

Τηλεπισκόπηση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών για την Υδρολογική Προσομοίωση Λεκάνης Απορροής: Η Περίπτωση του Νέστου

I. Γκανούλης, X. Σκουληκάρης, J. Monget

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ, 54124 Θεσσαλονίκη

ENSMF France, Sophia Antipolis F-06904

iganouli@civil.auth.gr, hskoulik@civil.auth.gr, Jean-rie.Monget@geointelligence.org

Περίληψη

Οι εναλλακτικές επιλογές για νέα δημόσια και ιδιωτικά επενδυτικά προγράμματα στη διασυνοριακή μεταξύ Βουλγαρίας και Ελλάδας λεκάνη του ποταμού Μέστα/Νέστου περιλαμβάνουν νέες κατασκευές φραγμάτων, εκσυγχρονισμένα γεωργικά συστήματα άρδευσης, νέα τουριστικά θέρετρα καθώς και διάφορες εγκαταστάσεις για την αστική και βιομηχανική παροχή νερού. Αυτές οι εξελίξεις πρέπει να εφαρμοστούν και στα δύο μέρη της λεκάνης (Ελλάδα και Βουλγαρία), όπου υπάρχουν διαφορετικοί κοινωνικοοικονομικοί όροι και επομένως διαφορετικές προτιμήσεις και διαφορετικοί στόχοι. Οι εναλλακτικές επιλογές πρέπει να εξετάσουν τις περιβαλλοντικές συνέπειες, τις επιδράσεις στα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία καθώς επίσης τους οικονομικούς και κοινωνικούς κινδύνους. Οι επιδράσεις στο περιβάλλον και η πρόληψη αυτών πρέπει να σταθμιστούν ενάντια στα οικονομικά οφέλη και τις κοινωνικές συνέπειες.

Remote Sensing and Geographical Information Systems for Hydrologic Modeling of a River Basin: The Nestos Case

I. Ganoulis, X. Skoulikaris, J. Monget

Civil Engineering Dep., AUTH, 54124 Thessaloniki, Greece

ENSMF France, Sophia Antipolis F-06904

iganouli@civil.auth.gr, hskoulik@civil.auth.gr, Jean-rie.Monget@geointelligence.org

Abstract

Alternative options for new private and public investment projects in the transboundary Mesta/Nestos River catchment between Bulgaria and Greece involve new dams and water storage reservoirs, agricultural irrigation systems, new touristic resorts and various water related facilities for urban and industrial water supply. These develop-

ments should be implemented in both parts of the basin (Greece and Bulgaria), where there are different socio-economic conditions and therefore different preferences and different objectives. Alternative options should consider environmental consequences, impacts to ecosystems and human health, and also financial and social risks. The impacts on the environment and their prevention should be weighted against the economic benefits and social consequences.

1. Εισαγωγή

Η διαχείριση υδάτων λεκανών απορροής ποταμών περιλαμβάνει μακροχρόνιες επενδύσεις που έχουν όριο ζωής τα 50 ως 100 χρόνια. Αυτές οι επενδύσεις γίνονται ανάλογα με την περίπτωση: για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, για άρδευση, για τη διαχείριση των αποβλήτων ή για λόγους περιβαλλοντικής προστασίας. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί οποιοδήποτε τύπου επένδυση πρέπει πρώτιστα να γίνει μελέτη των υδρολογικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης λεκάνης. Μακροχρόνιες προσομοιώσεις, χρησιμοποιώντας μαθηματικά μοντέλα για το κλίμα, την επιφανειακή και υπόγεια υδρολογία και τις γεωργικές πρακτικές καθώς και οικονομικά μοντέλα με ιδιαίτερη έμφαση την κατανάλωση ενέργειας, την τιμολόγηση ύδατος και την περιβαλλοντική διαχείριση, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την ολοκληρωμένη μελέτη της διαχείρισης υδάτων μιας λεκάνης απορροής.

