης των πόρων, υψηλής θερινής ζήτησης λόγω κυρίως του τουρισμού, υφαλμύρωσης λόγω αντλήσεων γλυκού νερού στους υδροφορείς).

Ο αρχικός προϋπολογισμός του έργου είναι 2 εκ. ευρώ για 3 έτη. Τα κονδύλια παρέχονται από το ελληνικό Υπουργείο Ανάπτυξης μέσω της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ).

Βάσει αυτού του συνολικού προϋπολογισμού, περίπου €800.000 διατίθενται σε πανεπιστημιακές έρευνες (ΕΜΠ) και €850.000 στη NAMA, η οποία αυτοχρηματοδοτείται κατά περίπου 50%.

2.3. ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΤΗΣ SOGREAH ΣΤΗΝ NAMA

Ο σκοπός της επίσκεψης ήταν να συναντήσουμε τα άτομα που συμμετέχουν στο έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ εδώ και περισσότερα από τρία χρόνια και να παραстоύμε σε μια πλήρη παρουσίαση των μεθόδων που αναπτύχθηκαν από έρευνες του ΕΜΠ, καθώς και των εφαρμογών λογισμικού που αναπτύχθηκαν σε συνεργασία με την NAMA.

Η επίσκεψη της SOGREAH διήρκησε 5 ημέρες, από τις 20 Νοεμβρίου έως τις 24 Νοεμβρίου 2006. Η NAMA οργάνωσε αυτή την εβδομάδα εργασίας κατά τρόπο ώστε η SOGREAH να μπορέσει να διαμορφώσει μια σφαιρική άποψη για όλα τα εργαλεία, να παρακολουθήσει μια λεπτομερή παρουσίαση για κάθε εργαλείο στις εκδόσεις που ήταν διαθέσιμες στις ημερομηνίες της αποστολής και να πραγματοποιήσει συζητήσεις με όλους τους συμμετέχοντες στο έργο (ερευνητές, υποψήφιους διδάκτορες, μηχανικούς, τεχνικούς πληροφορικής,...).

Σε αυτό το στάδιο του έργου, η τελική έκδοση όλων των εργαλείων δεν είναι ακόμα διαθέσιμη. Θα πρέπει σίγουρα να περιμένουμε κάποιους μήνες πρακτικής χρήσης και κάποιες μελλοντικές εξελίξεις των εργαλείων για να καταλήξουμε σε μια ποιοτική λειτουργική έκδοση. Οι θεωρητικές βάσεις των μοντέλων είναι γερές και εάν υπάρξουν προβλήματα όσον αφορά τη μορφή ή τη διεπαφή των εργαλείων, είναι μικρά σε σχέση με ό,τι έχει ήδη επιτευχθεί και ασήμαντα.

Όσον αφορά την αποστολή εμπειρογνομosύνης, όλα τα επί του παρόντος διαθέσιμα εργαλεία τέθηκαν στη διάθεσή μας στις τελευταίες εκδόσεις τους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της Καλύμνου και την παρουσίαση ορισμένων εργαλείων, ειδικότερα του ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ, τέθηκαν επίσης στη διάθεσή μας. Συνεπώς, εκτός των περιόδων εργασίας μαζί με την NAMA ή το ΕΜΠ, η SOGREAH είχε τη δυνατότητα να δοκιμάσει τα εργαλεία στις τρέχουσες εκδόσεις τους.

Η SOGREAH επικεντρώθηκε στις ακόλουθες πτυχές:

- Θεωρητικές: κατανόηση ή/και προσδιορισμός των θεωρητικών βάσεων, προσδιορισμός για κάθε εργαλείο των σημαντικών καινοτομιών στη διάθεση του μηχανικού
- Μεθοδολογικές: ανάπτυξη των διασυνδεδεμένων εργαλείων, δοκιμή των εργαλείων και των διεπαφών σε εικονικούς υπολογιστές, έλεγχος ποιότητας των εφαρμογών πληροφορικής
- Πρακτικές: χρηστικότητα των εργαλείων, προγραμματισμός διεργασιών, ευκολία εκμάθησης των εργασιών και λειτουργιών που παρουσιάζονται από τους εισηγητές

3. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

3.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

3.1.1. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΓΓΡΑΦΩΝ

Το σύστημα προγραμματισμού επιτρέπει την αποθήκευση ενός έργου και διαφόρων σεναρίων μέσα σε αυτό. Για παράδειγμα, ορίζουμε ένα δίκτυο μέσα στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ και διάφορες υποθέσεις απολήψεων και τροφοδοτήσεων μέσω διαφόρων σεναρίων. Αυτό επιτρέπει την ομαδοποίηση όλων των δυνατών λειτουργιών σε ένα μόνο έργο και διευκολύνει τη διεξαγωγή διαδοχικών δοκιμών σε αυτές σε περίπτωση ανάγκης. Αυτός ο τύπος αποθήκευσης είναι ίδιος για όλα τα εργαλεία.

3.1.2. ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όλα τα μοντέλα συνδέονται στην κοινή βάση δεδομένων ΥΔΡΙΑ. Το ενδιαφέρον της προτιμώμενης μεθόδου είναι η ενημέρωση μίας μόνο βάσης δεδομένων με όλα τα απαραίτητα δεδομένα (φυσικά, υδρολογικά, χαρακτηριστικά των σταθμών,...).

Τα μοντέλα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν εκτός του πλαισίου της βάσης δεδομένων, δηλαδή σε δεδομένα που εισάγονται με τη μορφή αρχείου κειμένου από έναν χρήστη. Συνεπώς, τα εργαλεία είναι διασυνδεδεμένα αλλά και ανεξάρτητα σε περίπτωση ανάγκης και δεν συνδέονται υποχρεωτικά με τη βάση δεδομένων ΥΔΡΙΑ.

3.1.3. ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΟΔΥΣΣΕΥΣ

Τα εργαλεία του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ αποτελούν ένα σύνθετο σύνολο μοντέλων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Επιτρέπουν την επεξεργασία πολυάριθμων προβλημάτων μελετών, αλλά προϋποθέτουν είτε τη σωστή χρήση των εργαλείων και υποκείμενων θεωριών, είτε τη σαφή γνώση ποιου τμήματος του μοντέλου πρέπει να χρησιμοποιηθεί για έναν συγκεκριμένο τύπο μελετών και τη δυνατότητα χρήσης αυτού του τμήματος των εργαλείων κατά τρόπο ανεξάρτητο από τα άλλα εργαλεία. Σε κάθε περίπτωση, ο χρήστης πρέπει να είναι ενημερωμένος για τη χρήση αυτών των εργαλείων από κάθε άποψη: θεωρητική, πρακτική και μεθοδολογική.

Η χρήση ορισμένων εργαλείων, κυρίως του ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ, απαιτεί τον ορισμό διαφόρων παραμέτρων (έως και περισσότερες από 100 παράμετροι για μια μελέτη που παρουσιάστηκε στην EGU το 2005 για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Βοιωτικός Κηφισός). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εκτέλεση αυτών των ρυθμίσεων βασίζεται σε μια σταδιακή βαθμονόμηση όλων των παραμέτρων προς ρύθμιση. Ο χειριστής παρεμβαίνει στη διαδοχική επιλογών των παραμέτρων προς ρύθμιση σε κάθε στάδιο. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τη δημιουργία σειρών παραμέτρων που οδηγούν σε καλής ποιότητας αποτελέσματα. Ωστόσο, είναι σχετικά μακροσκελής και απαιτεί ιδιαίτερα καλή γνώση των εργαλείων και ικανότητα μετάφρασης των φυσικών χαρακτηριστικών των λεκανών με τη μορφή τιμών που λαμβάνονται από τις παραμέτρους των μοντέλων.

Τα υδρολογικά και υδρογεωλογικά μοντέλα συγκεντρώνουν επίσης ορισμένα χαρακτηριστικά των εννοιολογικών μοντέλων στη σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας των λεκανών απορροής και ορισμένα χαρακτηριστικά των προσδιοριστικών ή φυσικών μοντέλων στην αναπαράσταση των διαδικασιών διήθησης ή απορροής. Από πρακτικής άποψης, αυτός ο συνδυασμός των διαφόρων χαρακτηριστικών κάθε τύπου μοντέλων είναι ενδιαφέρων. Ωστόσο, οι παράμετροι των φυσικών νόμων που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα (όπως ο νόμος Darcy για παράδειγμα στην περίπτωση της ΥΔΡΟΓΕΙΟΥ) ορίζονται κυρίως για λόγους κλίμακας φαινομένων. Αυτή είναι μια απόλυτα κλασική πρακτική. Δεν θα πρέπει όμως ο χρήστης να θεωρήσει τις τιμές που λαμβάνει από τις παραμέτρους των μοντέλων ως φυσικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του. Θα ήταν μεγάλη πρόκληση να ερμηνεύσουμε φυσικά τις τιμές των παραμέτρων των μοντέλων.

3.1.4. ΤΑ ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΟΔΥΣΣΕΥΣ

Σε αντίθεση με την πρώτη παρατήρηση της προηγούμενης παραγράφου, ο σκοπός του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ είναι να είναι λειτουργικό. Από αυτή την άποψη, η συσχέτιση όλων των μοντέλων, αν και περίπλοκη, καθώς και ο ορισμός των χρησιμοποιούμενων ορισμών, αποτελούν επιτυχίες. Συγκεκριμένα:

- όλα τα εργαλεία είναι διαθέσιμα σε ένα ενιαίο,
- η γενική χρήση αυτών των εργαλείων είναι αρκετά φιλική (πτυσσόμενα μενού, επιλογή με πλαίσιο ελέγχου ή επιλογή από λίστες, επιλογή μεταβλητών με επιλογή-μετακίνηση,...),
- οι μέθοδοι στηρίζονται σε γερές θεωρητικές βάσεις και παραμένουν προσαρμοσμένες σε μια λειτουργική και πρακτική χρήση, η οποία δεν αφορά αποκλειστικά ερευνητικές δραστηριότητες.

Το έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ είναι επίσης προϊόν προηγούμενων ερευνών που διεξήγαγε το ΕΜΠ. Ως εκ τούτου, βρίσκεται στη μέση της απόστασης μεταξύ βασικής έρευνας και λειτουργικού εργαλείου. Τα εργαλεία είναι αναμφισβήτητα λίγο περίπλοκα για έναν οποιονδήποτε χρήστη (πολλές παράμετροι, γερές θεωρητικές βάσεις που όμως απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις για την κατανόηση των μεθόδων,...). Είναι όμως ιδιαίτερα ικανά να επεξεργαστούν μελέτες διαχείρισης πόρων σε περίπλοκα υδροσυστήματα.

Τέλος, το κυριότερο δυνατό σημείο του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ συνίσταται στο γεγονός ότι συσχετίζει έναν ερευνητικό ακαδημαϊκό φορέα με έναν ιδιωτικό φορέα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αξιοποιούμε τα αποτελέσματα πολλών ετών έρευνας και θέτουμε στη διάθεση του μηχανικού ισχυρά και ποιοτικά εργαλεία.

3.2. ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΡΙΣΜΟΥ ΑΝΑΓΚΩΝ: ΔΙΨΟΣ

Το ΔΙΨΟΣ είναι αναμφισβήτητα το πιο εύκολο στην κατανόηση και χρήση μοντέλο, καθώς διαθέτει προεπιλεγμένες τιμές. Το μοντέλο ΔΙΨΟΣ δεν στηρίζεται σε περίπλοκες θεωρητικές βάσεις. Εκτιμά μόνο την κατανάλωση σε νερό μιας μελετούμενης ζώνης ανά μήνα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους ανάλογα με τις χρήσεις (οικιακή, γεωργική, βιομηχανική,...).

Το ενδιαφέρον αυτού του εργαλείου είναι ότι επιτρέπει τον καθορισμό, μετά από πολλά διαδοχικά έτη προσομοίωσης, της εξέλιξης του πληθυσμού ή της εξέλιξης των καταναλώσεων. Εντάσσουμε έτσι στη διαχείριση των πόρων την εγγενή εξέλιξη του συστήματος σε θέματα υδατικών αναγκών.

3.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ

Η ενότητα ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ περιλαμβάνει 4 συμπληρωματικά εργαλεία για την εκτέλεση στατιστικών αναλύσεων χρονικών δεδομένων, την παραγωγή όμβριων καμπύλων, τη μοντελοποίηση του υδρολογικού ισοζυγίου μιας λεκάνης απορροής και την στοχαστική παραγωγή χρονικών βροχής μέσω της ΚΑΣΤΑΛΙΑ.

Ο ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ περιλαμβάνει επίσης ορισμένα δευτερεύοντα εργαλεία που επιτρέπουν την εκτέλεση απλών διεργασιών στα αρχικά δεδομένα: μελέτη συσχέτισης, ανάκτηση ελλিপτικών δεδομένων, σύνθεση μεταβλητών.

3.3.1. ΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ: ΠΥΘΙΑ ΚΑΙ ΟΜΒΡΟΣ

Τα διαθέσιμα στατιστικά εργαλεία του ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ επιτρέπουν την εκτέλεση κλασικών στη στατιστική υδρολογία διεργασιών: υπολογισμό της κατανομής εμπειρικής συχνότητας των δεδομένων, εκτίμηση των στατιστικών νόμων προσαρμογής, εκτίμηση των διαστημάτων εμπιστοσύνης, εκτίμηση των συσσωρεύσεων μεταβλητών για διάφορες περιόδους επαναφοράς.

