

# **ΜΟΝΤΕΛΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

**Κατερίνα Μαντούδη, Νίκος Μαμάσης και Δημήτρης Κουτσογιάννης  
Τομέας Υδατικών Πόρων, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**10η ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ  
ArcInfo - ArcView GIS  
9-10 Νοεμβρίου 2000, Αθήνα**

**Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Δ. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ**

## **Μέρη της παρουσίασης**

- ★ Εισαγωγή**
- ★ Το μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου**
- ★ Η εφαρμογή στο ARCVIEW**
- ★ Βαθμονόμηση και Επαλήθευση του μοντέλου**
- ★ Συμπεράσματα**

**Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Δ. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ**

## Εισαγωγή

**Περιοχή Μελέτης:** Λεκάνη Αχελώου ανάντη της θέσης  
φράγματος Κρεμαστών έκτασης 3424 km<sup>2</sup>

**Περίοδος δεδομένων:** Οκτώβριος 1980 - Ιούνιος 1988

**Γεωγραφικά δεδομένα :** Ψηφιακό μοντέλο εδάφους  
Θέσεις μετεωρολογικών σταθμών  
Γεωλογία λεκάνης  
Υδρογραφικό δίκτυο

**Υδρομετεωρολογικά δεδομένα:** Κατακρήμιση  
Θερμοκρασία  
Σχετική Υγρασία  
Ταχύτητα Ανέμου  
Ηλιοφάνεια

**ΣΓΠ:** ArcView

**Γλώσσα προγραμματισμού:** Avenue

Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου (1)

### Μεταβλητές Εισόδου:

- ★ Επιφανειακή κατακρήμιση,  $P$
- ★ Δυνητική εξατμοδιαπνοή,  $E_p$
- ★ Μέση θερμοκρασία,  $T_m$
- ★ Ελάχιστη μέση ημερήσια θερμοκρασία,  $T_{\min}$
- ★ Μέγιστη μέση ημερήσια θερμοκρασία,  $T_{\max}$

### Μεταβλητές Εξόδου:

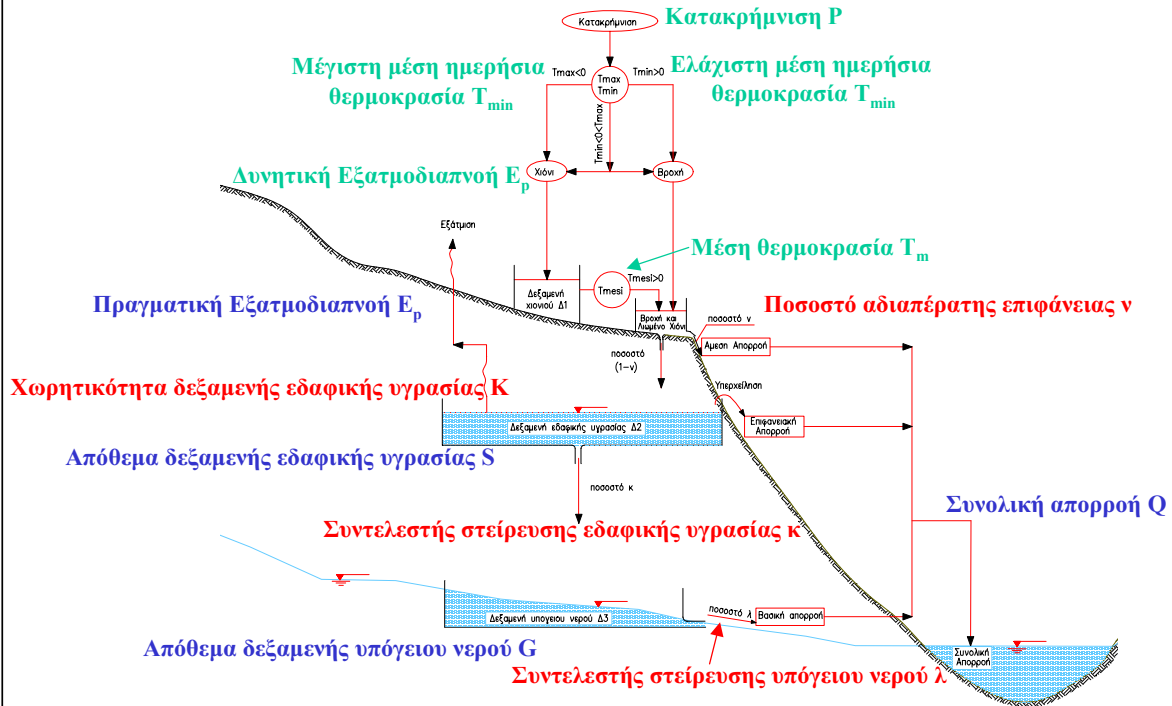
- ★ Απόθεμα δεξαμενής εδαφικής υγρασίας,  $S$
- ★ Απόθεμα δεξαμενής υπόγειου νερού,  $G$
- ★ Πραγματική εξατμοδιαπνοή,  $RE$
- ★ Συνολική απορροή,  $Q$