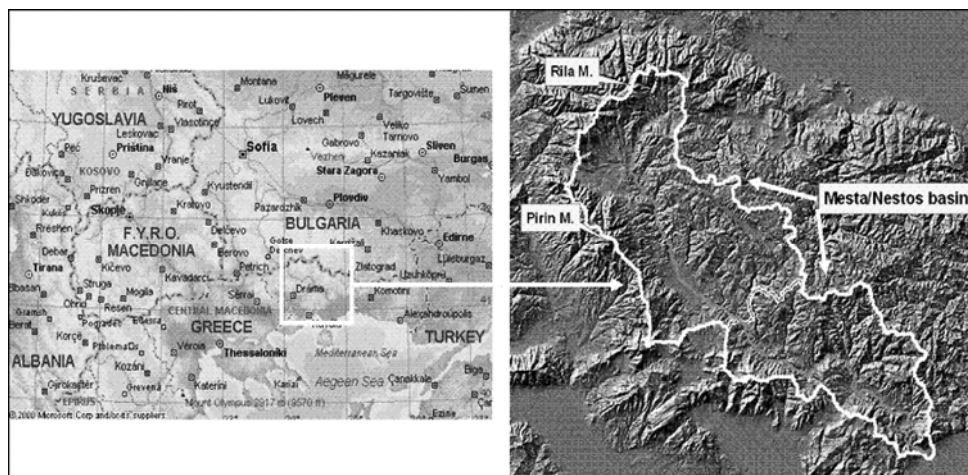
Στη διασυνοριακή λεκάνη του ποταμού Μέστα/Νέστου η συστηματική μαθηματική προσομοίωση είναι ελλιπής τόσο από την Βουλγαρία όσο και από την Ελλάδα. Παρόλα αυτά, μερικές ερευνητικές ομάδες έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν εργαλεία προσομοίωσης με σκοπό τη διερεύνηση της υδρολογίας του ορεινού όγκου της λεκάνης καθώς και την εξέταση της επιφάνειας επαφής μεταξύ γλυκού και θαλασσινού νερού στις παράκτιες λιμνοθάλασσες του δέλτα του Νέστου. Ωστόσο, αυτές οι προσπάθειες στερούνται τον κατάλληλο συντονισμό μεταξύ των ερευνητικών ομάδων και των αρμόδιων φορέων για τη συλλογή δεδομένων και τη διαχείριση λεκανών. Παρόμοια κατάσταση εμφανίζεται τόσο στη Βουλγαρία όσο και στην Ελλάδα.

Η χρήση της τηλεπισκόπησης σε συνδυασμό με τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών αποτελεί ένα σύγχρονο τρόπο μελέτης μιας λεκάνης απορροής, ιδιαίτερα όταν παρουσιάζει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό να είναι διασυνοριακή. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των δύο προηγούμενων τεχνικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με μοντέλα υδρολογικής προσομοίωσης με σκοπό την προσομοίωση των επιφανειακών νερών του Νέστου καθώς και των φραγμάτων με απώτερο σκοπό την υλοποίηση σεναρίων σχετικά με τις μελλοντικές χρήσεις γης, καθώς και των υδάτων.

2. Περιγραφή της περιοχής μελέτης

Αρχίζοντας από ψηλά, από το βουνό Rila της Βουλγαρίας, ο ποταμός Μέστα εισάγει το δεύτερο μισό του ρεύματός του στην περιοχή της Ελληνικής Θράκης αλλάζοντας το όνομα του σε Νέστος. Στο τέλος, το βασικό υδατόρευμα ρέει πέρα από την πεδιάδα της Χρυσούπολης και επεκτείνεται ως δελταϊκό σύστημα, με τις λίμνες γλυκού νερού που διαμορφώνει ο ποταμός στο δέλτα του Νέστου [17].

Ολόκληρη η επιφάνεια απορροής του Μέστα/Νέστου είναι 5.751 τετραγωνικά χλμ από τα οποία τα 2.314 τετραγωνικά χλμ βρίσκονται στην Ελλάδα και τα υπόλοιπα στη Βουλγαρία, Σχήμα 1. Αυτή η διασυνοριακή λεκάνη ρυθμίζεται από μια διακρατική συμφωνία μεταξύ Ελλάδας-Βουλγαρίας για την ποσότητα ροής ύδατος από τον ποταμό Μέστα προς την Ελλάδα. Τα χαρακτηριστικά της συμφωνίας σχετίζονται με την κατανάλωση από τις δύο αυτές χώρες (Argiropoulos et al., 1996).