Η προστιθέμενη αξία του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ δεν αφορά τον ορισμό των στατιστικών νόμων αυτόν καθ' αυτόν. Αντίθετα, υπάρχουν 16 στατιστικοί νόμοι για τη ρύθμιση των παραμέτρων των νόμων σύμφωνα με τη μέθοδο ροπών και 11 για τη ρύθμιση των παραμέτρων με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας. Υπάρχουν επίσης 4 εμπειρικές κατανομές συχνότητας δεδομένων. Ακόμα, παρέχονται πολλές επιλογές για το γραφικό υπόβαθρο απεικόνισης των δεδομένων, τον ορισμό του άξονα των τεταγμένων (συχνότητα ή περίοδος επαναφοράς).

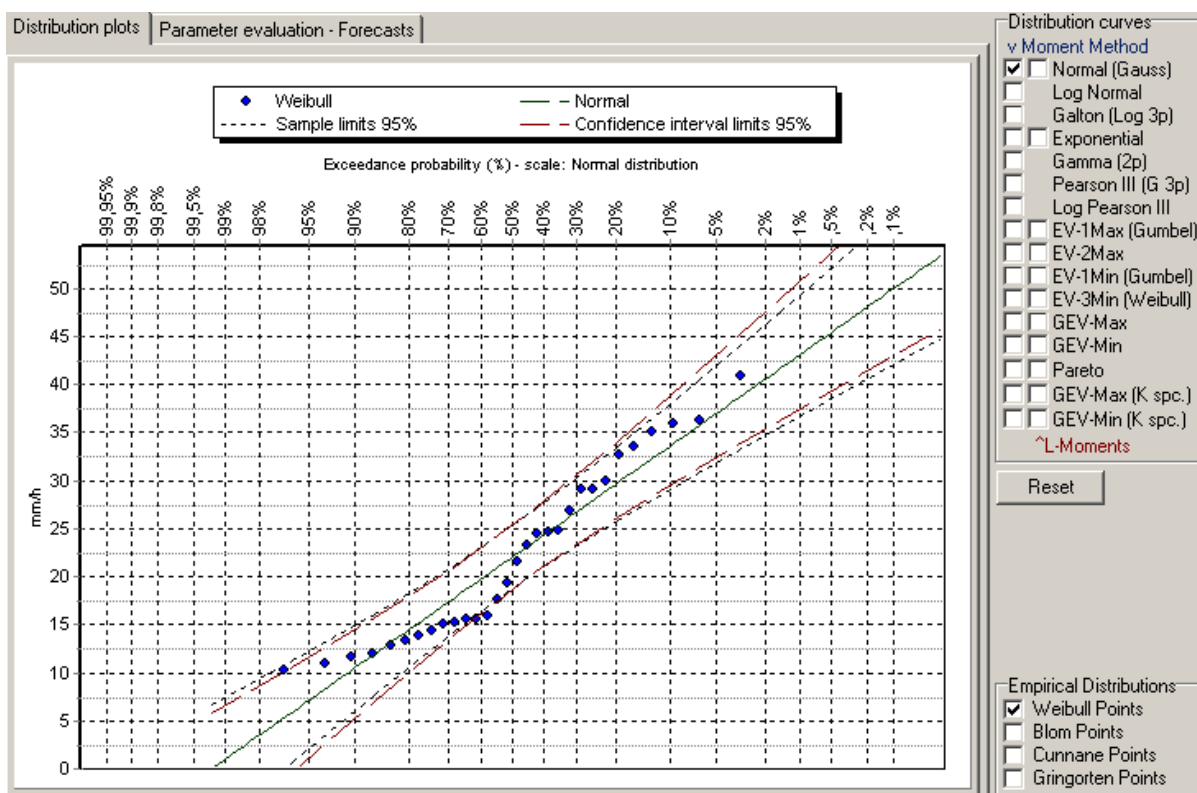
Το μοντέλο ΠΥΘΙΑ είναι πολύ πλήρες και πολύ εύχρηστο. Επιτρέπει στο χρήστη να ελέγξει γρήγορα τις συνέπειες της επιλογής ενός στατιστικού νόμου συγκεκριμένα και να συγκρίνει τις κατανομές συχνότητας που προκύπτουν από διάφορους στατιστικούς νόμους για το ίδιο δείγμα δεδομένων. Όλες οι παράμετροι των διαθέσιμων νόμων στην ΠΥΘΙΑ υπολογίζονται και ενημερώνονται σε έναν πίνακα.

Τέλος, ο χρήστης μπορεί να ορίσει το διάστημα εμπιστοσύνης των κατανομών συχνότητας. Η λειτουργία αυτή είναι πολύ σημαντική για την επαναφορά της διακύμανσης των υδρολογικών δεδομένων γύρω από μέσες τιμές.

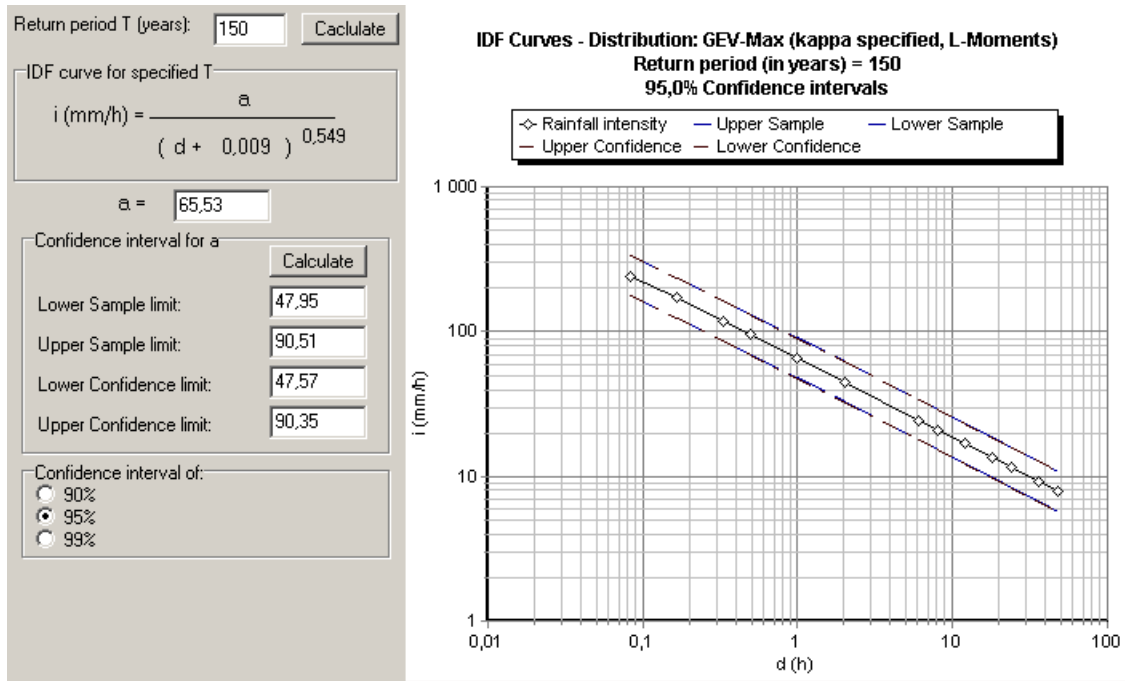
Ο ΟΜΒΡΟΣ αποτελεί προϊόν προηγούμενων ερευνών με αντικείμενο τον ορισμό των όμβριων καμπύλων με βάση έναν τύπο που λαμβάνει συγκεκριμένα υπόψη τις κατανομές πιθανοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ανώτατων τιμών των εντάσεων. Ο ΟΜΒΡΟΣ επιτρέπει έτσι την παραγωγή όμβριων καμπυλών.

Ακόμα και εκεί, το εργαλείο είναι πολύ φιλικό και εύκολο στη χρήση και την πρόσβαση. Ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει δοκιμές σε διάφορους νόμους πιθανοτήτων, να εκτιμήσει τις όμβριες καμπύλες για διάφορες περιόδους επαναφοράς, καθώς και για συγκεκριμένες περιόδους επαναφοράς (150 έτη, για παράδειγμα), να υπολογίσει το διάστημα εμπιστοσύνης των όμβριων καμπυλών για μια δεδομένη περίοδο επαναφοράς και να καθορίσει τις τιμές των χρησιμοποιούμενων παραμέτρων.

Τέλος, τα εργαλεία OMBΡΟΣ και ΠΥΘΙΑ βασίζονται στην ίδια αρχή: να προσφέρουν εύκολα και με ορισμένες γρήγορες επιλογές πολύ σημαντικές δυνατότητες υπολογισμού στον τομέα της στατιστικής. Εκτός από τις δευτερεύουσες λειτουργικές δυνατότητες, η ποιότητα των γραφικών μέσων που χρησιμοποιούνται και των διεπαφών που έχουν επιλεγεί διευκολύνει το γρήγορο χειρισμό αυτών των δύο εργαλείων.



Παράδειγμα κατανομής συχνότητας βροχοπτώσεων (ΠΥΘΙΑ)



Παράδειγμα υπολογισμού της όμβριας καμπύλης και των διαστημάτων εμπιστοσύνης κατά 95% για περίοδο επαναφοράς 150 ετών (ΟΜΒΡΟΣ)

3.3.2. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ: ΚΑΣΤΑΛΙΑ

Η ΚΑΣΤΑΛΙΑ είναι ένα στοχαστικό μοντέλο παραγωγής ετήσιων βροχοπτώσεων η αρχή του οποίου συνίσταται στην τήρηση των τιμών που προκύπτουν από τις ροπές 1 έως 3 επί των παρατηρούμενων δεδομένων. Η μηνιαία κατανομή των ετήσιων βροχοπτώσεων που παράγονται με τυχαίο τρόπο πραγματοποιείται τηρώντας το μηνιαίο ποσοστό βροχόπτωσης που καταγράφεται κάθε μήνα, το οποίο υπολογίζεται σε σχέση με τις ετήσιες συσσωρεύσεις. Στο μοντέλο προβλέπεται μια τυχαία διακύμανση γύρω από αυτή τη μέση τιμή των ποσοστών. Ωστόσο, τηρείται η μέση κατανομή των μηνιαίων βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού έτους.

Η ΚΑΣΤΑΛΙΑ είναι αναμφισβήτητο το πιο περίπλοκο εργαλείο του ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ, αλλά και αυτό που προσφέρει τις πιο ενδιαφέρουσες δυνατότητες για τη διαχείριση των δικτύων και των υδατικών πόρων: δοκιμή της λειτουργίας ενός δικτύου με βάση πολλαπλά δείγματα μηνιαίων βροχοπτώσεων και, συνεπώς, προσδιορισμός των πιθανοτήτων αποτυχίας της προμήθειας νερού χωρίς αποκλειστική χρήση ενός σεναρίου βροχόπτωσης.

Αυτό το εργαλείο παρουσιάζει επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη δοκιμή των βροχομετρικών σεναρίων στο πλαίσιο μελετών διαφορετικών από αυτές που αφορούν μόνο τη διαχείριση των πόρων (εξέλιξη της βροχομετρίας βάσει υποθέσεων εξέλιξης του κλίματος, εξέλιξη των εκροών μιας λεκάνης σε σχέση με διάφορα ισοπίθανα βροχομετρικά σενάρια,...) Στηρίζεται σε γερές θεωρητικές βάσεις. Πρόκειται πράγματι για ένα τεχνικά ισχυρό και αξιόπιστο εργαλείο. Ωστόσο, ο μέσος χρήστης θα πρέπει να έχει εκπαιδευτεί στη χρήση του κυρίως όσον αφορά τον ορισμό των παραμέτρων εισόδου της ΚΑΣΤΑΛΙΑ και την απεικόνιση και έπειτα τη χρήση των παραχθεσιών χρονοσειρών.

Η θεωρητική γνώση της ΚΑΣΤΑΛΙΑ ανήκει κυρίως στο ΕΜΠ. Το ενδιαφέρον της σύμπραξης μεταξύ της NAMA και του ΕΜΠ είναι το γεγονός ότι επιτρέπει την τεχνική συνεισφορά του ΕΜΠ που για την ΚΑΣΤΑΛΙΑ είναι αρκετά σημαντική.

