

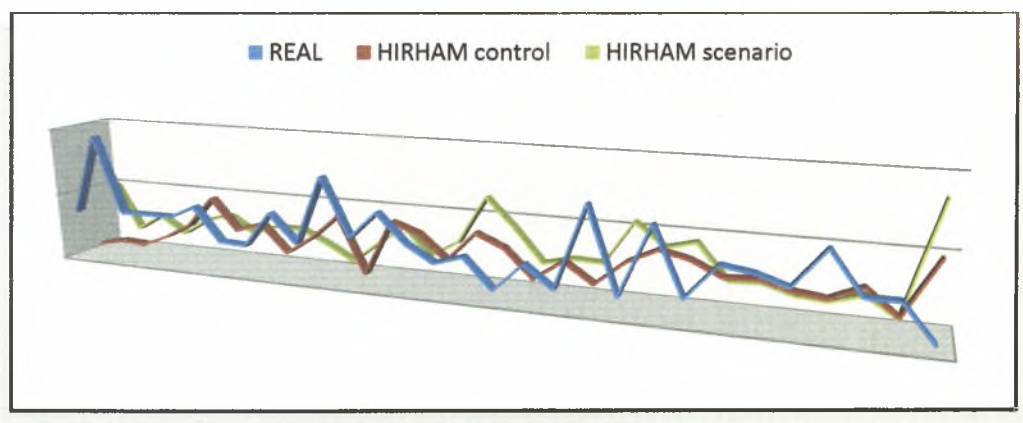


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

*Διερεύνηση της επίδρασης των κλιματικών αλλαγών στο ύψος βροχής στην υδρολογική λεκάνη του φράγματος της Πύλης Τρικάλων.*

**ΣΠΥΡΙΔΩΝ Α. ΜΟΥΤΣΙΚΟΠΟΥΛΟΣ**



*Βόλος 2012*

ΠΑΠ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 11630/1  
Ημερ. Εισ.: 08/05/2013  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ  
2012  
ΜΟΥ



**‘Διερεύνηση της επίδρασης των κλιματικών αλλαγών στο υδατικό ισοζύγιο του  
φράγματος Πύλης Τρικάλων.’**

### Μέλη τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής

- **Ηρακλής Χαλκίδης** , Λέκτορας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με γνωστικό αντικείμενο «Γεωργική υδραυλική με έμφαση στη διαχείριση του νερού στο έδαφος». Επιβλέπων της πτυχιακής διατριβής.
- **Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη**, Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με γνωστικό αντικείμενο «Αρδεύσεις – Στραγγίσεις, Υδραυλική».
- **Χρήστος Παπανικολάου**, Συμβασιούχος Διδάσκων (Π.Δ. 407/80)

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Χαλκίδη Ηρακλή για τις κατευθύνσεις σε επιστημονικά ζητήματα και την αμέριστη συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας πτυχιακής διατριβής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής τους κα. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη και κ. Παπανικολάου Χρήστο για την καθοδήγηση τους μέσα από τα μαθήματα που δίδαξαν όπως και όλους τους υπόλοιπους καθηγητές που έχουν συνεισφέρει στην άρτια κατάρτιση μου.

Η εκπόνηση αυτής της πτυχιακής διατριβής δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν οι άνθρωποι από όλους τους φορείς που επισκέφτηκα κατά τη διάρκεια συλλογής των δεδομένων.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και την αδερφή μου για την απεριόριστη ηθική συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής μου αλλά και την υποστήριξη τους σε όλες τις επιλογές που έχω κάνει μέχρι τώρα στη ζωή μου.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους μου για τη βοήθεια και την υποστήριξη που μου παρείχαν πάντα αλλά και κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