Σχήμα 1. Η περιοχή μελέτης με τον ανάγλυφο χάρτη ανάλυσης 1 km

Το ανώτερο τμήμα της λεκάνης του Μέστα/Νέστου βρίσκεται κοντά στην Σόφια, πρωτεύουσα της Βουλγαρίας. Τα ύδατα πηγάζουν στα νοτιοδυτικά των βουνοκορφών Musala και Vihren (3000 m). Η κοιλάδα του Μέστα στη Βουλγαρία είναι μια φυσικά διατηρημένη περιοχή (πχ: εθνικό πάρκο Pirin) όπου ο τουρισμός αναπτύσσεται ραγδαία. Ο πληθυσμός της είναι διασκορπισμένος και αριθμεί περίπου 20000 κατοίκους. Όπως πολλές περιοχές στη Βουλγαρία, έτσι και στο Μέστα πραγματοποιείται μια γρήγορη αλλαγή προσανατολισμού από τις προηγούμενες δραστηριότητες (μεταλλεία ουράνιου). Η περαιτέρω χρήση των υδάτων, πέρα από τα υπάρχοντα υδροηλεκτρικά προγράμματα, συνδυάζεται με την ανάπτυξη στόχων περιβαλλοντικής προ-

στασίας. Διάφορα αναπτυξιακά προγράμματα είναι σε εξέλιξη που το καθένα χρηματοδοτείται είτε από διεθνή ιδρύματα (Παγκόσμια Τράπεζα) είτε από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω των προγραμμάτων PHARE.

Η περιοχή της Θράκης στην Ελλάδα είναι μία από τις ταχύτερες αναπτυσσόμενες οικονομικά περιοχές των Βαλκανίων. Μεταμορφώνεται από μια απομακρυσμένη ανατολική συνοριακή ζώνη της Ευρώπης σε ένα σημαντικό οικονομικό σταυροδρόμι. Οι αυξανόμενες ανάγκες οδηγούν άμεσα σε νέους τρόπους χρήσης των νερών του ποταμού Νέστου. Αυτή η μελλοντική ανάπτυξη παράγει επίσης πολλαπλές κοινωνικο-οικονομικές πιέσεις (υποδομές εθνικών οδών και αερολιμένων, βιομηχανικής και αστικής ανάπτυξης γύρω από την Ξάνθη, γεωργία) που μπορούν να συγκρουστούν μακροπρόθεσμα με τη διαχείριση των προστατευμένων φυσικών υγρότοπων από Διεθνή (RAMSAR) και Ευρωπαϊκά προγράμματα (Natura 2000) στο δέλτα του Νέστου. Η μείωση της ποσότητας γλυκού νερού είναι ήδη εμφανής στο δέλτα, και οφείλεται στα φράγματα, στα αυξανόμενα προγράμματα άρδευσης και στις γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή του ποταμού Νέστου. Η ποιότητα ύδατος του ποταμού ελέγχεται σε μόνιμη βάση (<http://www.minagric.gr/greek/2.9.3a.htm>).

3. Τηλεπισκόπηση και συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών

3.1. Η συμβολή της τηλεπισκόπησης

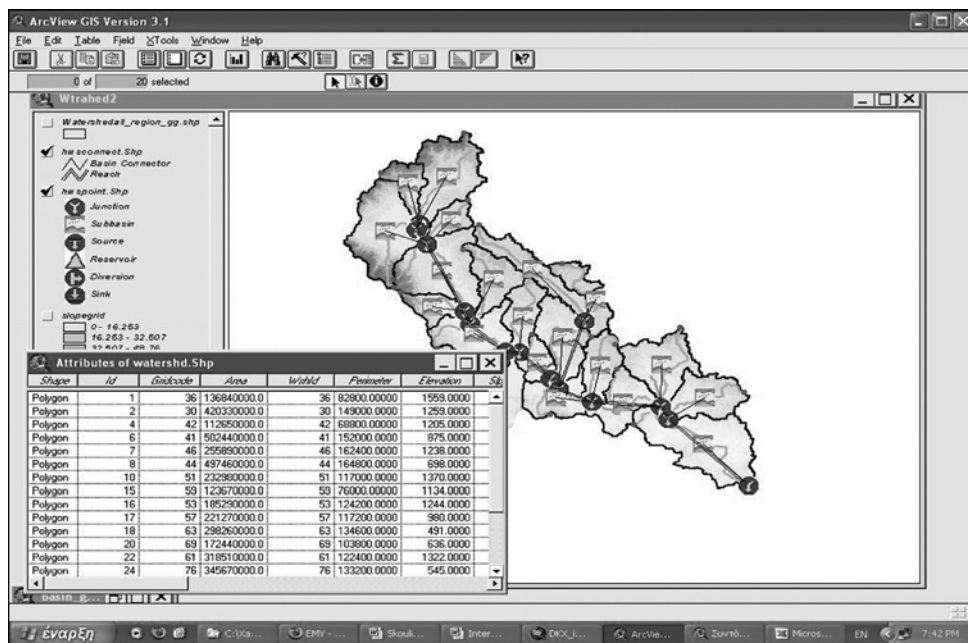
Η δορυφορική τηλεπισκόπηση έχει αποδειχτεί ότι είναι ένα αποτελεσματικό και χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος. Η δορυφορική τηλεπισκόπηση βασίζεται στην παρατήρηση του γήινου περιβάλλοντος μέσω της μέτρησης της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και των αντικειμένων που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης.