3.3.3. ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ: ΖΥΓΟΣ

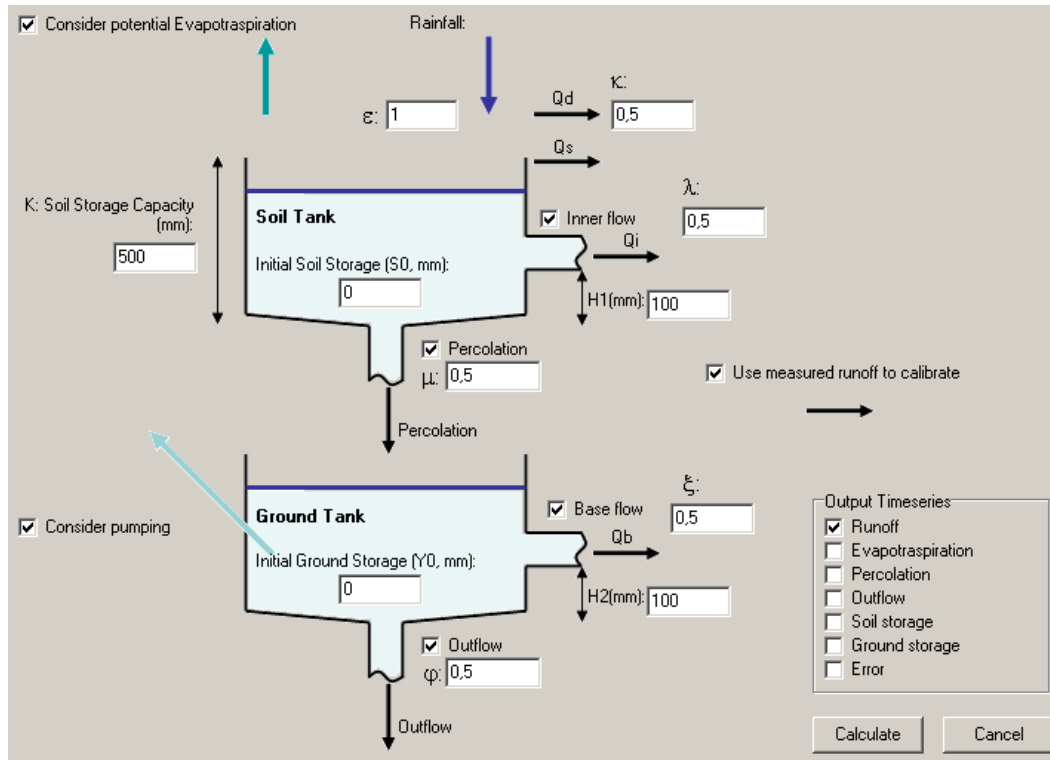
Ο ΖΥΓΟΣ είναι ένα εργαλείο εννοιολογικής μοντελοποίησης βροχής-παροχής μέσω ταμιευτήρων που απεικονίζουν σχηματικά το έδαφος και το υπέδαφος. Η συνολική εκροή έχει διάφορες πηγές: άμεση εκροή από τη βροχή, εκροή προερχόμενη από τον επιφανειακό ταμιευτήρα και εκροή προερχόμενη από τον υπόγειο ταμιευτήρα. Δεδομένου ότι αυτό το μοντέλο είναι εννοιολογικό, πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί όσον αφορά τη φυσική ερμηνεία των διαφόρων εκροών ή την ερμηνεία της κατανομής της ακατέργαστης βροχής μεταξύ των δύο ταμιευτήρων. Κατανοούμε ωστόσο το σκοπό επιλογής της κάθε πηγής εκροής.

Το χρονικό βήμα εργασίας είναι κυρίως ημερήσιο ή μηνιαίο, δεδομένων των στόχων διαχείρισης πόρων των εργαλείων. Η αναπαράσταση των διαφόρων πηγών εκροής είναι λοιπόν προσαρμοσμένη στα χρονικά βήματα εργασίας.

Παρατηρούμε το γεγονός ότι λαμβάνονται υπόψη οι απώλειες από την εξατμοδιαπνοή και την άντληση στον υπόγειο ταμιευτήρα. Από άποψη διαχείρισης πόρων, αυτές οι δύο πηγές απώλειας είναι ουσιαστικές.

Το μοντέλο ΖΥΓΟΣ εμπεριέχει πολλές παραμέτρους για τον ορισμό της κατανομής των εκροών ή των χαρακτηριστικών κάθε ταμιευτήρα (αρχικό επίπεδο και χωρητικότητα, τιμές H1 ή H2). Αυτό μπορεί να επιφέρει κίνδυνο υπερπαραμετροποίησης ενός υδροσυστήματος από το ΖΥΓΟΣ και κίνδυνο αντιστάθμισης μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων του μοντέλου για τη μοντελοποίηση των δεδομένων εξόδου. Πολλές παράμετροι μπορούν να λάβουν τιμές που αντιστοιχούν στις οριακές τιμές που επιτρέπεται να οριστούν. Αυτό δείχνει τη σχετική σημασία τους ή αντίθετα την έλλειψη ενδιαφέροντός τους ανάλογα με τις μελετούμενες περιπτώσεις και τα λαμβανόμενα αποτελέσματα. Αυτό σημαίνει σε κάθε περίπτωση ότι οι παράμετροι δεν είναι ανεξάρτητες. Από αυτή την άποψη, η υδρολογική εμπειρία της NAMA και του ΕΜΠ είναι απόλυτα απαραίτητη για να καθοδηγηθεί ένας μέσος χρήστης να επιλέξει τις περιοχές τιμών των παραμέτρων, τις αρχικές τιμές τους, τις παραμέτρους που πρέπει να οριστούν και τις παραμέτρους που πρέπει να βαθμονομηθούν. Επίσης, η υδρολογική εμπειρία θα διευκολύνει επίσης την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Η μέθοδος της βελτιστοποίησης των παραμέτρων είναι ωστόσο υψηλής ποιότητας (evolutionary annealing simplex algorithm). Οι επιλογές που έγιναν για να καταδειχθεί η εξέλιξη των τιμών που προέκυψαν από τις παραμέτρους κατά τη διάρκεια της ρύθμισης είναι εξίσου πολύ ενδιαφέρουσες και πολύ διδακτικές. Η διεπαφή του ΖΥΓΟΣ είναι σε γενικές γραμμές φιλική και εύχρηστη.



Σχηματικό διάγραμμα του μοντέλου ΖΥΓΟΣ

3.4. ΕΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ: ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ

Στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, τίθεται ένα πρόβλημα όσον αφορά τον ορισμό των στοιχείων εισόδου του μοντέλου: συνεκτίμηση των απωλειών στο υδρογραφικό δίκτυο (δήθηση, απώλειες σε καρστικό δίκτυο,...), συνεκτίμηση των πηγών και των επανεμφάνισων, συνεκτίμηση των ανταλλαγών μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων υδάτων... Είναι συνεπώς απαραίτητος ο σαφής ορισμός των μεταβλητών εισόδου του μοντέλου διαχείρισης ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ. Αυτός είναι ο σκοπός του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ.

Η ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ προτείνει μια απλοποιημένη αναπαράσταση της υδρογεωλογικής πραγματικότητας. Αυτή η αναπαράσταση είναι περιορισμένη από την άποψη της φυσικής των διεργασιών, όμως είναι πολύ ικανοποιητική από άποψη ρύθμισης και απόλυτα προσαρμοσμένη στους στόχους διαχείρισης του συνόλου των εργαλείων.

Η σχηματική απεικόνιση και η παραμετροποίηση μιας λεκάνης απορροής στην ΥΔΡΟΓΕΙΟ βασίζεται κυρίως στα εξής:

- χρήση των HRU (Hydrological Response Units) για τη μείωση του συνολικού αριθμού παραμέτρων,
- σχηματική απεικόνιση της λεκάνης απορροής σε επίπεδο υπολεκάνης και ορισμός των σημείων υπολογισμού του υδρολογικού ισοζυγίου σε αντιστοιχία με τις εξόδους των υπολεκάνων,

- παραμετροποίηση των HRU που αντιστοιχεί στη διασταύρωση των πληροφοριών που προκύπτουν από τις κλίσεις και την διαπερατότητα για τον ορισμό μιας τυπολογίας των HRU. Οι τιμές των παραμέτρων ορίζονται για κάθε τύπο HRU. Κατ' αυτό τον τρόπο, μειώνεται ο αριθμός των παραμέτρων:
- κατασκευή για τα υπόγεια ύδατα ενός δικτύου με κυψέλες ανεξάρτητες από το υπόλοιπο μοντέλο, οι οποίες όμως διασταυρώνονται με τα επιφανειακά HRU. Η κατασκευή των κυψελών υπόγειων υδάτων πραγματοποιείται σε συνάρτηση με τη στάθμη των υδάτων μέσα στο έδαφος.
- το τελευταίο επίπεδο του συστήματος αποτελείται από τα ίδια επίπεδα με αυτά του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, δηλαδή το υδροσύστημα του οποίου τη διαχείριση μελετάμε (δίκτυο γεωτρήσεων, ταμιευτήρων, υδατορρευμάτων, υδραγωγείων, σημεία ζήτησης νερού,...)

Στην περίπτωση που υπάρχουν λίγα διαθέσιμα δεδομένα από το σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), η ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ επιτρέπει τον ορισμό όλων των απαραίτητων στοιχείων μέσω ενός ενιαίου επιπέδου GIS που δημιουργείται από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (modèle numérique de terrain, MNT). Με βάση αυτό το επίπεδο και τη γνώση της λεκάνης, ο χρήστης ορίζει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τους υδρογεωλογικούς υπολογισμούς (ορισμός των υπολεκανών, των κομβικών σημείων, των HRU, των κυψελών υπόγειων υδάτων,...).

Στο μοντέλο υπόγειων υδάτων, οι κυψέλες ορίζονται βάσει ισοδυναμιών. Με αυτόν τον τρόπο, ορίζονται λιγότερες κυψέλες από ότι σε ένα κλασικό μοντέλο. Έτσι, μειώνεται ο χρόνος υπολογισμού. Όσον αφορά την αρχική γνώση των ισοδυναμιών, είτε είναι γνωστή η συμπεριφορά τους, είτε χρησιμοποιείται μία φορά το MODFLOW για την εκτίμησή τους. Στη συνέχεια, όλοι οι επόμενοι υπολογισμοί βασίζονται στα αποτελέσματα μιας και μόνο χρήσης του MODFLOW. Όλοι οι υπολογισμοί γίνονται συνεπώς πολύ πιο γρήγορα, καθώς υπάρχουν λιγότερες κυψέλες από ότι στο MODFLOW και το MODFLOW χρησιμοποιείται μόνο μία φορά. Πρόκειται για ένα ενδιαφέρον πρακτικό θέμα.

Για την αναπαράσταση του υδροσυστήματος, απαιτείται η βελτιστοποίηση πολλών παραμέτρων. Η βαθμονόμησή τους πραγματοποιείται με βάση παρατηρήσεις και διαθέσιμες ποιοτικές πληροφορίες όπως η τάση εξέλιξης των σταθμών από ανάντη προς κατόντη. Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος συνίσταται στην εναλλαγή μεταξύ χειροκίνητης παραμετροποίησης και αυτόματης βελτιστοποίησης:

- ορισμός των ομάδων παραμέτρων και επιλογή των αρχικών τιμών για τις άλλες,
- βελτιστοποίηση αυτών των παραμέτρων,
- δοκιμή των αποτελεσμάτων στο σύνολο της μελετούμενης ζώνης,
- ορισμός μιας άλλης ομάδας παραμέτρων για βαθμονόμηση,

Η βαθμονόμηση πραγματοποιείται λοιπόν σε πολλά στάδια. Πρόκειται για μια επαναληπτική και προοδευτική διαδικασία που μπορεί να διαρκέσει πολύ χρόνο. Ωστόσο, απαιτεί την εμπειρία του χρήστη, τις γνώσεις του για την περιοχή και μετριάζει τον κίνδυνο υπερπαραμετροποίησης του μοντέλου. Σε αυτό το στάδιο βαθμονόμησης του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ απαιτείται καλή κατάρτιση. Αναμφισβήτητα η NAMA σε συνεργασία με το ΕΜΠ είναι σε θέση να βοηθήσουν και να προσανατολίσουν τους μελλοντικούς χρήστες του μοντέλου ΥΔΡΟΓΕΙΟΣ.

3.5. ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ: ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ

3.5.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

Ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ είναι ο πυρήνας του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ. Είναι το εργαλείο που επιτρέπει την αναπαράσταση ενός υδατικού δικτύου και την προσομοίωση της λειτουργίας του. Ο ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ επιτρέπει τη διενέργεια δοκιμών σε νέες διαρρυθμίσεις, τον προσδιορισμό των απολήψεων και των διαφόρων ζητούμενων πηγών, τη διάγνωση της λειτουργίας ενός δικτύου (πόροι επαρκείς για την κάλυψη των αναγκών, διαχείριση πόρων προσαρμοσμένη στο πλαίσιο του δικτύου,...) και την τροποποίηση των νόμων λειτουργίας ενός ή περισσότερων ταμιευτήρων, μίας ή περισσότερων γεωτρήσεων με τη βαθμονόμηση των παραμέτρων αυτών των νόμων λειτουργίας.

3.5.2. ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η απεικόνιση του δικτύου είναι σχηματική και τα στοιχεία του δικτύου (υδατορεύματα, υδραγωγεία, γεωτρήσεις, ταμιευτήρες) απεικονίζονται με συνοπτικό τρόπο. Τα χαρακτηριστικά κάθε στοιχείου ορίζονται με ένα μενού ειδικό για κάθε τύπο στοιχείων. Αυτά τα μενού είναι εύχρηστα και χρειάζονται ελάχιστες μόνο γνώσεις για τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε στοιχείου. Δεν λαμβάνεται υπόψη, για παράδειγμα, το μήκος των τμημάτων των υδατορρευμάτων ή των υδροφορέων ή η υδραυλική χωρητικότητα αυτών των τμημάτων. Η απεικόνιση του δικτύου είναι εννοιολογική και προσανατολισμένη στη διαχείριση των πόρων και όχι στην υπολογιστική ανασύσταση ενός πραγματικού δικτύου.

Οι απολήψεις από τους πόρους ορίζονται από απολήψεις στα επιφανειακά ύδατα και στις αντλήσεις. Για τους ταμιευτήρες και τις γεωτρήσεις, διευκρινίζονται αντίστοιχα οι νόμοι λειτουργίας και το ενεργειακό κόστος της άντλησης. Παρατηρούμε ότι οι νόμοι παραμετροποίησης των ταμιευτήρων εμπεριέχουν μόνο δύο παραμέτρους. Ο ορισμός της χρήσης των αντλήσεων διαμορφώνεται σε συνάρτηση με τη διαθεσιμότητα του επιφανειακού πόρου και το ενεργειακό κόστος της χρήσης αντλήσεων (κατανάλωση ρεύματος σε kWh/m³). Σε κατάσταση προσομοίωσης, το μοντέλο αναλύσει τη συνολική ζήτηση και κατανέμει τις εισροές μεταξύ των διαφόρων διαθέσιμων πηγών. Προτεραιότητα δίδεται στις εισροές από ταμιευτήρες που παρουσιάζουν το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος. Ωστόσο, εάν το διαθέσιμο υδατικό απόθεμα των ταμιευτήρων είναι μικρότερο από τις ανάγκες, το υπόλοιπο παρέχεται μέσω άντλησης.