### Παράμετροι του μοντέλου:

- ★ Ποσοστό αδιαπέρατης επιφάνειας,  $\nu$
- ★ Χωρητικότητα δεξαμενής εδαφικής υγρασίας,  $K$
- ★ Συντελεστής στείρευσης εδαφικής υγρασίας,  $\kappa$
- ★ Συντελεστής στείρευσης υπόγειου νερού,  $\lambda$

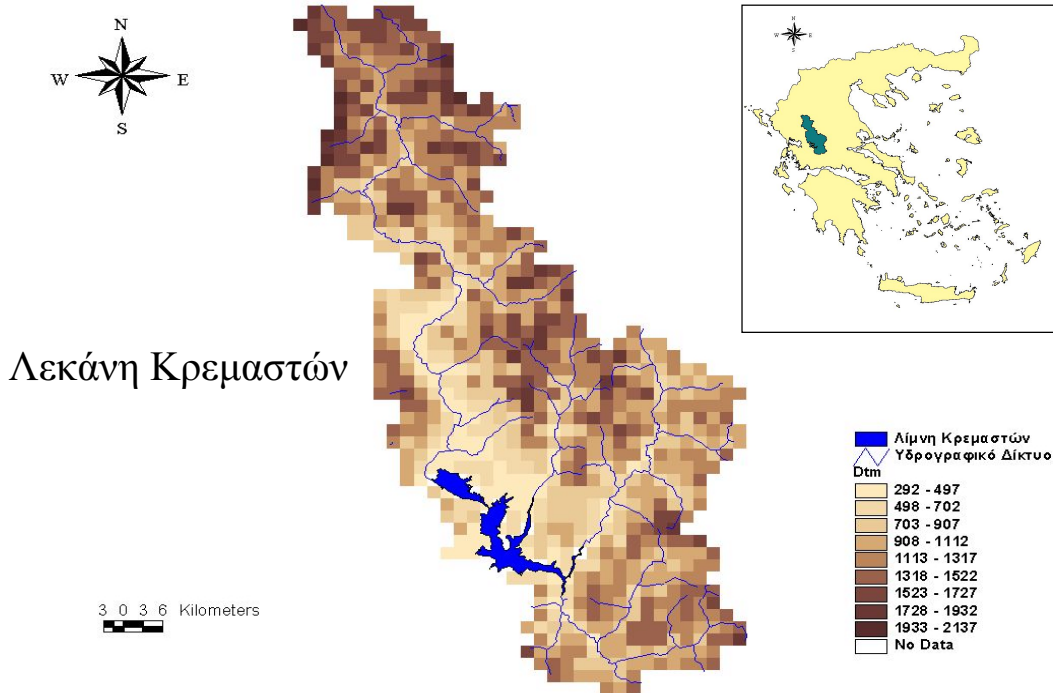
Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου (2) Λειτουργία του μοντέλου



Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

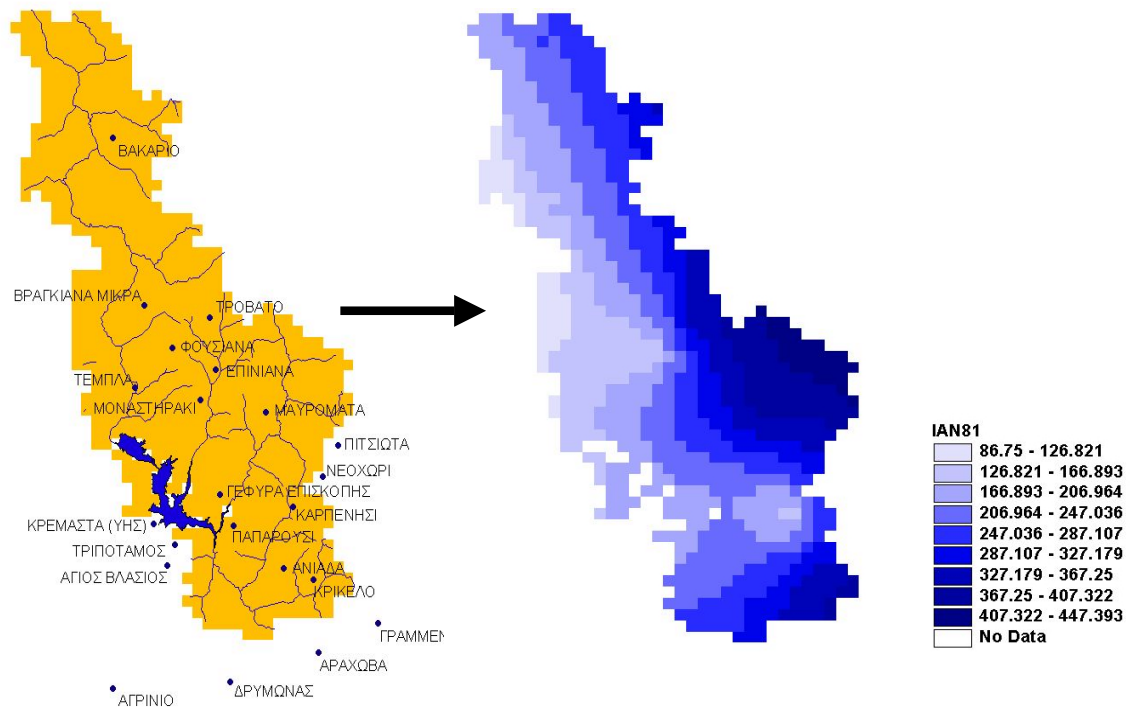
## Η Εφαρμογή στο ΣΓΠ ARCVIEW (1) Περιοχή μελέτης



Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Η Εφαρμογή στο ΣΓΠ ARCVIEW (2)

### Δημιουργία επιφάνειας κατακρήμνισης με Kriging



Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Η Εφαρμογή στο ΣΓΠ ARCVIEW (3)

### Επιφάνεια θερμοκρασίας

$$T_i = T_\Sigma - c * (H_{cell} - H_\Sigma)$$

$T_i$  θερμοκρασία στα κύτταρα της λεκάνης

$T_\Sigma$  θερμοκρασία στο υψόμετρο του σταθμού

$H_{cell}$  υψόμετρο κυττάρου από DTM

$H_\Sigma$  υψόμετρο σταθμού

$c$  θερμοβαθμίδα

### Επιφάνεια δυνητικής εξατμοδιαπνοής

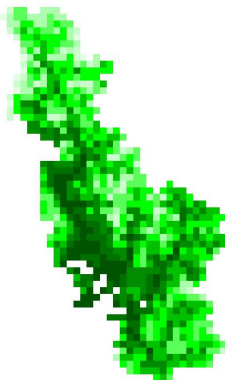
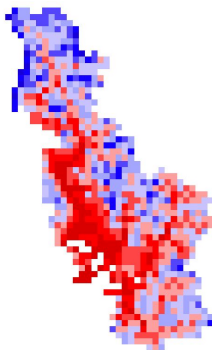
◆ Υπολογισμός εξατμοδιαπνοής:

Μέθοδος Penman

◆ Υπολογισμός επιφανειών:

Γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την εξατμοδιαπνοή ( $E_D$ ) και ανεξάρτητες το υψόμετρο ( $Z$ ) και τη θερμοκρασία ( $T_m$ )

$$E_D = -0.342 * Z - 0.0064 * T_m + 30.684$$



Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Η Εφαρμογή στο ΣΓΠ ARCVIEW (4)

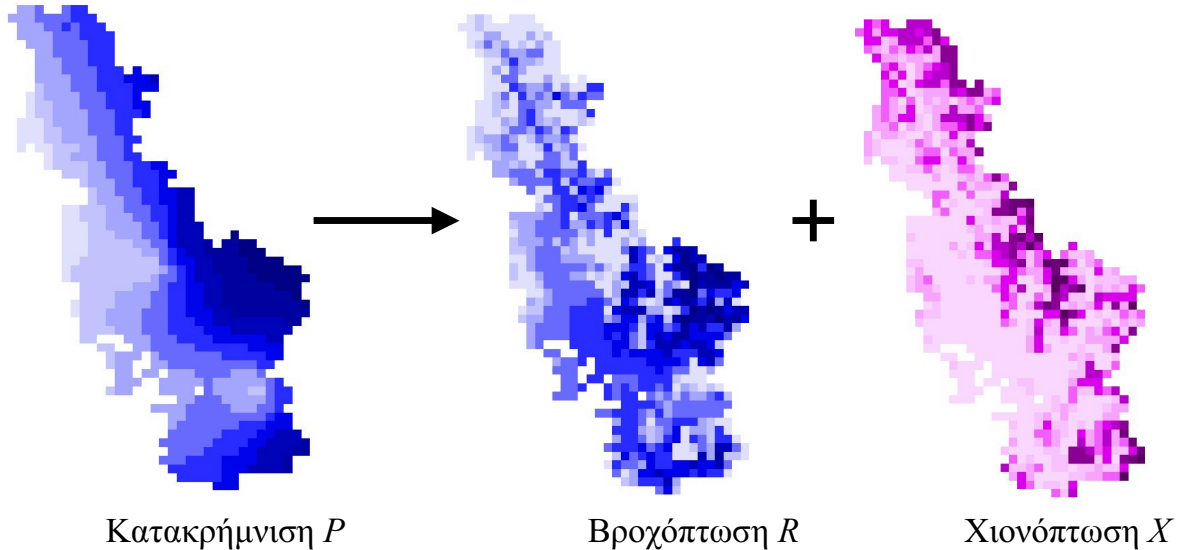
Επιμερισμός κατακρήμνισης σε βροχόπτωση και χιονόπτωση

$$T_{\min} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow X=0 \text{ \& } R=P$$

$$T_{\max} < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow X=P \text{ \& } R=0$$

$$T_{\min} < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ \& } T_{\max} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow X= S_{c_i} * P \text{ \& } R= (1-S_{c_i}) * P$$

$$S_{c_i} = \frac{T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}$$



Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Η Εφαρμογή στο ΣΓΠ ARCVIEW (5)