# Περιεχόμενα

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>1</b>
Εισαγωγή .....	1
1.1 Αντικείμενο της διατριβής .....	1
1.2 Κλιματικές αλλαγές .....	1
1.3 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου .....	3
1.4 Υδρολογία .....	5
1.4.1 Ορισμός της υδρολογίας .....	5
1.4.2 Διασαφήνιση του ορισμού της υδρολογίας .....	5
1.4.3 Ένταξη της υδρολογίας στο ευρύτερο επιστημονικό και τεχνολογικό πλαίσιο ....	6
1.4.4 Υδρολογικός κύκλος και ποσοτική έκφρασή του .....	6
1.5 Εισαγωγικές έννοιες.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>11</b>
Σενάρια ανθρωπογενούς παρέμβασης στην κλιματική αλλαγή .....	11
Το Πρόγραμμα PRUDENCE .....	11
2.1 Κλιματικά πρότυπα προσομοίωσης (models) .....	11
2.2 Σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. ....	13
2.3 Ευρωπαϊκό πρόγραμμα PRUDENCE .....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>20</b>
Περιοχή Έρευνας – Γενικά Στοιχεία .....	20
3.1 Περιοχή Έρευνας .....	20
3.2 Ιστορική Αναδρομή .....	21
3.3 Γεωγραφία και Κλίμα .....	23
3.4 Γεωλογία .....	24
3.5 Υδρολογία Περιοχής.....	26
3.6 Υδρολιθολογία .....	26
3.7 Τεκτονική.....	28
3.8 Δημογραφικά στοιχεία.....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	<b>32</b>
Λεκάνη Απορροής Πορταϊκού .....	32
4.1 Εισαγωγικά.....	32
4.2 Ανάλυση Υδρολογικής Λεκάνης .....	33
4.3 Ανάλυση Υδρογραφικού Δικτύου κατά Horton.....	34

4.3.1	Εφαρμογή του 1ου Νόμου του Horton (αριθμού των κλάδων).....	34
4.3.2	Εφαρμογή του 2ου Νόμου του Horton (μήκους των κλάδων).....	35
4.3.3	Υδρογραφική πυκνότητα και συχνότητα.....	37
4.3.4	Επιρροή της γεωλογικής και τεκτονικής δομής στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου.....	38
4.4	Ανάλυση Ανάγλυφου .....	40
4.4.1	Υψομετρικό ολοκλήρωμα – υψομετρική καμπύλη. ....	40
4.4.2	Αποτελέσματα της ανάλυσης κατά Horton του Υδρογραφικού Δικτύου του ποταμού Πορταϊκού.....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	<b>.....</b>	<b>44</b>
	Χρήση του Προγράμματος Prudence για την πρόβλεψη του Ύψους βροχόπτωσης στην Υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού .....	44
5.1	Ανάπτυξη Μεθοδολογίας.....	44
5.1.1	Αρχειοθέτηση και Επεξεργασία Βροχομετρικών Δεδομένων.....	44
5.1.2	Ομογενοποίηση.....	45
5.1.3	Κατάρτιση Συμπληρωμένων Δειγμάτων Σημειακής Βροχόπτωσης.....	45
5.1.4	Κατάρτιση Τελικών Δειγμάτων Επιφανειακής Βροχόπτωσης .....	46
5.2	Ανάπτυξη Μοντέλου Προσομοίωσης με το Πρόγραμμα Prudence.....	47
5.3	Επεξεργασία Πρωτογενών Δεδομένων .....	48
5.4	Επεξεργασία Ομαδοποιημένων Δεδομένων – Η Μέθοδος της Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης.....	51
5.4.1	Η έννοια της Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης.....	51
5.5.2	Εφαρμογή της Μεθόδου Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης στα Δεδομένα του Prudence .....	53
5.5.3	Πρόβλεψη Μελλοντικών Τιμών Μηνιαίου Ύψους Βροχής.....	59
5.6	Παρουσίαση Αποτελεσμάτων .....	61
5.7	Συμπεράσματα.....	63
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>.....</b>	<b>65</b>
1.	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	65
2.	Ξένη Βιβλιογραφία.....	66
3.	Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία .....	68
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>.....</b>	<b>69</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Αντικείμενο της διατριβής

Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό την διερεύνηση της επίδρασης των κλιματικών αλλαγών στο ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης στην υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού Ποταμού, παραποτάμου του Πηνειού, που κατ' επέκταση θα επιδράσει στο υδατικό ισοζύγιο ενός υπό σχεδιασμό φράγματος και ταμειυτήρα πολλαπλού σκοπού (άρδευση και παραγωγή ηλεκτρισμού) στη θέση Πύλη του νομού Τρικάλων.

Αντικείμενα της παρούσας διατριβής είναι :

- Η απόκτηση χρονοσειρών ύψους βροχής με τη βοήθεια των κλιματικών προτύπων προσομοίωσης (model) HIRHAM και RCAO του προγράμματος PRUDENCE
- Συσχέτιση και διόρθωση των προβλεπόμενων τιμών των μοντέλων με τα δεδομένα ύψους βροχής της υδρολογικής λεκάνης για την τριακονταετή περίοδο 1960 – 1990.