Ο χρήστης ορίζει επίσης στόχους (targets) ανάλογα με την ανάγκη ικανοποίησης μιας επιλογής σε προτεραιότητα κατά τη διάρκεια λειτουργίας του δικτύου (τήρηση μιας ελάχιστης παροχής σε ένα υδατόρρευμα, τήρηση ενός ύψους για έναν ταμιευτήρα, προτεραιότητα στην κάλυψη της ζήτησης μιας πόλης αντί μιας άλλης,...). Αυτοί οι στόχοι αντιμετωπίζονται κατά τρόπο «ή όλα ή τίποτα»: ή ο διαθέσιμος πόρος επιτρέπει την επίτευξή τους, ή δεν πληρούνται οι προτεραιότητες. Η ιεράρχηση των στόχων επιτρέπει τη διάκριση 8 επιπέδων προτεραιότητας (από το 1 για τους πιο σημαντικούς έως το 8 για τους λιγότερο σημαντικούς). Οι στόχοι του ίδιου επιπέδου προτεραιότητας αντιμετωπίζονται τυχαία ως προς την επιλογή αυτών που θα εκπληρωθούν πρώτοι.

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, το μοντέλο προσπαθεί να καταλήξει στο ελάχιστο συνολικό κόστος λειτουργίας του δικτύου τηρώντας με σειρά τα εξής:

1. τους νεκρούς όγκους των ταμιευτήρων,
2. τους καθορισμένους στόχους σε συνάρτηση με τις προτεραιότητες,
3. την κινητοποίηση του πόρου σε συνάρτηση με τις διαθεσιμότητες,
4. την ανάγκη επίτευξης των στόχων ακόμα και αν αυξάνεται το συνεπαγόμενο κόστος.

3.5.3. ΤΡΟΠΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι νόμοι λειτουργίας των ταμιευτήρων και των γεωτρήσεων, οι στόχοι (targets), η κατανομή των υδάτων μεταξύ των διαφόρων πιθανών διαδρομών και των διαφόρων πηγών ή η διαχείριση των πλεοναζόντων υδάτων μπορούν να βαθμονομηθούν προκειμένου να βελτιωθεί η διαχείριση των πόρων. Η ποιότητα της βαθμονόμησης ορίζεται βάσει διαφόρων κριτηρίων: οικονομικά, υδροδότηση,... Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κατά τη βαθμονόμηση είτε να ορίσει μια συνάρτηση βαθμονόμησης λαμβάνοντας υπόψη όλα τα κριτήρια σταθμίζοντας τη σημασία κάθε κριτηρίου, είτε μια συνάρτηση βαθμονόμησης για κάθε κριτήριο.

Χωρίς να αναφερθούμε με λεπτομέρειες στη μέθοδο βαθμονόμησης, θα σταθούμε στο γεγονός ότι βασίζεται στη μονοδρομική μέθοδο στην οποία προστέθηκαν η πιθανότητα εξέλιξης μιας μερικώς τυχαίας απόστασης προς την κατεύθυνση βελτίωσης της ποιότητας των ρυθμίσεων και η συνεκτίμηση μιας θερμοκρασίας στη συνάρτηση κριτήριο, η οποία ορίζεται ως η απόκλιση μεταξύ των μέγιστων και ελάχιστων τιμών που προκύπτουν από τη συνάρτηση κριτήριο. Ανάλογα με τη βέλτιστη απόσταση, η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη ή υψηλότερη.

Στην περίπτωση της βελτιστοποίησης του δικτύου, πραγματοποιούνται δύο ένθετες βαθμονομήσεις:

- βήμα προς βήμα, από τη βαθμονόμηση μαθαίνουμε την κατανομή των ροών στο δίκτυο,
- με μια γενική βαθμονόμηση ορίζουμε τις παραμέτρους προς βαθμονόμηση.

Η λειτουργία του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ σε κατάσταση βαθμονόμησης μπορεί να χρειαστεί πολλούς υπολογισμούς και να αποδειχθεί σχετικά χρονοβόρα. Ωστόσο, καταλήγουμε σταδιακά στον προσδιορισμό των αναζητούμενων παραμέτρων.

3.5.4. ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

Τα δεδομένα που προσομοιώνονται μέσω της ΚΑΣΤΑΛΙΑ εξυπηρετούν ως δεδομένα εισόδου για τον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ προκειμένου να ελεγχθεί η λειτουργία του δικτύου σε διάφορα σενάρια. Οι απλές στατιστικές αναλύσεις δεδομένων εισόδου και τα ποσοστά αποτυχίας κάλυψης των αναγκών ζήτησης και επίτευξης των καταγεγραμμένων στόχων επιτρέπουν την τελειοποίηση της διάγνωσης ενός δικτύου και τον προσδιορισμό της συχνότητας των αποτυχιών.

3.5.5. ΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η οπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων είναι πολύ εύχρηστη. Πράγματι, είναι δυνατή η οπτική παρουσίαση της λειτουργίας του δικτύου υδροδότησης ανά διαδοχικά χρονικά βήματα (με κόκκινο προσδιορίζονται απλά οι μη καλυφθείσες ανάγκες ζήτησης), ή η οπτική παρουσίαση μέσω απλών και διδακτικών γραφικών των ποσοστών αποτυχίας κάλυψης των αναγκών ζήτησης και επίτευξης των στόχων.

Οι πιθανοί τρόποι λειτουργίας της στοχαστικής παραγωγής δεδομένων είναι:

- η παραγωγή μιας συνθετικής χρονοσειράς δεδομένων (μιας σειράς 1.000 ετών, για παράδειγμα),
- η παραγωγή πολλών διαφορετικών χρονοσειρών που έχουν ίδια στατιστικά χαρακτηριστικά (100 σειρές των 10 ετών, για παράδειγμα).

Και στις δύο περιπτώσεις, θεωρούμε ότι τα εγγενή χαρακτηριστικά του δικτύου είναι στάσιμα. Αυτή η υπόθεση είναι σημαντικό να υπενθυμίζεται συστηματικά.

3.6. ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ: ΡΥΠΟΣ, ΗΡΙΑΝΟΣ, ΛΕΡΝΗ

Παρόλο που η διεπαφή είναι διαφορετική, το μοντέλο ΡΥΠΟΣ στηρίζεται στις ίδιες αρχές μοντελοποίησης με το ΔΙΨΟΣ. Το ΔΙΨΟΣ επιτρέπει τον καθορισμό των υδατικών αναγκών, ενώ το ΡΥΠΟΣ επιτρέπει τον καθορισμό των ρυπαντικών φορτίων του μελετούμενου συστήματος. Το ΡΥΠΟΣ λαμβάνει υπόψη όλες τις πιθανές ρυπαντικές εισροές (οικιακές, γεωργικές, βιομηχανικές,...) και την παρουσία ή απουσία μέσω μείωσης των ρυπαντικών φορτίων στο φυσικό περιβάλλον: μονάδες καθαρισμού, επεξεργασία των λυμάτων ορισμένων βιομηχανιών... Όπως και το ΔΙΨΟΣ, το ΡΥΠΟΣ δεν βασίζεται σε πολύ περίπλοκες θεωρητικές βάσεις. Λαμβάνει κυρίως υπόψη την κατάληψη του χώρου, τα ρυπαντικά φορτία σε συνάρτηση με τον τύπο χρήσεων και την ετήσια κατανομή αυτών των φορτίων.

Η εξοικείωση με το ΡΥΠΟΣ και ο χειρισμός του είναι αρκετά εύκολος. Ωστόσο, απαιτούνται πολλά δεδομένα για τον ορισμό όλων των παραμέτρων υπολογισμού των ρυπαντικών φορτίων (φύση, συγκέντρωση, πηγή,...). Οι μελλοντικές μελέτες του ΕΜΠ θα πρέπει να καταλήξουν σε μια πρόταση για τις προεπιλεγμένες τιμές σε περίπτωση έλλειψης δεδομένων (κατά κάποιον τρόπο όπως για το ΔΙΨΟΣ). Αυτό θα αποτελέσει πραγματικό πλεονέκτημα για το χρήστη, ακόμα και αν οι αντίστοιχες πληροφορίες δεν θα έχουν την ίδια αξία με τις τοπικές πληροφορίες που αποτελούν αποτέλεσμα επιτόπιας έρευνας.

Το ΡΥΠΟΣ παρέχει δεδομένα εισόδου στα επόμενα μοντέλα που είναι η ΛΕΡΝΗ και ο ΗΡΙΑΔΑΝΟΣ που επιτρέπουν αντίστοιχα τη μοντελοποίηση της ποιότητας των υδάτων των λιμνών και των υδάτων των υδατορρευμάτων.

Ο ΗΡΙΑΔΑΝΟΣ και η ΛΕΡΝΗ είναι μονοδιάστατα μοντέλα ποιότητας, με δυνατότητα ορισμού δύο επιπέδων για μια λίμνη.

Εκτός από τις τελείως πρακτικές και θεωρητικές απόψεις, το μεγάλο ενδιαφέρον των εργαλείων ΗΡΙΑΔΑΝΟΣ και ΛΕΡΝΗ είναι ότι μπορούμε να λάβουμε υπόψη την αβεβαιότητα των δεδομένων εισόδου. Για παράδειγμα, εάν χρησιμοποιούμε μια μηνιαία μέση τιμή για την παροχή που είναι αμφισβητούμενη, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε πολλές στοχαστικές προσομοιώσεις εξετάζοντας μια σειρά πιθανών τιμών γύρω από την ενδεικνυόμενη παροχή (για παράδειγμα +/- 50 %). Όλες οι τιμές για την παροχή που προκύπτουν είναι ισοπίθανες και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς εξέλιξης των ρυπαντικών φορτίων του αναλυόμενου συστήματος. Στη συνέχεια ορίζονται στο τμήμα των αποτελεσμάτων καμπύλες ίσων συχνοτήτων για τα σενάρια που προκύπτουν από τις διάφορες τιμές παροχής γύρω από την αρχική τιμή.

Η διαχείριση των σημείων σύγκλισης δεν είναι επί του παρόντος δυνατή στον ΗΡΙΑΔΑΝΟ. Προς το παρόν, μπορούμε να δουλέψουμε ορίζοντας 2 σκέλη ανάντη και ένα κοινό σκέλος κατόντη. Η διαχείριση των σημείων σύγκλισης θα πρέπει να γίνει αργότερα.

3.7. ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΩΣΗΣ: ΑΛΣ

Αυτή η ενότητα είναι ένα πραγματικό βοήθημα σε σχέση με πολλά άλλα εργαλεία του ίδιου τύπου με το ΟΔΥΣΣΕΥΣ. Ο στόχος αυτού του εργαλείου είναι ο ορισμός της μέγιστης παροχής κάθε γεώτρησης σε περίπτωση άντλησης σε έναν υδροφόρο σε αλληλεπίδραση με το θαλάσσιο περιβάλλον χωρίς να αντληθεί αλμυρό νερό. Αντιστοιχεί σε ένα κρίσιμο πρόβλημα που υπάρχει αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα και γενικότερα στους νησιωτικούς υδροφορείς και ανταποκρίνεται σε μια πραγματική ανάγκη των υπηρεσιών υδροδότησης πόσιμου νερού.

Το μοντέλο ΑΛΣ λειτουργεί επί του παρόντος σε δύο διαστάσεις και οι παροχές άντλησης κάθε γεώτρησης βαθμονομούνται με γνώμονα τη μεγιστοποίησή τους χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να αντληθεί αλμυρό νερό. Η ενότητα υδρογεωλογικού υπολογισμού είναι η ίδια που χρησιμοποιείται και στο MODFLOW. Οι υποθέσεις που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος για την άντληση είναι για μια στάσιμη κατάσταση χωρίς μηνιαία εξέλιξη των παροχών στον υδροφόρο και της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Δουλεύουμε λοιπόν με ένα υπερετήσιο μέσο επίπεδο του επιπέδου του υδροφόρου ορίζοντα. Από πρακτική άποψη, αυτή η προσέγγιση είναι πλεονεκτική. Από άποψη ακρίβειας των αποτελεσμάτων, θα είχε ενδιαφέρον, εφόσον είναι δυνατό, η βελτίωση του υπολογισμού εξετάζοντας όχι πια ένα υπερετήσιο μέσο επίπεδο, αλλά μηνιαία μέσα επίπεδα για μια μέση υδρολογική χρονιά. Με αυτόν τον τρόπο, θα καταλήξουμε στον υπολογισμό των παροχών άντλησης ανά μήνα σε συνάρτηση με το διαθέσιμο πόρο.

Η μέθοδος βαθμονόμησης δεν καταλήγει απαραίτητα στο απόλυτο μέγιστο των παροχών άντλησης, αλλά σε μια τάξη μεγέθους των αντλούμενων παροχών. Αυτό το αποτέλεσμα είναι απόλυτα επαρκές αυτή τη στιγμή για τους στόχους διαχείρισης των πόρων.