Στην περίπτωση της λεκάνης απορροής του Μέστα/Νέστου, η βασική απεικόνιση προέρχεται από εικόνες LANDSAT με ανάλυση 80 μέτρων προσαρμοσμένες στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ 87 (Mugnier, 2002). Παρόλο που ένας χάρτης χρήσης γης Corine Land Cover (CLC) (Brown et al., 2002) ανάλυσης 250 μέτρων ήταν ήδη διαθέσιμος και για τις δύο πλευρές των συνόρων, δεδομένα LANDSAT έχουν χρησιμοποιηθεί προκειμένου να βελτιώσουν την υπάρχουσα χρήση γης (Σχήμα 2). Δύο εικόνες έχουν χρησιμοποιηθεί με διαχρονικό τρόπο, η πρώτη αφορά το καλοκαίρι του 1988 και η δεύτερη το χειμώνα του 1997 κατά τη διάρκεια της επίσημης λειτουργία των υδροηλεκτρικών φραγμάτων της ΔΕΗ στον Θησαυρό και την Πλατανόβρυση. Η πολύ-φασματική ταξινόμηση (multispectral classification) χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να καθοριστούν οι κατηγορίες βλάστησης με ιδιαίτερη έμφαση στους ορεινούς όγκους της Βουλγαρίας. Όσον αφορά την περιοχή του δέλτα του Νέστου, απαιτήθηκε υψηλότερη ανάλυση προκειμένου να απεικονιστούν

το αρδευτικό σύστημα και οι καλλιέργειες. Η τηλεπισκόπηση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να αξιολογηθεί η γενικότερη επίδραση της γεωργικής ανάπτυξης, χάρη στην ύπαρξη εικόνων από κατασκοπευτικούς δορυφόρους που πρόσφατα δόθηκαν για χρήση από το κοινό. Στην περίπτωση της δικής μας μελέτης, μία δορυφορική εικόνα CORONA (Altamaier and Kany, 2002) που χρονολογείται από το 1965 έχει ψηφιοποιηθεί με μία ανάλυση 10 μέτρων και έχει επιτυχώς τροποποιηθεί για την εισαγωγή της στη βάση δεδομένων GIS.

3.2. Η συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ)

Τα ΓΣΠ αποτελούν τον αποτελεσματικότερο μηχανισμό για τη διαχείριση και χρήση πληροφοριών που είναι δομημένες στο χώρο. Τα γεωγραφικά δεδομένα μπορούν να συνδεθούν τόσο με τους φυσικούς πόρους, όσο και με κοινωνικοοικονομικά προβλήματα. Γενικά, τα δεδομένα που εμφανίζονται ως χάρτες και εικόνες μπορούν να περιγράψουν στοιχεία όπως την τοπογραφία, τον τύπο εδάφους, τη βλάστηση, τα ύδατα, τη χρήση γης, τη γεωλογία της επιφάνειας, τα διοικητικά όρια, την ιδιοκτησία της γης, τον πληθυσμό, την αξία εδάφους. Οι παραγόμενοι χάρτες μπορούν να περιγράψουν τα ακατέργαστα στοιχεία ή τα στατιστικά αποτελέσματα που προκύπτουν, Σχήμα 2. (Zhang and Goddard, 2003).