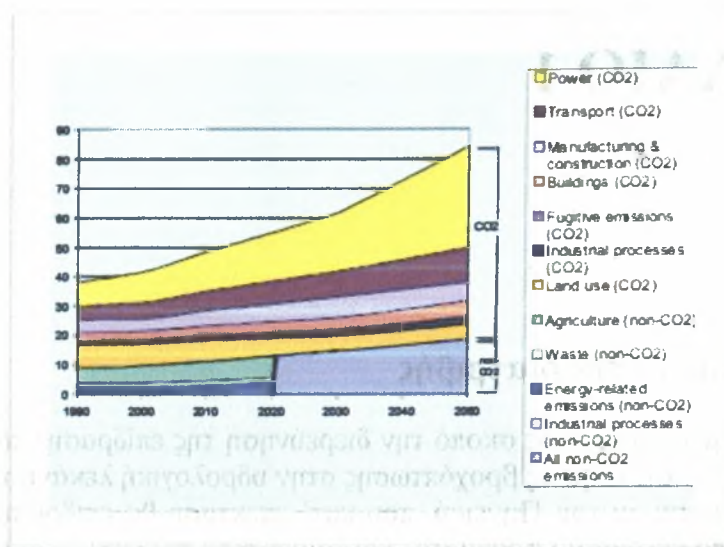
### 1.2 Κλιματικές αλλαγές

Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας.

Είναι δεδομένο πως η αύξηση της συγκέντρωσης Αερίων του Θερμοκηπίου (ΑτΘ) στην ατμόσφαιρα είναι ο βασικός μηχανισμός που προκαλεί την κλιματική αλλαγή. Αυτή η αύξηση της συγκέντρωσης των ΑτΘ αποδίδεται κατά κύριο λόγο στις ανθρωπογενείς εκπομπές.

Στο παρακάτω διάγραμμα 1.1 φαίνονται οι ιστορικές και οι προβλεπόμενες εκπομπές ΑτΘ από το 1990 μέχρι το 2050, ανά τομέα δραστηριότητας. (Πηγή: Έκθεση Στερν).

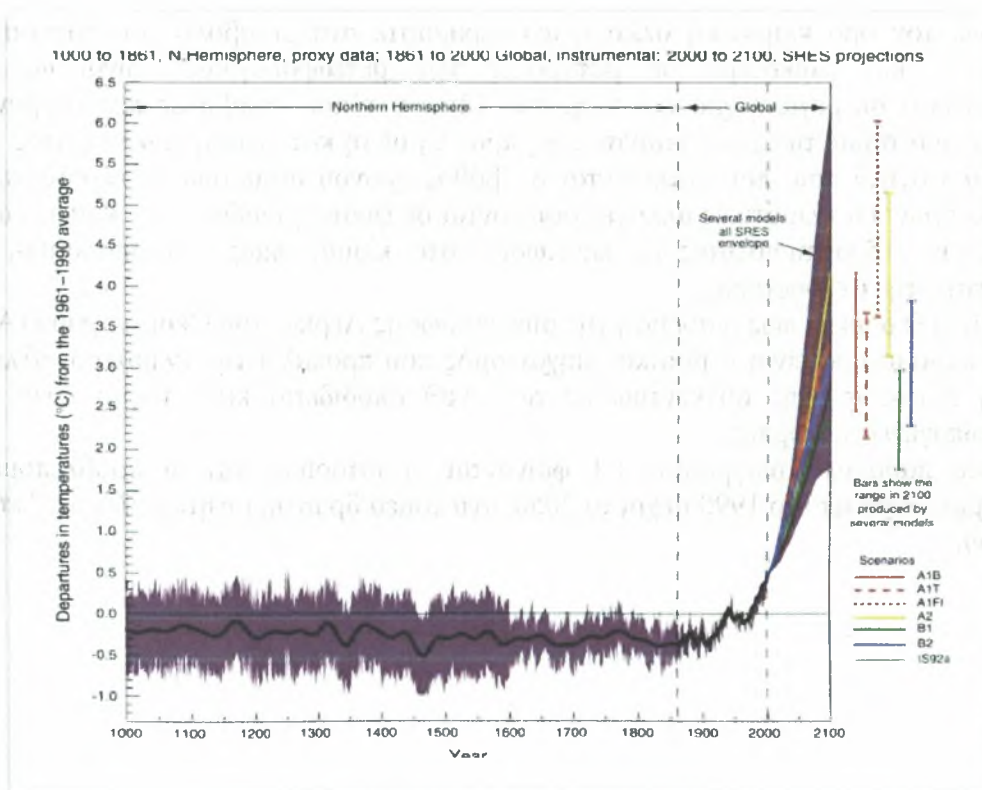




**Διάγραμμα 1.1:** Ιστορικές και προβλεπόμενες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου από το 1990 έως το 2050 ανά τομέα δραστηριότητας. (Πηγή: Έκθεση Στερν).

Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει κάθε πτυχή του περιβάλλοντος αλλά και της κοινωνικής και οικονομικής δραστηριότητας.

Ο πιο χαρακτηριστικός δείκτης της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. Σύμφωνα με την τελευταία (2001) έκθεση του Διακυβερνητικού Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), η αύξηση αυτή μπορεί να φτάσει τους 6 βαθμούς μέχρι το 2100, ενώ νεότερες μελέτες την ανεβάζουν στους 10 βαθμούς (Διάγραμμα 1.2).



**Διάγραμμα 1.2:** Πρόβλεψη της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη. (Πηγή: Έκθεση του Διακυβερνητικού Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2001))

Πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας όμως, η κλιματική αλλαγή θα σημάνει:

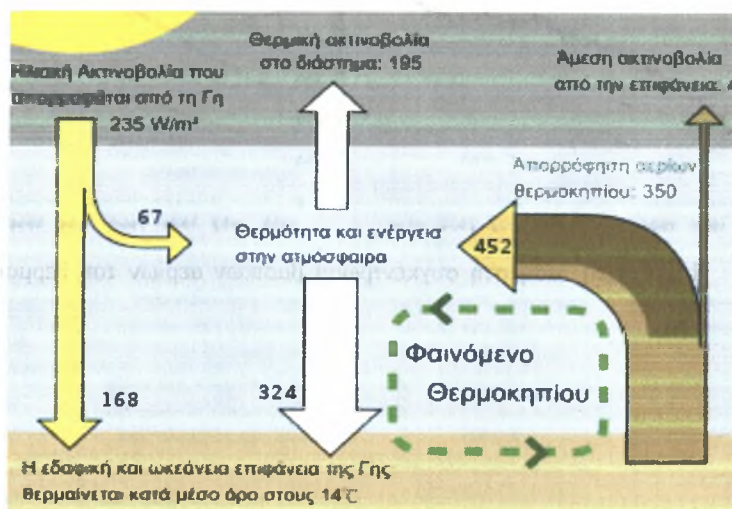
- Άνοδο της στάθμης της θάλασσας
- Εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα
- Εξάπλωση ασθενειών
- Εξαφάνιση ειδών
- Μόνιμους “κλιματικούς πρόσφυγες”

### 1.3 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Ως **Φαινόμενο του Θερμοκηπίου** χαρακτηρίζεται το φαινόμενο θέρμανσης που παρατηρείται στα θερμοκήπια (εξ ου και η ονομασία). Κατά το φαινόμενο αυτό η γυάλινη υπερκατασκευή ή θόλος είναι διάφανη για τη φωτεινή ακτινοβολία, η οποία εισέρχεται στο στεγασμένο χώρο, απορροφάται εν μέρει, διαχέεται και επανεκπέμπεται. Η κατασκευή όμως είναι αδιαφανής για τη δευτερογενή αυτή ακτινοβολία, η οποία "παγιδεύεται" στο χώρο και τελικά μετατρέπεται σε θερμότητα (αρχή του θερμοκηπίου). Με τον τρόπο αυτό θερμαίνει το εσωτερικό του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να διατηρούνται οι καλλιέργειες πάντα σε κατάλληλη και σχετικά σταθερή θερμοκρασία.

Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στη Φύση κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συμβάλλει στη θέρμανσή του. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό, αστρολόγο και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ, το 1824, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από τον Σβάντε Αρρένιους το 1896. Τα τελευταία χρόνια, ο όρος συνδέεται με την παγκόσμια θέρμανση (*global warming*), ενώ θεωρείται πως το φαινόμενο έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Παρατηρείται σε όλους τους πλανήτες που διαθέτουν ατμόσφαιρα. Ο πλανήτης με το πιο εντυπωσιακό φαινόμενο θερμοκηπίου είναι η Αφροδίτη, αλλά για λόγους απλότητας θα αναφερόμαστε αποκλειστικά στην περίπτωση της Γης, δηλαδή του πλανήτη στον οποίο κατοικούμε.

Μια αναπαράσταση των ανταλλαγών ενέργειας μεταξύ της πηγής (ο ήλιος), της επιφάνειας της Γης, της ατμόσφαιρας της Γης, και του τελικού αποδέκτη που είναι το εξώτερο διάστημα δίνεται στο Σχήμα 1.1.