Οι μελλοντικές εξελίξεις του μοντέλου ΑΛΣ προσανατολίζονται στον υπολογισμό σε 3 διαστάσεις της διεπιφάνειας αλμυρού-γλυκού νερού. Σε αυτή την περίπτωση, η εξέλιξη της στάθμης του υδροφορέα θα είναι επίσης διαθέσιμη.

Η είσοδος πολλών αρχείων είναι απαραίτητη. Όλα αυτά δημιουργούνται μέσω του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών και προέρχονται από την ΥΔΡΟΓΕΙΟ. Τέλος, η χρήση του μοντέλου ΑΛΣ, η οποία κατά βάθος είναι αρκετά περίπλοκη, γίνεται σχετικά απλή στην πράξη. Είναι ένα πλεονέκτημα στην καθημερινή χρήση αυτού του εργαλείου από τους χρήστες χωρίς να χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις υδρογεωλογίας ή μοντελοποίησης.

3.8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ: ΕΡΜΗΣ

Ο σκοπός του μοντέλου ΕΡΜΗΣ είναι να παρέχει συγκεκριμένα οικονομικά στοιχεία για την εκτίμηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός χωροταξικού έργου. Αυτό το εργαλείο είναι συνδεδεμένο με τον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ. Στην περίπτωση, για παράδειγμα, ενός έργου επέκτασης του δικτύου υδροδότησης, προσθήκης ενός υδραγωγείου ή δημιουργίας ενός νέου ταμειευτήρα, το τεχνικό ενδιαφέρον του έργου ελέγχεται μέσω του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ. Η οικονομική σκοπιμότητά του αξιολογείται μέσω του μοντέλου ΕΡΜΗΣ. Αυτή η συσχέτιση των δύο εργαλείων επιτρέπει τον ορισμό τόσων οικονομικών σεναρίων όσα είναι τα τεχνικά.

Το μοντέλο ΕΡΜΗΣ υπολογίζει την Καθαρή Τρέχουσα Αξία ενός έργου (ΚΤΑ ή στα αγγλικά NPV, δηλαδή Net Present Value). Η ΚΤΑ αντιστοιχεί στην εκτίμηση αυτή τη στιγμή ενός έργου που θα υλοποιηθεί στα επόμενα 15 έως 20 χρόνια. Μετά από το διάστημα αυτό, οι οικονομικές προβλέψεις είναι κατώτερης ποιότητας, διότι οι πιθανές εξελίξεις του συστήματος είναι πολύ μεγάλες. Η ΚΤΑ δεν επιτρέπει την ακριβή εκτίμηση της αποδοτικότητας μιας επένδυσης και επομένως την απόδοση της επένδυσης. Παρέχει όμως τη δυνατότητα να εκτιμηθεί κατά πόσο το έργο είναι αποδοτικό ή όχι.

Αυτή τη στιγμή, το μοντέλο υπολογισμού του ΕΡΜΗΣ έχει ολοκληρωθεί. Η διεπαφή βρίσκεται ακόμα σε φάση οριστικοποίησης. Η διεπαφή αυτή θα είναι εύχρηστη και θα παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να ορίζει εύκολα τις οικονομικές παραμέτρους που θα λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς (οικονομικός καταμερισμός του κόστους του έργου σε όλη τη διάρκεια της επένδυσης, καταμερισμός της επένδυσης, καταμερισμός της απόδοσης της επένδυσης, καθορισμός των εσόδων του έργου, καθορισμός του κόστους ανθρώπινου δυναμικού, υλικών και ενέργειας λειτουργίας, υπολογισμός της απόσβεσης,...).

Το μοντέλο ΕΡΜΗΣ επιτρέπει την εκτέλεση οικονομικών υπολογισμών για κάθε έργο και εντός κάθε έργου για κάθε υπο-έργο, προκειμένου να αξιολογηθεί η οικονομική σκοπιμότητα σε διάφορα επίπεδα. Επομένως, είναι δυνατή η αξιολόγηση διαφόρων κοινών παραμέτρων σε όλα τα έργα και υπο-έργα, όπως για παράδειγμα η διάρκεια ζωής.

Αυτό το εργαλείο είναι σαφώς ένα οικονομικό μοντέλο και δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως τα άλλα μοντέλα ή να το χειρίζονται τα ίδια άτομα. Η αρχική κατάρτιση ενός υδραυλικού μηχανικού δεν είναι απαραίτητως προσαρμοσμένη στη χρήση του ΕΡΜΗΣ από αυστηρά οικονομική άποψη.

4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

4.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Τα διαθέσιμα μοντέλα που υπάρχουν σήμερα είναι κυρίως τα εξής τρία:

- WEAP (Water Evaluation And Planning System – Stockholm Environment Institute) ;
- MIKE BASIN (DHI Water & Environment) ;
- RIBASIM (Delft Hydraulics).

Όλα αυτά τα μοντέλα είναι ουσιαστικά συγκρίσιμα με τον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ. Οι λειτουργικές δυνατότητες του ΥΔΡΟΓΝΩΜΟΝΑ και της ΥΔΡΟΓΕΙΟΥ δεν εμφανίζονται επακριβώς ή με την ίδια μορφή στα τρία παραπάνω μοντέλα.

Το πρώτο στοιχείο σύγκρισης συνίσταται στο γεγονός ότι στο έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ έχουμε στη διάθεσή μας όλα τα υδρολογικά και υδρογεωλογικά εργαλεία που επιτρέπουν τον ακριβή ορισμό των δεδομένων εισόδου του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ.

Από άποψη διαχείρισης πόρων, αυτά τα εργαλεία εμφανίζουν τα ίδια χαρακτηριστικά όσον αφορά τον καθορισμό της τοπολογίας των δικτύων, τον καθορισμό των προτεραιοτήτων χρήσεων, τον καθορισμό των χρήσεων σε ένα υδατόρρευμα σε συνάρτηση με τις παροχές. Το βασικότερο πλεονέκτημα του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ είναι η δυνατότητα βαθμονόμησης όχι μόνο της κατανομής των ροών στο δίκτυο, αλλά και των παραμέτρων της εγγενούς λειτουργίας του δικτύου: παράμετροι λειτουργίας ενός ταμιευτήρα, όρια χρήσης των αντλήσεων,...

4.2. ΚΥΡΙΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΕ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Τα δυνατά σημεία του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ:

- δυνατότητα διασύνδεσης με πολλά εργαλεία:
- βαθμονόμηση των εργαλείων, ιδίως του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, σε διάφορα επίπεδα (κατανομή των πόρων και παραμετροποίηση των νόμων λειτουργίας του μελετούμενου υδροσυστήματος), και επομένως δυνατότητα επεξεργασίας μέσα από τον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ των προβλημάτων παραμετροποίησης και βελτιστοποίησης της διαχείρισης δικτύων και πόρων, το οποίο δεν είναι εφικτό με άλλα εργαλεία,
- συσχέτιση με μια στοχαστική γεννήτρια βροχής για τη δημιουργία σεναρίων λειτουργίας του συστήματος (δημιουργία μιας συνθετικής χρονοσειράς ή περισσότερων χρονοσειρών ίδιας διάρκειας),
- γερές θεωρητικές βάσεις και στενή συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο για την διατήρηση των θεωρητικών εξελίξεων και την τεχνική υποστήριξη των χρηστών,

- ένα ενιαίο περιβάλλον εργασίας όπου εκτελούνται όλες οι εργασίες μοντελοποίησης,
- πολλά καινοτόμα εργαλεία: ΑΛΣ, ΛΕΡΝΗ, ΚΑΣΤΑΛΙΑ,...

Τα αδύνατα σημεία του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ:

- η τρέχουσα χρήση των εργαλείων στις τεχνικές μελέτες,
- η εμπειρία των ανταγωνιστών σε θέματα εμπορίας και παρουσίας των εργαλείων τους στην αγορά,
- ορισμένες συγκεκριμένες ενότητες αυτών των εργαλείων:
 - διαχείριση σε πραγματικό χρόνο, σε ημερήσιο χρονικό βήμα, για το RIBASIM και το Flood Early Warning System του που ίσως ανταγωνιστεί αργότερα τα συνδεδεμένα εργαλεία του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ, παρόλο που αφορά αποκλειστικά τη διαχείριση πόρων,
 - διασύνδεση μέσω του ArcGis για το MIKE BASIN: αυτή η διασύνδεση δεν είναι πραγματικά ένα μειονέκτημα για το ΟΔΥΣΣΕΥΣ εφόσον είναι εφικτή η διασύνδεση με ένα GIS μέσω της ΥΔΡΟΓΕΙΟΥ
 - το μοντέλο WEAP είναι αναμφισβήτητο το πιο πλήρες και πιο κοντινό από όλα στο έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ.

Τα αδύνατα σημεία είναι λίγα και οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι το έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ είναι πρόσφατο. Χρειάζεται ασφαλώς κάποιος χρόνος για να γίνουν γνωστά τα εργαλεία. Τεχνικά, τα μοντέλα του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ είναι υψηλού επιπέδου και τουλάχιστον ισοδύναμα με τα ανταγωνιστικά εργαλεία.

4.3. ΕΜΠΟΡΙΑ

Τα θέματα σχετικά με την εμπορική διάθεση των εργαλείων εξακολουθούν να συζητούνται στη NAMA. Τα στοιχεία που αναφέρονται εδώ είναι απλώς ενδεικτικά, παρέχονται σε σύγκριση με τα ανταγωνιστικά εργαλεία και δείχνουν τα σημεία στα οποία η NAMA θα πρέπει επίσης να πείσει για το ενδιαφέρον αυτού του εργαλείου.

Για παράδειγμα, μια άδεια για το WEAP κοστίζει περίπου 2.500\$ για ιδιωτικά γραφεία. Η τιμή διαφέρει ανάλογα με τον πελάτη (WEAP21.org).

Μια άδεια για το MIKEBASIN κοστίζει περίπου 4.000€ για τον πυρήνα που είναι αντίστοιχος του ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ και με ενσωματωμένη άδεια για το ArcGis 9. Η ενότητα βροχής-παροχής ανέρχεται σε 2.000€ και η ενότητα ποιότητας υδάτων σε 3.000€. Οι πανεπιστημιακές άδειες στοιχίζουν 50% λιγότερο.

Μια υπόθεση όσον αφορά την εμπορία του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ θα ήταν η παραχώρηση της άδειας δωρεάν τουλάχιστον στην αρχή. Σκοπός είναι να εξοικειωθεί το κοινό με τη χρήση αυτού του εργαλείου και το εργαλείο να ανταγωνιστεί με τα αντίστοιχα προϊόντα της DHI και της DELFT που χρησιμοποιούνται ευρέως στις μελέτες στην Ελλάδα. Η ιδέα του έργου είναι λοιπόν η διάδοση της ελληνικής τεχνογνωσίας στους τομείς που αφορά το έργο.

Η μεσοπρόθεσμη εμπορική προσέγγιση του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ μπορεί να είναι η εξής:

- αποσύνδεση των ενοτήτων κατά την πώληση,
- καθορισμός διαφορετικών τιμών ανάλογα εάν ο πελάτης είναι για παράδειγμα ιδιώτης, δημόσιος ή πανεπιστημιακός (ενδεχομένως με δωρεάν άδεια για τα πανεπιστήμια, το οποίο επιτρέπει την εξοικείωση των μελλοντικών μηχανικών στη χρήση του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ),
- επίμονη προβολή των πραγματικών πλεονεκτημάτων του έργου: στενή συνεργασία μεταξύ έρευνας και τεχνικής εφαρμογής, θεωρητική ποιότητα των εργαλείων, φιλικότητα των διεπαφών προς το χρήστη, συμπληρωματικότητα των ενοτήτων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. ΈΝΑ ΦΙΛΟΔΟΞΟ ΚΑΙ ΥΠΟΣΧΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ

Ορισμένες ενότητες που είχαν αναπτυχθεί πριν από το έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ και τέθηκαν στη διάθεσή μας από το ΕΜΠ είναι άκρως ενδιαφέρουσες και καινούργιες στην αγορά των υδραυλικών συστημάτων και της διαχείρισης δικτύων: το μοντέλο ΚΑΣΤΑΛΙΑ (σημαντικό για τον ορισμό ρεαλιστικών σεναρίων βροχόπτωσης για μεγάλες χρονικές περιόδους προκειμένου να αξιολογηθεί η μελλοντική εξέλιξη ενός υδροσυστήματος), το μοντέλο ΛΕΡΝΗ (ποιότητα των λιμναίων υδάτων), το μοντέλο ΑΛΣ (διαχείριση των υφαλμυρίσεων), μέθοδος βαθμονόμησης των μοντέλων κυρίως στον ΥΔΡΟΝΟΜΕΑ.

Οι αρχές ορισμένων εργαλείων είναι επίσης ενδιαφέρουσες για τον ενημερωμένο χρήστη: επιλογή των στατιστικών νόμων στο μοντέλο ΟΜΒΡΟΣ για παράδειγμα, οπτική παρουσίαση της εξέλιξης των συστημάτων κατά τη διάρκεια των υπολογισμών προσομοίωσης ή βαθμονόμησης (ΖΥΓΟΣ κατά τη ρύθμιση και ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ κατά την προσομοίωση).

Τέλος, το πιο ενδιαφέρον σημείο του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ είναι η μεταφορά στον τομέα των τεχνικών εφαρμογών αποδοτικών εργαλείων που είναι αποτέλεσμα πολλών ετών βασικής έρευνας. Η αξιολόγηση από άποψη τεχνικής και έρευνας των εργαλείων δεν πραγματοποιήθηκε σε πολύ εξειδικευμένο βαθμό. Αξιολόγηση αυτών των εργαλείων είχε εξάλλου ήδη πραγματοποιηθεί από άλλους ερευνητές στο πλαίσιο δημοσιεύσεων και συμμετοχών σε συνέδρια για αυτά τα θέματα.