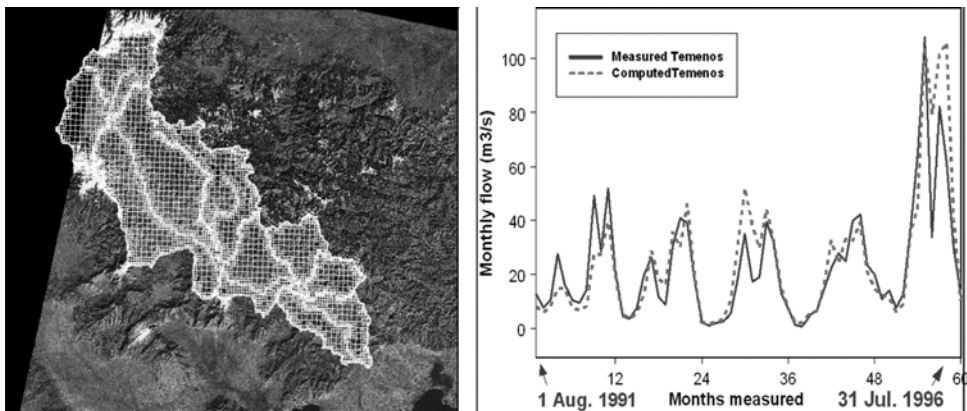
Σχήμα 2. Συνδυασμός τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ για την απεικόνιση των υπολεκάνων της υδρολογικής λεκάνης (Danko, 1992).

Τα αποτελέσματα τόσο της τηλεπισκόπησης όσο και των ΓΣΠ αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων και περιέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες όπως η χρήση γης, τη ροή του κυρίου ρεύματος καθώς και των παραπόταμων, τη γεωλογία και την τοπογραφία, πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για την καλύτερη κατανόηση και απεικόνιση της λεκάνης. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου, είτε ακατέργαστα είτε σε άλλη μορφή, στο υδρολογικό μοντέλο.

4. Υδρολογική προσομοίωση λεκάνης

4.1. Το υδρολογικό μοντέλο MODCOU

Το μοντέλο αυτό αναπτύχθηκε με την συνεργασία των Institut National de la Recherche Scientifique (INRS) – Eau de Quebec, l'Orstom και του CIG (Ledoux et al., 1989, 2002). Ο σκοπός του μοντέλου είναι η προσομοίωση των επιφανειακών και των υπόγειων ροών σε στρωματομένους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Το μοντέλο χρησιμοποιεί τετραγωνισμένα κελιά (cells) διαφορετικού μεγέθους (Σχήμα 3α). Η προσομοίωση των επιφανειακών ροών σχετίζεται με το μοντέλο Cequeau.



Σχήμα 3. α) Προσαρμογή του καννάβου (grid) του μοντέλου MODCOU σε δορυφορική εικόνα NASA LAND-SAT TM ανάλυσης 30 m, β) βαθμονόμηση του μοντέλου βάση των σταθμών Momina Kula (Βουλγαρία) και Τέμενος (Ελλάδα).

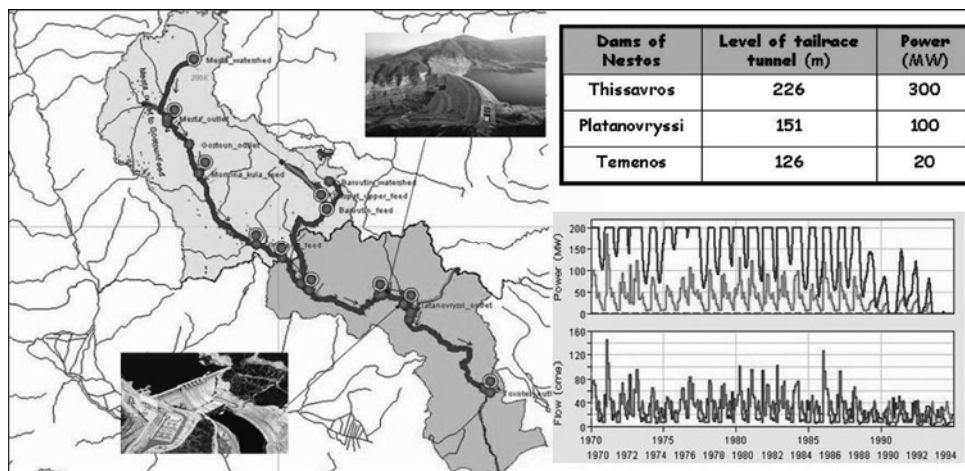
Το κύριο χαρακτηριστικό της εφαρμοζόμενης μεθόδου είναι ο χωρισμός του υδρολογικού κύκλου σε ανεξάρτητα τμήματα. Το μοντέλο αποτελείται από πέντε διαφορετικές λειτουργικές διαδικασίες που διασυνδέονται μεταξύ τους για την προσο-