Επιφάνεια τήξης χιονιού

$$\text{Τήξη χιονιού: } SM = DDF * T_m * ND \leq S_{pro}$$

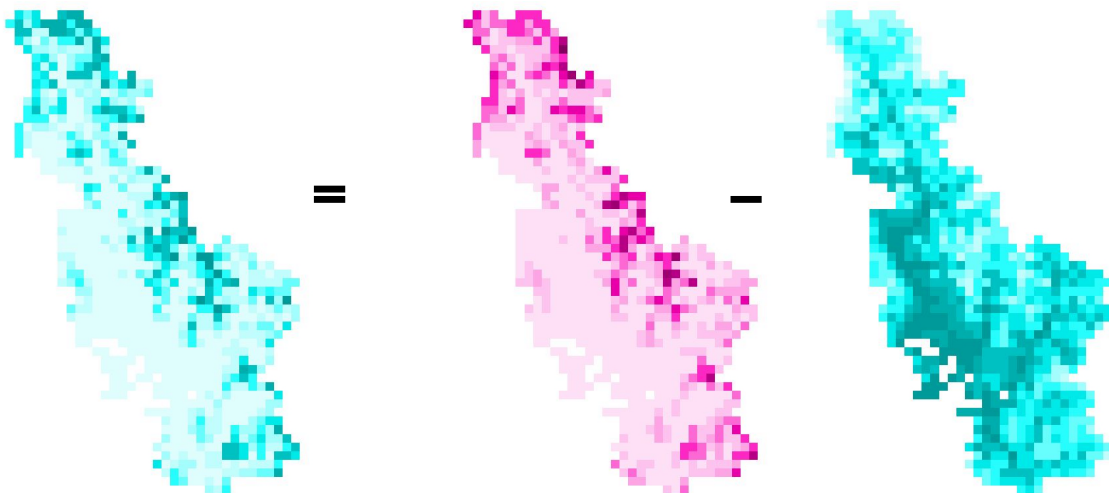
$DDF$  παράγον βαθμοημερών σε mm/°C/day

$T_m$  κλίμακος μέσης θερμοκρασίας

$ND$  αριθμός ημερών μήνα

$S_{pro}$  απόθεμα στην αρχή του μήνα

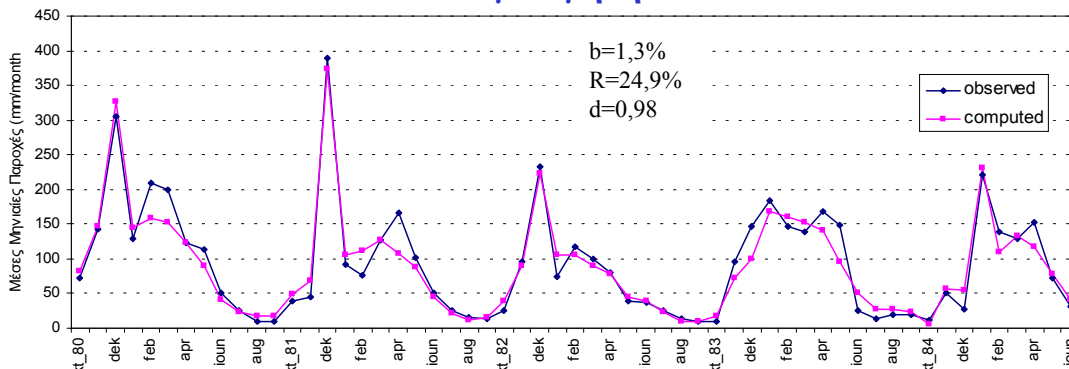
Απόθεμα στο τέλος του μήνα = Απόθεμα στην αρχή του μήνα - Τήξη χιονιού



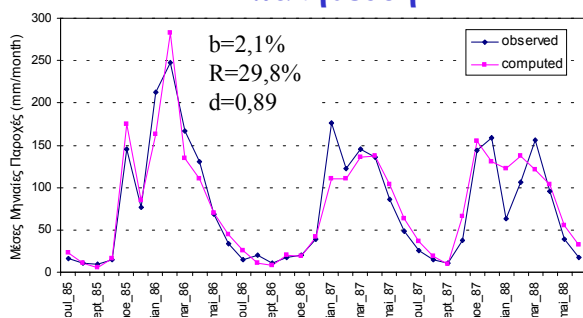
Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Βαθμονόμηση και Επαλήθευση του Συγκεντρωτικού Μοντέλου