Επίσης, χάρη στη συμμετοχή ακαδημαϊκών, καταφέραμε να περάσουμε από τη βασική έρευνα στην εφαρμοσμένη έρευνα. Αυτή η μεταφορά δεν σημαίνει υπερβολική απλοποίηση των εργαλείων και των μεθόδων που προέκυψαν από προηγούμενες έρευνες. Μπορούμε επίσης να ελπίζουμε σε μελλοντικές βελτιώσεις των εργαλείων στο πλαίσιο της μελλοντικής προόδου της έρευνας στον τομέα της υδρολογίας, της μοντελοποίησης και της διαχείρισης πόρων.

Όσον αφορά τα γραφικά των εργαλείων, θα θέλαμε να υπενθυμίσουμε τη φιλικότητα των γραφικών διεπαφών και την ευκολία χρήσης τους.

Επίσης, χάρη στα διάφορα υπολογιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξη των διεπαφών και της αρχιτεκτονικής κάθε μοντέλου και του συνόλου των μοντέλων, μπορούμε επίσης να επιμείνουμε στο ενδιαφέρον των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν από την NAMA και το ΕΜΠ: προσέγγιση CVS, χρήση του Bugzilla, επιλογή του POSTGRES για τη διαχείριση βάσης δεδομένων (εργαλείο παρόμοιο με την ACCESS αλλά δωρεάν και το οποίο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε δίκτυο στην ίδια βάση δεδομένων). Η επιμονή στην ποιότητα και την παρακολούθηση των γραφικών των υπολογιστικών εργαλείων είναι εμφανής. Δεν είναι πάντα εύκολο να γίνει αυτό και θα θέλαμε να το επισημάνουμε.

Ωστόσο, ορισμένα εργαλεία εξακολουθούν να είναι περίπλοκα για έναν μέσο χρήστη, όπως η γενική οργάνωση των εργαλείων. Η NAMA θα πρέπει να παράσχει σεμινάρια και τεχνική υποστήριξη στους μελλοντικούς χρήστες. Αυτά τα σεμινάρια και η τεχνική υποστήριξη δεν θα πρέπει να είναι απρόσιτα για τους χρήστες.

Επίσης, η τέλεια γνώση των εργαλείων είναι απαραίτητη και ορισμένα άτομα από το πανεπιστήμιο είναι ειδικοί στο αντικείμενο αυτό (κυρίως ο Καθηγητής Κουτσογιάννης και ο Διδάκτωρ Ευστρατιάδης). Υπάρχει θεωρητικό εγχειρίδιο στα ελληνικά. Κατά το χρόνο της αποστολής, η αγγλική μετάφραση δεν ήταν διαθέσιμη. Εκτός από αυτή τη μετάφραση, θα ήταν ενδιαφέρον να εξετάσουμε τη μεταφορά της γνώσης των εργαλείων από θεωρητική άποψη στα μέλη του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ. Από πρακτική άποψη, οι περισσότεροι χρήστες θα έχουν σχετικά απλές απορίες. Όμως εάν ορισμένοι χρήστες έχουν πιο σύνθετες θεωρητικές απορίες, θα ήταν ενδιαφέρον το άτομο που παρουσιάζει τα εργαλεία να είναι σε θέση να απαντήσει. Η εμπορική διάθεση του εργαλείου θα ήταν πολύ πιο εύκολη εάν τα άτομα που θα την αναλάβουν θα έχουν όλες τις βασικές θεωρητικές γνώσεις σχετικά με τα μαθηματικά χαρακτηριστικά κάθε εργαλείου. Θα ήταν παρακινδυνευμένο να εναποθέσουμε τις θεωρητικές γνώσεις σε 1 ή 2 άτομα μόνο. Το να γνωρίζουμε πώς λειτουργούν τα υπολογιστικά μοντέλα είναι ένα θέμα, όμως το να γνωρίζουμε τις υποκείμενες θεωρίες είναι ένα άλλο εξίσου σημαντικό.

Με λίγα λόγια:

- Οι δυνατότητες ανάπτυξης της NAMA γύρω από αυτό το εργαλείο είναι πολύ σημαντικές.
- Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο αξιοποίησε πολλά χρόνια έρευνας: αυτό είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα του έργου.
- Η SOGREAH, η οποία συμμετέχει στο έργο με την ιδιότητα του εξωτερικού εμπειρογνώμονα, να παρακολουθεί με προσοχή και ενδιαφέρον τις μελλοντικές εξελίξεις και μελέτες που θα πραγματοποιηθούν με τα εργαλεία του έργου.

5.2. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Σε αυτή την παράγραφο, αναφέρουμε ορισμένες προτάσεις για την εξέλιξη των εργαλείων, στην ουσία ή στη μορφή τους, τα οποία θα βοηθήσουν στην μεσοπρόθεσμη εξέλιξη των μοντέλων.

- ΠΥΘΙΑ:
 - Το μοντέλο θα πρέπει να ορίζει από μόνο του τις παραμέτρους ενός νόμου κατανομής εμπειρικής συχνότητας,
 - Δεν θα πρέπει να συμπιέζει τα προηγούμενα αποτελέσματα κυρίως κατά τον υπολογισμό των διαστημάτων εμπιστοσύνης ή στην αλλαγή του μήνα,

- Θα πρέπει να επιτρέπει τη μεταφορά σε Excel ή σε άλλο αντίστοιχου τύπου εργαλείο όχι μόνο τα γραφικά αλλά και τα αποτελέσματα (παραμέτρους των στατιστικών κατανομών, πίνακες τιμών για τις διάφορες περιόδους επαναφοράς,...) για να μπορούν να γίνονται αλλαγές στα γραφικά,
 - Θα πρέπει να επιτρέπει την επεξεργασία ανά εποχή, αν χρειάζεται, παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να ορίσει από μόνος του τις εποχές ώστε να προσαρμοστεί σε όλους τους τύπους κλιμάτων.
- ΟΜΒΡΟΣ:
 - Θα πρέπει να κρατάει στη μνήμη τις μεταβλητές που έχουν προηγουμένως χρησιμοποιηθεί εξ ορισμού. Για παράδειγμα, εάν κλείσουμε το ΟΜΒΡΟΣ κατά λάθος ή όταν εκτελούμε άλλες ενέργειες ταυτόχρονα, χάνουμε τα δεδομένα που έχουμε καταχωρήσει. Εάν ξαναχρησιμοποιήσουμε έπειτα το ΟΜΒΡΟΣ, πρέπει να ορίσουμε ξανά όλες τις μεταβλητές. Θα μπορούσαν εξ ορισμού να διατηρούνται τα προηγούμενα δεδομένα όταν ανοίγουμε ξανά την εφαρμογή (στην ίδια συνεδρία του ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ, οπότε έχουμε απώλεια των δεδομένων μόνο από μία συνεδρία σε άλλη) και να μπορεί ο χρήστης να επαναφέρει όλα τα δεδομένα κάνοντας κλικ σε ένα συγκεκριμένο κουμπί.
 - Θα πρέπει να μπορούν να γίνονται αλλαγές στους άξονες των γραφημάτων των όμβριων καμπυλών. Προτείνεται ένα τυπικό γράφημα από 1 έως 1000 mm/h στον άξονα των τεταγμένων και από 0,01 έως 100 h στον άξονα των τεταγμένων. Στην περίπτωση των εντάσεων, εάν η περίοδος επαναφοράς είναι ιδιαίτερα ισχυρή και τα δεδομένα εισόδου αντιστοιχούν σε κλίματα όπου οι εντάσεις είναι γενικά ισχυρές, για παράδειγμα σε τροπικά κλίματα, η κλίμακα του άξονα εντάσεων δεν είναι προσαρμοσμένη στις τιμές των εντάσεων που σημειώνονται. Στην περίπτωση που οι εντάσεις είναι ιδιαίτερα ασθενείς, θα ήταν ενδιαφέρον να γίνεται zoom στον άξονα των εντάσεων ώστε να εμφανίζονται οι χαρακτηριστικές περιοχές τιμών.
 - ΖΥΓΟΣ:
 - Το μοντέλο εμφανίζει έναν σημαντικό αριθμό παραμέτρων. Συνιστάται να μην βαθμονομούνται όλες οι παράμετροι ταυτόχρονα ή να μην βαθμονομούνται ταυτόχρονα όλες οι παράμετροι κάθε ταμιευτήρα, κυρίως η χωρητικότητα του επιφανειακού ταμιευτήρα, καθώς αντισταθμίζεται από την αρχική πλήρωση ή τη θέση του H1 ειδικότερα.

- Προτείνουμε επίσης να δημιουργηθεί μια υποδεέστερη έκδοση του ΖΥΓΟΣ που θα επιτρέπει την επίτευξη αποτελεσμάτων κατά μέσο όρο του ίδιου επιπέδου ποιότητας, με μειωμένο αριθμό παραμέτρων.
- ΚΑΣΤΑΛΙΑ:
 - Θα μπορούσε να προστεθεί ένα ακόμα γράφημα στην ενότητα των αποτελεσμάτων. Θα επιτρέπει την οπτική σύγκριση των κατανομών συχνότητας των βροχοπτώσεων προσομοιωμένων σε διάφορες χρονικές περιόδους (κυρίως μήνες και έτη) με τις κατανομές συχνότητας των βροχοπτώσεων που παρατηρούνται στις ίδιες περιόδους. Θα εκτιμούσαμε έτσι την ποιότητα των προσομοιώσεων όχι πια μόνο σε σχέση με την ανασύσταση των στατιστικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, ασυμμετρία), αλλά και σε σχέση με την ανασύσταση των ποσοστών βροχόπτωσης.
- ΑΛΣ:
 - η εκτίμηση των αντλήσεων θα μπορούσε να πραγματοποιείται ανά μήνα και όχι μόνο στην κλίμακα του πλήρους μέσου υδρολογικού έτους.
- ΥΔΡΟΝΟΜΕΑΣ:
 - Διαχείριση προτεραιοτήτων: Η κατανομή των πόρων μεταξύ όλων των χρήσεων δεν είναι δίκαιη αφού έχουν οριστεί οι κανόνες κατανομής. Θα ήταν ενδιαφέρον να γινόταν διαφορετικά η διαχείριση των προτεραιοτήτων ορίζοντας διαφορετικούς νόμους και πιο προοδευτικούς σε επίπεδο περιορισμών (όχι πια τύπου «ή όλα ή τίποτα»). Για παράδειγμα, στην περίπτωση δύο χρήσεων, η χρήση με προτεραιότητα 1 θα μπορούσε να μειωθεί στο 80% σε περίπτωση που ο πόρος είναι πολύ μικρός για να καλύψει ταυτόχρονα και τις δύο χρήσεις. Αυτό θα ήταν ένα επιπλέον πλεονέκτημα του εργαλείου ΟΔΥΣΣΕΥΣ σε σχέση με τα ανταγωνιστικά εργαλεία που αυτή τη στιγμή λειτουργούν όλα κατά τον ίδιο τρόπο.

- Αναπροσαρμογή των χρήσεων σε περίπτωση σοβαρής υποχώρησης των υδάτων: ο ορισμός των χρήσεων θα μπορούσε να προσαρμοστεί σε σχέση με τις παρατηρούμενες παροχές ή τις στάθμες προειδοποίησης και ειδοποίησης για υποχώρηση των υδάτων που έχουν οριστεί για κάθε ταμιευτήρα. Με αυτόν τον τρόπο, θα μπορούν να διατηρηθούν οι διαθέσιμοι πόροι σε περίπτωση σοβαρής υποχώρησης των υδάτων, το οποίο αποτελεί πλεονέκτημα για το διαχειριστή. Από άποψη μοντελοποίησης, θα πρέπει να μειωθεί η κατανάλωση, εξετάζοντας για παράδειγμα ορισμένους απλούς περιορισμούς για κάποιες χρήσεις (πότισμα ιδιωτικών εκτάσεων με χλόη, πλύσιμο οχημάτων, πλήρωση πισινών, περιορισμός των απολήψεων για άρδευση,...).
- Μοντέλα ποιότητας:
 - από πρακτική άποψη, στη ΛΕΡΝΗ και αναμφισβήτητα στον ΗΡΙΔΑΝΟ, θα ήταν σίγουρα ενδιαφέρον να μπορεί να γίνεται αντιγραφή/επικόλληση των γραμμών ορισμού των παραμέτρων προσομοίωσης. Έτσι, σε μια αρχική γραμμή, θα μπορούσαμε να ορίσουμε απλώς διάφορες γραμμές που αντιστοιχούν σε διάφορες προσομοιώσεις, κάθε μία από τις οποίες θα διαφοροποιείται από την αρχική γραμμή σε μία μόνο παράμετρο. Θα προσδιορίζαμε με αυτόν τον τρόπο την επίπτωση μιας συγκεκριμένης παραμέτρου στα αποτελέσματα των υπολογισμών.
 - Μοντέλο ποιότητας υδροφορέων: αυτό το θέμα δεν έχει εξετασθεί στο πλαίσιο του έργου ελλείψει συνεργαζόμενων φορέων. Ανάλογα με τις ανάγκες που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια, θα ήταν ενδιαφέρον να συμπληρωθούν τα ήδη διαθέσιμα μοντέλα ποιότητας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΛΙΣΤΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ (ΕΚΤΟΣ EGU 2005)

(Προς υπόμνηση: λίστα με τις κυριότερες δημοσιεύσεις σχετικά με το έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ και σύντομη περιγραφή του θέματος του άρθρου)

1997

Παραμετρικός κανόνας για τον προγραμματισμό και τη διαχείριση συστημάτων πολλών ταμειωτήρων – Ι. Ναλμπάντης & Δ. Κουτσογιάννης, WRR, τόμ. 33, αρ. 9, σελ. 2165-2177

Προτείνεται ένας νόμος για την παραμετροποίηση συστημάτων πολλών ταμειωτήρων, με τρόπο ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι εισροές, οι ανάγκες και οι στόχοι διαχείρισης.