μοίωση του υδρολογικού κύκλου: τη διαδικασία παραγωγής, που διαχωρίζει τη διήθηση, την απορροή, την εξατμισοδιαπνοή και την εδαφική συγκέντρωση υγρασίας ως αποτέλεσμα των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, τη διαδικασία επιφανειακής μεταφοράς, τη διαδικασία κίνησης σε μη κορεσμένες υπόγειες ζώνες, τη διαδικασία των υπόγειων ροών, και τη διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ υπόγειου υδροφορέα και ποταμού.

Χρησιμοποιώντας ένα κλιμακούμενο σύστημα καννάβου (grid), το υδρολογικό μοντέλο MODCOU έχει βαθμονομηθεί (calibrated) με τη χρήση μηνιαίων μετρήσεων ροής του ποταμού από τους σταθμούς Momina Kula (Βουλγαρία) και Τέμενος (Ελλάδα) όπου μετρήσεις και δεδομένα βροχόπτωσης είναι διαθέσιμα.

4.2. Το μοντέλο προσομοίωσης φραγμάτων

Τα αποτελέσματα από την υδρολογική προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν για την μαθηματική προσομοίωση των φραγμάτων που βρίσκονται στην Ελληνική πλευρά. Το λογισμικό HEC-ResSim χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση της λειτουργικότητας των φραγμάτων (τεχνικά και οικονομικά) καθώς και την προσομοίωση του διαθέσιμου όγκου νερού, καθώς υπάρχει ανάγκη διασφάλισης της οικολογικής παροχής ($6 \text{ m}^3/\text{sec}$), αλλά και κάλυψη των αγροτικών απαιτήσεων σε νερό. Κατά την προσομοίωση των φραγμάτων, εκτός από την υπάρχουσα κατάσταση, έγινε προσομοίωση των μελλοντικών αναπτυξιακών έργων (εκτροπή νερού προς την πεδιάδα της Δράμας, κατασκευή του φράγματος του Τεμένους), αλλά και των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών (Σχήμα. 4).



Σχήμα 4. Προσομοίωση των φραγμάτων κατά την υπάρχουσα κατάσταση, αλλά και με την χρήση σεναρίων (αναπτυξιακά σχέδια, κλιματικές αλλαγές).

5. Συμπεράσματα

Στην περίπτωση των υδάτων του ποταμού Μέστα/Νέστου, η τηλεπισκόπηση συνδυασμένη με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών έχει να επιδείξει μοναδική χρησιμότητα στην προοπτική μιας ενοποιημένης διασυνοριακής υδρολογικής λεκάνης απορροής. Δεδομένα που έχουν προκύψει από τον συνδυασμό των δύο προηγούμενων εφαρμογών, χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου στο υδρολογικό μοντέλο, δίνοντας ως αποτέλεσμα την επιφανειακή ροή. Κατά την προσομοίωση των φραγμάτων, ακολουθώντας το δυσμενέστερο σενάριο κλιματικής αλλαγής A2, Hamburg World Data Center for Climate (CERA), παρατηρήθηκε πως τα φράγματα στον ποταμό Νέστο θα χρησιμοποιούνται μόνο για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών, αφού η διαθέσιμη ποσότητα ύδατος δεν θα επαρκεί για την παραγωγή ενέργειας.

Το αποτέλεσμα του συνδυασμού της τηλεπισκόπησης, των Γ.Π.Σ και της υδρολογικής προσομοίωσης θα αναπτυχθεί και στο διαδίκτυο με τη βοήθεια της τεχνολογίας Mapserver, όπου ο χρήστης θα μπορεί να εφαρμόζει σενάρια βροχόπτωσης και να εκτιμά τόσο τα αριθμητικά αποτελέσματα όσο και τις γραφικές απεικονίσεις. Μια πρώτη εφαρμογή βρίσκεται διαθέσιμη στην διεύθυνση:

http://socrates.civil.auth.gr/mapserver/map_mnhu/Data (Karakos et al., 2003).