### Βαθμονόμηση



### Επαλήθευση

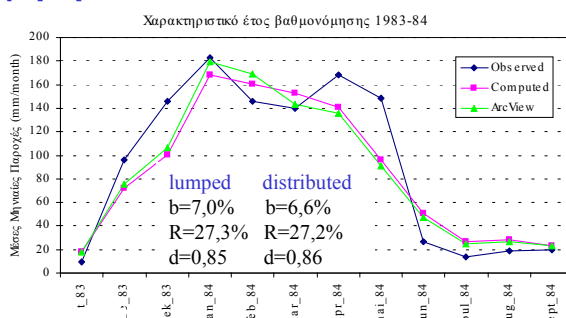
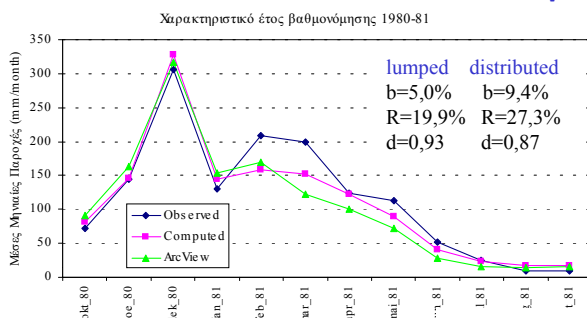


$\nu=0.218$   
 $\kappa=0.087$   
 $\lambda=0.069$   
 $\text{MaxSoilStore}=154.02 \text{ mm}$

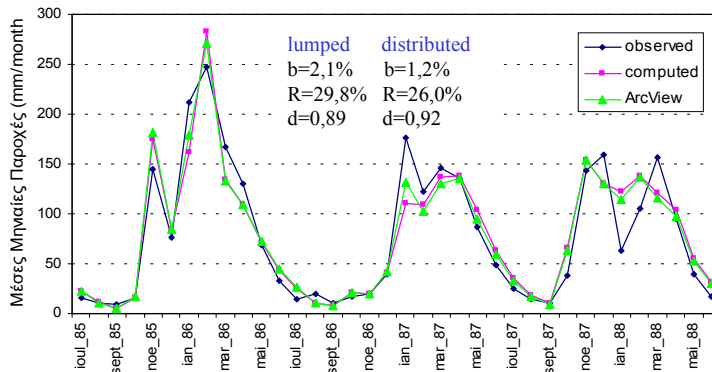
**Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ**

## Βαθμονόμηση και Επαλήθευση του Κατανομημένου Μοντέλου

### Βαθμονόμηση



### Επαλήθευση

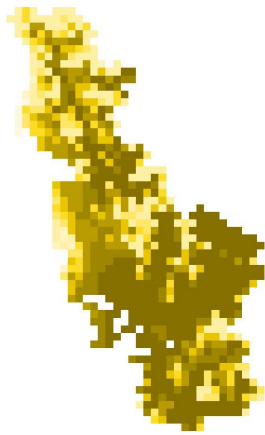


**Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ**

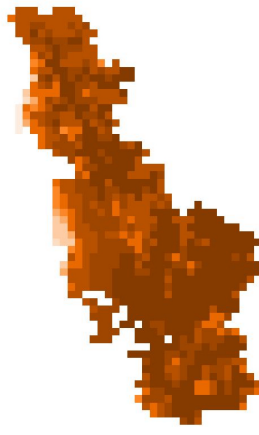


## Αποτελέσματα (1) Επιφάνειες μεταβλητών εξόδου

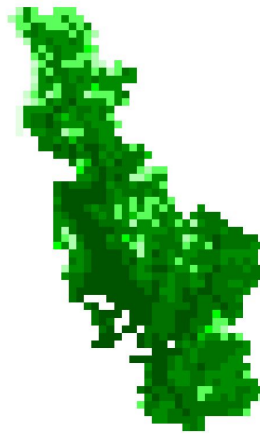
Εφαρμογή αλγορίθμου με βελτιστοποιημένες παραμέτρους