1998

Μαθηματικό πλαίσιο για τη μελέτη των σχέσεων έντασης-διάρκειας-συχνότητας βροχής – Δ. Κουτσογιάννης, Δ. Κοζώνης, Α. Μανέτας, JoH, 206, σελ. 118-135

Προτείνεται ένας τύπος κατάρτισης όμβριων καμπυλών λαμβάνοντας υπόψη την πιθανοτική κατανομή που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των μέγιστων εντάσεων. Βελτιστοποίηση των παραμέτρων της γενικής διατύπωσης σε συνάρτηση με το μοντέλο παρεκβολής. Μέθοδος χρησιμοποιούμενη στο ΟΜΒΡΟΣ (υπολογισμός όμβριων καμπυλών στο ΟΔΥΣΣΕΥΣ).

2000

Γενικευμένο μαθηματικό πλαίσιο για τη στοχαστική προσομοίωση και πρόγνωση υδρολογικών χρονοσειρών – Δ. Κουτσογιάννης, WRR, τόμ. 36, αρ. 6, σελ. 1519-1533

Αρχική δημοσίευση του μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης χρονοσειρών δεδομένων που παρουσιάστηκε έπειτα στην EGS 2001.

2001

Σύζευξη στοχαστικών μοντέλων διαφορετικών χρονικών κλιμάκων – Δ. Κουτσογιάννης, WRR, τόμ. 37, αρ. 2, σελ. 379-391

Σύζευξη στοχαστικών υδρολογικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι συνεπή σε κάθε κλίμακα. Μετασχηματισμός των στοχαστικών σειρών της λεπτότερης κλίμακας ώστε να είναι συνεπείς με τις στοχαστικές σειρές της αραιότερης κλίμακας. Διατήρηση των ροπών δεύτερης και τρίτης τάξης. Το ενδιαφέρον της μεθόδου συνίσταται επίσης στο γεγονός ότι διευκολύνει τον επιμερισμό μιας μεταβλητής από μια αραιότερη κλίμακα σε μια λεπτότερη.

Πλαίσιο στοχαστικής υδρολογίας για τη διαχείριση συστημάτων πολλών ταμιευτήρων – Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, EGS 2001

Μέθοδος στοχαστικής προσομοίωσης δεδομένων με εφαρμογή στην υδρολογία. Μοντέλα τα οποία υλοποιήθηκαν στο πακέτο λογισμικού ΚΑΣΤΑΛΙΑ. Εξετάζεται η αυτοσυσχέτιση των υδρολογικών μεταβλητών σε μεγάλες χρονικές περιόδους και επομένως το φαινόμενο Hurst.

2002

Εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση συστημάτων πολλών ταμιευτήρων – Δ. Κουτσογιάννης, Α. Ευστρατιάδης, Γ. Καραβοκυρός, J. of the American Water Resources Association, τόμ. 38, αρ. 4

Εργαλείο διαχείρισης ενός συστήματος αποτελούμενου από πολλούς ταμιευτήρες με διαφορετικούς στόχους όσον αφορά τις χρήσεις του καθενός. Επίσης εργαλείο βελτιστοποίησης της διαχείρισης του συστήματος. Αποτελεί μέρος του λογισμικού ΟΔΥΣΣΕΥΣ. Για τη ρύθμιση του εργαλείου χρησιμοποιείται η μέθοδος που αποκαλείται «παραμετροποίηση-προσομοίωση-βελτιστοποίηση»: 1) μείωση του αριθμού των παραμέτρων εισόδου, 2) προσομοίωση μιας συνθετικής σειράς δεδομένων, 3) βελτιστοποίηση του συστήματος βάσει συνθετικών δεδομένων.

2003

Αξιολόγηση της μεθόδου παραμετροποίησης-προσομοίωσης-βελτιστοποίησης για τον έλεγχο συστημάτων ταμιευτήρων – Δ. Κουτσογιάννης & Α. Οικονόμου, WRR, τόμ. 39, αρ. 6

Παραμετροποίηση: αντί να αναπαρίστανται δύο ταμιευτήρες σε ένα μοντέλο που αποτελείται από αυτούς τους 2, αναπαρίσταται η μεταξύ τους σχέση. Έτσι, παραμετροποιείται η σχέση και μειώνεται ο αριθμός μεταβλητών του βελτιστοποιούμενου μοντέλου. Αντί να έχουμε να βελτιστοποιήσουμε 2 φορές τις μεταβλητές ενός ταμιευτήρα, έχουμε μία φορά τις μεταβλητές ενός ταμιευτήρα συν τις παραμέτρους του νόμου που συνδέει τους δύο ταμιευτήρες (οριακά, μια μόνο επιπλέον παράμετρος ανάλογα με τη σχέση μεταξύ των 2 ταμιευτήρων). Στη συνέχεια, ορίζουμε μια συνθετική σειρά δεδομένων και βελτιστοποιούμε.

Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση του συστήματος υδατικών πόρων της Αθήνας – Δ. Κουτσογιάννης et al., Physics and Chemistry of the Earth, 28, σελ. 599-609

Το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων περιλαμβάνει: τη λήψη, τη διαχείριση και την οπτική παρουσίαση δεδομένων, καθώς και μοντέλων για προσομοίωση και βελτιστοποίηση του συστήματος. Για τα μοντέλα, έχουμε από τη μία ένα εργαλείο υδρολογικής στοχαστικής προσομοίωσης για την παραγωγή δεδομένων εισόδου και από την άλλη ένα εργαλείο που επιτρέπει τη δοκιμή διαφόρων πολιτικών διαχείρισης πόρων. Το ενδιαφέρον της μεθόδου είναι η διατήρηση ενός μειωμένου αριθμού παραμέτρων, η συνεκτίμηση πολλών στόχων και προτεραιοτήτων που έχουν οριστεί για κάθε στόχο και η εκτίμηση του κόστους των πολιτικών.

2004

Ελαχιστοποίηση του κόστους νερού στη διαχείριση των υδατικών πόρων της Αθήνας – Α. Ευστρατιάδης, Δ. Κουτσογιάννης, Δ. ΞΕΝΟΣ, Urban Water Journal, τόμ. 1, αρ. 1, σελ. 3-15

Εξετάζεται η ελαχιστοποίηση του κόστους νερού με χρήση ενός ολοκληρωμένου εργαλείου διαχείρισης υδατικών πόρων. Επίσης, εξετάζει τη βελτιστοποίηση της πολιτικής διαχείρισης του συστήματος με σκοπό τη μείωση των κινδύνων και του κόστους.

Βαθμονόμηση ενός ημικατανεμημένου μοντέλου για συνδυασμένη προσομοίωση των επιφανειακών και υπόγειων ροών – Ε. Ρόζος et al., Hydrological Sciences Journal, τόμ. 49, αρ. 5

Αναπτύχθηκε ένα υδρολογικό μοντέλο που εξετάζει τις επιφανειακές και υπόγειες διεργασίες: ένα εννοιολογικό μοντέλο συγκέντρωσης της εδαφικής υγρασίας, ένα πολυκυτταρικό μοντέλο υπόγειας ροής τύπου Darcy, ένα μοντέλο επιμερισμού των απολήψεων από τους διάφορους υδατικούς πόρους. Η βαθμονόμηση του μοντέλου περιελάμβανε διαδοχικές φάσεις χειροκίνητης και αυτόματης βαθμονόμησης. Για την βελτιστοποίηση, χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος με την ονομασία εξελικτικός αλγόριθμος ανόπτησης-απλόκου. Εφαρμόζεται βελτιστοποίηση πολλαπλών κριτηρίων τηρώντας ορισμένους εποχικούς ή χρονικούς περιορισμούς.

Διαχείριση παράκτιων υδροφορέων βάσει μη γραμμικής βελτιστοποίησης και εξελικτικών αλγορίθμων – Α. Μαντόγλου, Μ. Παπαντωνίου, Π. Γιαννουλόπουλος, Journal of Hydrology, 297, σελ. 209-228

Εκτιμώνται οι βέλτιστες παροχές άντλησης σε έναν παράκτιο υδροφόρα με σκοπό την αποφυγή της υπαλμύρωσης.

2005

Η πολυκριτηριακή μέθοδος ανόπτησης-απλόκου και η εφαρμογή της στη βαθμονόμηση υδρολογικών μοντέλων – Α. Ευστρατιάδης & Δ. Κουτσογιάννης, EGU 2005

Παρουσιάζεται η μέθοδος βαθμονόμησης υδρολογικών μοντέλων που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου ΟΔΥΣΣΕΥΣ. Μια πολυκριτηριακή μέθοδος που βασίζεται στην εκτίμηση του μετώπου των βέλτιστων λύσεων Pareto.

2006

Πολυκυτταρικό μοντέλο καρστικού υδροφόρα με εναλλακτικές εξισώσεις ροής – Ε. Ρόζος & Δ. Κουτσογιάννης, JoH, 325, σελ. 340-355

Εξετάζονται 3 τύποι ροών στις καρστικές ζώνες: εκροή στους αγωγούς, διείσδυση από την επιφάνεια, εκροή στη ζώνη κάθετης κυκλοφορίας. Προτείνεται ένα μοντέλο που επιτρέπει το συνδυασμό των επιφανειακών εισροών και των κάθετων εκροών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

(Αποσπάσματα από εμπορικά έντυπα τεκμηρίωσης των διαφόρων εργαλείων)

WEAP

Το WEAP είναι ένα μικροϋπολογιστικό εργαλείο για τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό των υδατικών πόρων που απευθύνεται σε ειδικευμένους χωροτάκτες. Παρέχει ένα ολοκληρωμένο, ευέλικτο και φιλικό στο χρήστη πλαίσιο για την ανάλυση σχεδιασμού και πολιτικής.

Υπόβαθρο:

Πολλές περιοχές αντιμετωπίζουν προβλήματα σε θέματα διαχείρισης γλυκού νερού. Ο επιμερισμός των περιορισμένων υδατικών πόρων, οι προβληματισμοί σε σχέση με την περιβαλλοντική ποιότητα, το χωροταξικό σχεδιασμό ανάλογα με την διακύμανση και την αστάθεια του κλίματος και η ανάγκη ανάπτυξης και υλοποίησης στρατηγικών αιφόρου χρήσης του νερού αποτελούν ολοένα και πιο πιεστικά ζητήματα για τους σχεδιαστές συστημάτων υδατικών πόρων. Τα συμβατικά μοντέλα προσομοίωσης με βάση την προσφορά δεν επαρκούν πάντα για να εξερευνηθούν όλες οι δυνατές επιλογές διαχείρισης.

Κατά την τελευταία δεκαετία, προέκυψε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ανάπτυξη των συστημάτων υδατικών πόρων, η οποία τοποθετεί τα έργα υδατοπρομήθειας στο πλαίσιο της διαχείρισης της ζήτησης, καθώς και της ποιότητας των υδάτων και της προστασίας και διαφύλαξης του οικοσυστήματος. Το WEAP ενσωματώνει αυτές τις παραμέτρους σε ένα πρακτικό εργαλείο διαχείρισης των υδατικών πόρων και ανάλυσης θεμάτων πολιτικής. Το WEAP θέτει τα ζητήματα σχετικά με τη ζήτηση, όπως τρόποι χρήσης του νερού, αποδοτικότητα του εξοπλισμού, στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης, κόστος και συστήματα κατανομής του νερού σε ισότιμη βάση με τα ζητήματα σχετικά με την προσφορά, όπως παροχή υδατορρέυματος, πόροι υπόγειων υδάτων, ταμιευτήρες και μεταφορά ύδατος. Το WEAP διακρίνεται επίσης για την ολοκληρωμένη προσέγγιση που παρέχει όσον αφορά την προσομοίωση τόσο των φυσικών (π.χ. απαιτήσεις εξατμοδιαπνοής, απορροή, βασική παροχή) όσο και τεχνητών στοιχείων (π.χ. ταμιευτήρες, άντληση υπόγειων υδάτων) των υδατικών συστημάτων, παρέχοντας στο σχεδιαστή πρόσβαση σε μια πιο ολοκληρωμένη θεώρηση των πολυάριθμων παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη διαχείριση των υδατικών πόρων για τωρινή και μελλοντική χρήση. Το αποτέλεσμα είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών ανάπτυξης και διαχείρισης των υδάτων.

Το WEAP αποτελείται από τις εξής μονάδες:

- Βάση δεδομένων υδατικού ισοζυγίου: το WEAP παρέχει ένα σύστημα διατήρησης πληροφοριών για τη ζήτηση και την προσφορά νερού.