Βιβλιογραφία

1. Ledoux, E., G. Girard, G. de Marsily, J. Deschenes, 1989. *Spatially distributed modeling: conceptual approach, coupling surface water and ground water*, NATO, ASI Series C, Vol. 275, Ed. by Morel-Seytoux, Kluwer Acad., Norwell, Mass., pp. 435-454.
2. Ledoux, E., Etchevers, P., Golaz, C., Habets, F., Noilhan, J. et Voirin S., 2002. *Regional simulation of the water budget and river flows with the ISBA-MODCOU coupled model: application to the Adour and Rhône basins*. Mathematical models of large watershed hydrology, Ed. V.P. Singh and D.K. Frevert, Water Resources Publications, LLC, Chapter 8, 283-318.
3. Alameh, N., 2004. *A raster image re-projection web service prototype*, Photogrammetric Engineering and Remote-Sensing, 70, 5, pp. 635-642.
4. Altmaier, A., C. Kany, 2002. *Digital surface generation from CORONA satellite images*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 56, 4, pp. 221-235.
5. Argiropoulos D., J. Ganoulis, E. Papachristou, 1996. *Water quality assessment of the Greek part of Nestos (Mesta) River, in Transboundary water resources management: institutional and engineering approaches*, Springer Verlag, pp. 427-438.
6. Bhuyan, S.J., Marzen, L.J., Koelliker, J.K., Harrington, J.A. and Barnes, P.L. 2002. *Assessment of runoff and sediment yield using remote sensing, GIS, and AGNPS*, Journal of soil and water conservation, 57, 6, pp. 351-364.

7. Brovelli, M.A. and Magni, D. 2003. *An archaeological Web GIS application based on Mapserver and PostGIS*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34, 5/W12, pp. 89-94.
8. Brown, N., Gerard, F. and Fuller, R. 2002. *Mapping of land use classes within the CORINE Land Cover Map of Great Britain*, Cartographic Journal, 39, 1, pp. 5-14.
9. Cloud J., 2001. *Imaging the world in a barrel: CORONA and the clandestine convergence of the Earth Sciences*, Social Studies of Science, 31, 2, pp. 231-251.
10. Danko D.M, 1992. *The digital chart of the world project*, Photogrammetric Engineering and Remote-Sensing, 58, 8, pp. 1125-1128.
11. Mugnier C., 2002. *Grids & datums: The Hellenic Republic*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 68, 12, pp. 1237.
12. Philip G., Donoghue, D., Beck, A. and Galitasatos, N. 2002. *An archaeological application from the Middle East*, Antiquity, 76, 291, pp. 109-118.
13. Satti S.R. and Jacobs, J.M. 2004. *A GIS-based model to estimate the regionally distributed drought water demand*, Agricultural Water Management, 66, 1, pp. 1-13.
14. Zhang S., Goddard, S. 2003. *OpenGIS conforming map feature server implementation specifications in component-based distributed systems*, International Society for Environmental Information Sciences – Environmental Informatics Archives, 03-117, pp. 10.
15. Monget J-M., Viavattene C., Grunewald K. and Scheithauer J. *Characterising and modelling a Balkan peninsula mountain river. The Mesta-Nestos transboundary watershed (Bulgaria-Greece)* European Geophysical Union General Assembly, Nice 25-30 April 2004.
16. Karakos A., Skoulikaris X., Monget JM. and Jerrentrup H. *The broadcasting on Internet of water DPSIR indicators. Experiment on the Nestos delta, Greece*, Global Nest: the Int. J. Vol 5, No 2, pp 81-87, 2003.
17. Hans Jerrentrup, *Experiences in Management Planning and Wetlands Restoration at the Nestos Lakes and Lagoons in the Frame of a Life Environment Project*, EU LIFE Environment Project -Nr. LIFE00 ENV/D/000351.
18. Sampling Programs of the Ministry of Agriculture, *Department for the Protection of Water for Irrigation Purposes*, <http://www.minagric.gr/greek/2.9.3a.html>