Απόθεμα  
δεξαμενής  
εδαφικής  
υγρασίας S



Απόθεμα  
δεξαμενής  
υπόγειου  
νερού G



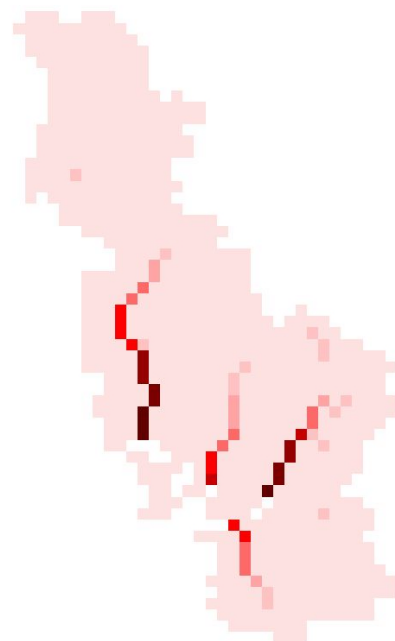
Πραγματική  
εξατμοδιαπνοή  
RE



Συνολική  
απορροή  
Q

Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Αποτελέσματα (2) Επιφάνεια συγκεντρωτικής απορροής



Εφαρμογή έτοιμων συναρτήσεων του ArcView:

Κάναβος διεύθυνσης ροής

FlowDirGrid=**DTM**.FlowDirection

Κάναβος συγκέντρωσης ροής

FlowAccGrid= FlowDirGrid. FlowAccumulation(**Runoff**)

Κ. Μαντούδη-Ν. Μαμάσης-Α. Κουτσογιάννης, Μοντέλο Ισοζυγίου Υδρολογικής Λεκάνης με Χρήση ΣΓΠ

## Συμπεράσματα

- ★ Αναπτύχθηκε υπολογιστικό σύστημα κατάρτισης ισοζυγίου υδρολογικής λεκάνης σε περιβάλλον ΣΓΠ (γλώσσα Avenue). Στο σύστημα εισάγονται υδρομετεωρολογικά και γεωγραφικά δεδομένα και υπολογίζονται η απορροή, η εξατμοδιαπνοή και η αποθήκευση νερού στα διάφορα στρώματα του εδάφους.
- ★ Η γλώσσα Avenue αποτελεί χρήσιμο εργαλείο με το οποίο τυποποιούνται και επιταχύνονται πολύπλοκες λειτουργίες. Δεν επιτυγχάνεται πάντα ικανοποιητική ταχύτητα, λόγω της δομής των κανάβων όπου η διαχείριση και οι απαιτούμενοι υπολογισμοί γίνονται για κάθε κύτταρο ξεχωριστά.
- ★ Η συμπεριφορά του ΣΓΠ ArcView κρίνεται ικανοποιητική όσον αφορά στη διαχείριση και επεξεργασία κανάβων παρά τον μεγάλο αριθμό τους (στα πλαίσια της εφαρμογής παράχθηκαν περισσότεροι από 2000 κανάβοι).
- ★ Το μοντέλο λόγω του κατανεμημένου χαρακτήρα και της ανάπτυξής του σε περιβάλλον ΣΓΠ, έχει δυνατότητα υπολογισμού της γεωγραφικής κατανομής όλων των μεταβλητών που υπεισέρχονται. Με την εφαρμογή χωρικής ολοκλήρωσης υπολογίζονται οι μηνιαίοι όγκοι απορροής σε κάθε σημείο της λεκάνης.
- ★ Η επίδοση του κατανεμημένου μοντέλου είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική τόσο στην περίοδο βαθμονόμησης όσο και στην περίοδο επαλήθευσης.