- Εργαλείο δημιουργίας σεναρίων: το WEAP προσομοιώνει την ζήτηση νερού, την προσφορά νερού, την απορροή, την παροχή υδατορρεύματος, την αποθήκευση, τη ρύπανση, την επεξεργασία και απόρριψη και την ποιότητα των υδάτων.
- Εργαλείο ανάλυσης θεμάτων πολιτικής: το WEAP αξιολογεί μια πλήρη γκάμα επιλογών ανάπτυξης και διαχείρισης υδατικών πόρων και λαμβάνει υπόψη πολλαπλές και ανταγωνιστικές χρήσεις συστημάτων υδατικών πόρων.

Η προσέγγιση WEAP:

Το WEAP λειτουργεί βάσει της αρχής ενός υδατικού ισοζυγίου και μπορεί να εφαρμοστεί σε δημοτικά και γεωργικά συστήματα, σε συστήματα μίας λεκάνης απορροής ή σε περίπλοκα συστήματα διασυνοριακών λεκανών απορροής ποταμών. Επίσης, το WEAP μπορεί να προσομοιώσει μια ευρεία γκάμα φυσικών και τεχνητών στοιχείων αυτών των συστημάτων, όπως η απορροή των όμβριων υδάτων, η βασική παροχή και η ανατροφοδότηση υπόγειων υδάτων από βροχόπτωση, κλαδικές αναλύσεις ζήτησης, διατήρηση των υδάτων, δικαιώματα και προτεραιότητες σε θέματα κατανομής των υδατικών πόρων, λειτουργίες ταμιευτήρων, παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, παρακολούθηση της ρύπανσης και της ποιότητας του νερού, αξιολογήσεις ευπάθειας και απαιτήσεις οικοσυστήματος. Μια ενότητα οικονομικής ανάλυσης επιτρέπει επίσης στο χρήστη να πραγματοποιήσει συγκρίσεις αποδοτικότητας-κόστους για τα έργα.

Ο αναλυτής αναπαριστά το σύστημα ως προς τις διάφορες πηγές τροφοδοσίας του (π.χ. ποταμοί, ρυάκια, υπόγεια ύδατα, ταμιευτήρες και μονάδες αφαλάτωσης), μονάδες απόληψης, μεταφοράς και επεξεργασίας ακάθαρτων υδάτων, ζήτηση νερού, ρύπανση και απαιτήσεις οικοσυστήματος. Η δομή και το επίπεδο λεπτομέρειας των δεδομένων μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις και τη διαθεσιμότητα δεδομένων για ένα συγκεκριμένο σύστημα και μια συγκεκριμένη ανάλυση.

Η εφαρμογές του WEAP γενικά περιλαμβάνουν πολλά βήματα:

- Ορισμός της μελέτης: καθορίζεται το χρονοδιάγραμμα, τα όρια χώρου, οι συνιστώσες του συστήματος και η διαμόρφωση του προβλήματος.
- Υπάρχοντες λογαριασμοί: αναπτύσσεται μια αποτύπωση της τρέχουσας ζήτησης νερού, των ρυπαντικών φορτίων, των πόρων και των προμηθειών. Μπορεί να θεωρηθεί ως ένα βήμα βαθμονόμησης στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής.
- Σενάρια: Μπορεί να διερευνηθεί μια σειρά εναλλακτικών υποθέσεων για τις μελλοντικές επιπτώσεις των πολιτικών, του κόστους και του κλίματος, για παράδειγμα, στη ζήτηση νερού, την προμήθεια νερού, την υδρολογία και τη ρύπανση.
- Αξιολόγηση: Τα σενάρια αξιολογούνται ως προς την επάρκεια του νερού, το κόστος και τα οφέλη, τη συμμόρφωση προς τους περιβαλλοντικούς στόχους και την ευαισθησία στην αβεβαιότητα βασικών μεταβλητών.

Παραδείγματα Αναλύσεων Σεναρίων στο WEAP:

Για τη διερεύνηση του μοντέλου, χρησιμοποιούνται σενάρια με μια σειρά ερωτήσεων «τι θα συμβεί εάν», όπως:

- Τι θα συμβεί εάν αλλάξουν οι τάσεις πληθυσμιακής αύξησης και οικονομικής ανάπτυξης;
- Τι θα συμβεί εάν αλλάξουν οι λειτουργικοί κανόνες των ταμιευτήρων;
- Τι θα συμβεί εάν αξιοποιηθούν περισσότερο τα υπόγεια ύδατα;
- Τι θα συμβεί εάν καθιερωθούν συστήματα διατήρησης των υδάτων;
- Τι θα συμβεί εάν ενταθούν οι απαιτήσεις του οικοσυστήματος;
- Τι θα συμβεί εάν καθιερωθεί ένα πρόγραμμα συνδυασμένης χρήσης για την αποθήκευση των πλεοναζόντων επιφανειακών υδάτων σε υπόγειους υδροφορείς;
- Τι θα συμβεί εάν εφαρμοστεί ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης των υδάτων;
- Τι θα συμβεί εάν εφαρμοστεί μια πιο αποδοτική τεχνική άρδευσης;
- Τι θα συμβεί εάν αλλάξει ο συνδυασμός των γεωργικών καλλιεργειών;
- Τι θα συμβεί εάν η μεταβολή του κλίματος αλλάξει τη ζήτηση και τα αποθέματα νερού;
- Πώς επηρεάζει η ρύπανση ανάντη την ποιότητα των υδάτων κατόντη;
- Πώς θα επηρεάσουν την απορροή οι αλλαγές στις χρήσεις γης;

Ανάπτυξη του WEAP:

Το Ινστιτούτο Περιβάλλοντος της Στοκχόλμης ήταν ο κύριος υποστηρικτής στην ανάπτυξη του WEAP. Το Κέντρο Υδρολογικών Έργων (Hydrologic Engineering Center) του Σώματος Μηχανικών του Αμερικανικού Στρατού χρηματοδότησε σημαντικές βελτιώσεις. Το έργο υποστήριξαν επίσης διάφοροι οργανισμοί, όπως ο ΟΗΕ, η Παγκόσμια Τράπεζα, η USAID, η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (US EPA), το Διεθνές Ινστιτούτο Διαχείρισης Υδάτων (IWMI), το Ερευνητικό Ίδρυμα AwwaRF και το Ταμείο Παγκόσμιων Υποδομών της Ιαπωνίας.

MIKE BASIN

Για την αντιμετώπιση θεμάτων σχετικά με την κατανομή των υδάτων, τη συνδυασμένη χρήση, τη λειτουργία των ταμιευτήρων ή την ποιότητα των υδάτων, το έργο MIKE BASIN συνδυάζει τις δυνατότητες του ArcGIS με την ολοκληρωμένη υδρολογική μοντελοποίηση παρέχοντας λύσεις επιπέδου λεκάνης. Η φιλοσοφία του MIKE BASIN είναι η μοντελοποίηση να παραμένει απλή και διαισθητική, παρέχοντας ωστόσο εμπειριστατωμένες πληροφορίες για το σχεδιασμό και τη διαχείριση. Στο MIKE BASIN, δίδεται έμφαση στην καλή οπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης τόσο σε επίπεδο χώρου όσο και χρόνου, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτερη κατανόηση και συναίνεση.

Στις υδρολογικές προσομοιώσεις, το MIKE BASIN στηρίζεται σε ένα μοντέλο δικτύου στο οποίο υπάρχουν σκέλη που αναπαριστούν μεμονωμένα τμήματα ρευμάτων και κόμβοι που αναπαριστούν τις συμβολές, τις εκτροπές, τους ταμιευτήρες ή τους χρήστες νερού. Η διεπαφή ArcGIS επεκτάθηκε αναλόγως, π.χ. ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία των στοιχείων του δικτύου απλά με δεξί κλικ. Από τεχνική άποψη, το MIKE BASIN είναι ένα μοντέλο ισοζυγίου μάζας ημι-σταθερής κατάστασης, το οποίο ωστόσο υποστηρίζει δρομολογημένες ροές υδατορρευμάτων. Η λύση για την ποιότητα των υδάτων προϋποθέτει οριζόντια μεταφορά. Υπάρχει δυνατότητα μοντελοποίησης της φθοράς κατά τη μεταφορά. Η περιγραφή των υπόγειων υδάτων χρησιμοποιεί τη γραμμική εξίσωση ταμιευτήρων.

Χαρακτηριστικά πεδία της εφαρμογής είναι:

- Ανάλυση διαθεσιμότητας υδάτων: συνδυασμένη χρήση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και βελτιστοποίησή τους.
- Σχεδιασμός υποδομών: δυναμικό άρδευσης, απόδοση ταμιευτήρων, ικανότητα υδατοπρομήθειας, απαιτήσεις επεξεργασίας λυμάτων.
- Ανάλυση πολυτομεακής ζήτησης: οικιακή, βιομηχανική, γεωργική, υδροηλεκτρική, ναυσιπλοΐας, ψυχαγωγική, οικολογική, εξεύρεση δίκαιων συμβιβασμών.
- Μελέτες οικοσυστήματος: ποιότητα υδάτων, απαιτήσεις ελάχιστης παροχής, διαρκής απόδοση, επιπτώσεις παγκόσμιας αλλαγής. Κανονιστικές ρυθμίσεις: δικαιώματα χρήσεων νερού, προτεραιότητας, συμμόρφωση με την ποιότητα του νερού.

Το MIKE BASIN αναπτύχθηκε από την DHI.

RIBASIM: Σχεδιασμός και Διαχείριση Λεκανών Απορροής Ποταμών

Το RIBASIM (River Basin Simulation Model) είναι ένα γενικό πακέτο μοντέλων για την ανάλυση της συμπεριφοράς των λεκανών απορροής ποταμών κάτω από διάφορες υδρολογικές συνθήκες. Το πακέτο μοντέλων είναι ένα ολοκληρωμένο και ευέλικτο εργαλείο που συνδέει τις υδρολογικές εισροές νερού σε διάφορα σημεία με τους συγκεκριμένους χρήστες νερού στη λεκάνη.

Το RIBASIM επιτρέπει στο χρήστη να αξιολογήσει διάφορα μέτρα σχετικά με την διαχείριση των υποδομών, της λειτουργίας και της ζήτησης και τα αποτελέσματα όσον αφορά την ποσότητα και την ποιότητα του νερού. Το RIBASIM παράγει τρόπους κατανομής του νερού και παρέχει μια βάση λεπτομερών αναλύσεων για την ποιότητα του νερού και την καθίζηση σε τμήματα ποταμών και ταμιευτήρες. Αποτελεί μια πηγή ανάλυσης που παρέχει πληροφορίες για την προέλευση του νερού σε οποιοδήποτε σημείο της λεκάνης. Το RIBASIM ακολουθεί μια δομημένη προσέγγιση για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση λεκανών απορροής ποταμών.

Το RIBASIM είναι ένα εργαλείο μοντελοποίησης για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση λεκανών απορροής ποταμών. Διαθέτει μια σειρά από εξαιρετικές λειτουργίες που το καθιστούν ένα υπερσύγχρονο πακέτο προσομοίωσης λεκανών απορροής ποταμών.

Το RIBASIM συνδέεται με την υδρολογική βάση δεδομένων και το σύστημα μοντελοποίησης HYMOS. Για λεπτομερείς διεργασίες ποιότητας νερού, το RIBASIM μπορεί να συνδεθεί με το μοντέλο ποιότητας νερού DELWAQ.

Πεδίο εφαρμογής:

Το RIBASIM έχει σχεδιαστεί για οποιαδήποτε ανάλυση που απαιτεί την προσομοίωση του υδατικού ισοζυγίου μιας λεκάνης. Το προκύπτον υδατικό ισοζύγιο παρέχει τις βασικές πληροφορίες για τη διαθέσιμη ποσότητα νερού, καθώς και για τη σύνθεση της ροής σε κάθε περιοχή και χρονικό σημείο στη λεκάνη απορροής ποταμού.

Το RIBASIM παρέχει τα μέσα για την προετοιμασία αυτών των ισοζυγίων με την απαιτούμενη λεπτομέρεια, λαμβάνοντας υπόψη τα ύδατα αποστράγγισης από τη γεωργία, τα βιομηχανικά λύματα και την επαναχρησιμοποίηση του νερού κατάντη. Παράγονται ορισμένες παράμετροι για την απόδοση της λεκάνης με σκοπό την αξιολόγηση των προσομοιούμενων καταστάσεων.

Μια πρόσφατη εφαρμογή του RIBASIM είναι η χρήση του μοντέλου ως μονάδα διόδευσης της ροής σε ένα Σύστημα Έγκαιρης Προειδοποίησης Πλημμυρών (Flood Early Warning System, FEWS). Το RIBASIM διαθέτει διάφορες υδρολογικές μεθόδους διόδευσης, όπως ο τύπος Manning, η σχέση επιπέδου-ροής, ο πολυτμηματικός τύπος Muskingum δύο επιπέδων, η μέθοδος Puls και η μη γραμμική μέθοδος Laurenson «lag and route». Η διόδευση της ροής εκτελείται σε καθημερινή βάση αρχίζοντας από οποιαδήποτε επιλεγμένη ημέρα για οποιονδήποτε αριθμό ημερών μετά.

Διεπαφή χρήστη:

Η δομή του RIBASIM βασίζεται σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο με μια φιλική στο χρήστη διεπαφή GIS.

Το περιβάλλον εργασίας παρέχει:

- καθοδήγηση του χρήστη κατά τη φάση σχεδιασμού, υπολογισμού (προσομοίωσης) και ανάλυσης.
- περιβάλλον GIS για τη διαδραστική προετοιμασία της σχηματικής αναπαράστασης της λεκάνης, την εισαγωγή αντικειμενικών δεδομένων ιδιοτήτων και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.