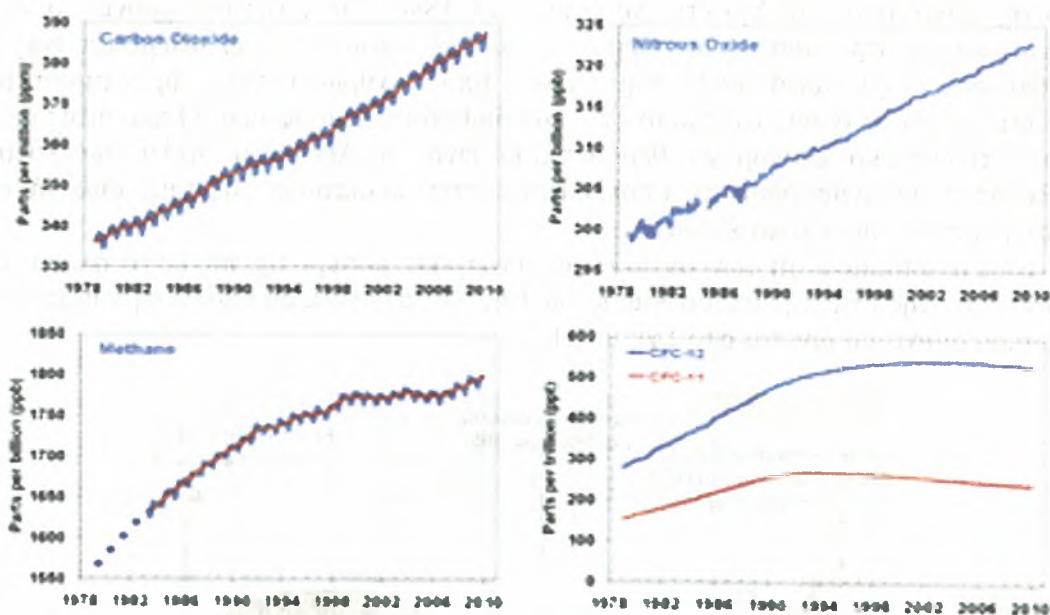
**Σχήμα 1.1:** Αναπαράσταση των ανταλλαγών ενέργειας μεταξύ του ήλιου, της Γης, της ατμόσφαιρας της Γης, και του διαστήματος.

Η ικανότητα της ατμόσφαιρας να εγκλωβίζει και να ανακυκλώνει ενέργεια που φεύγει από την επιφάνεια της Γης είναι το καθοριστικό χαρακτηριστικό του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Όλα τα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναφέρονται συνολικά με τον όρο *αέρια του θερμοκηπίου*. Απορροφούν την μεγάλη μήκους κύματος γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια. Ορισμένα αέρια, όπως το όζον, έχουν ημιδιαφάνεια και στην ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να απορροφούν ένα μέρος της, συμβάλλοντας ως ένα βαθμό και στην ψύξη της γήινης επιφάνειας. Στον πίνακα 1.1. παραθέτονται τα αέρια του θερμοκηπίου που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης από το 1750 έως το 1998 (Πηγή: IPCC), ενώ στα διαγράμματα 1.3 α,β,γ,δ δίνεται γραφικά η αυξητική τάση των αερίων του θερμοκηπίου.

**Πίνακας 1.1.** Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης από το 1750 έως το 1998 (Πηγή: IPCC).

Αέριο	Επίπεδα 1998	Αύξηση από το 1750	Ποσοστό αύξησης	Συνεισφορά στο φαινόμενο [ $W/m^2$ ]
Διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ )	365 ppm	87 ppm	31%	1.46
Μεθάνιο ( $CH_4$ )	1.745 ppb	1.045 ppb	150%	0.48
Υποξείδιο του Αζώτου ( $N_2O$ )	314 ppb	44 ppb	16%	0.15



**Διάγραμμα 1.4 :** Η αυξητική τάση στη συγκέντρωση βασικών αερίων του θερμοκηπίου (στοιχεία μέχρι 1/2003).

## 1.4 Υδρολογία

### 1.4.1 Ορισμός της υδρολογίας

- ✓ **Υδρολογία (hydrology)** είναι η επιστήμη που ασχολείται με
  - τα ύδατα της Γης,
  - την παρουσία, την κυκλοφορία και κατανομή τους,
  - τις φυσικές και χημικές ιδιότητές τους, και
  - τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον, στο οποίο περιλαμβάνονται και τα έμβια όντα.
- ✓ **Τεχνική υδρολογία (engineering hydrology)** είναι ο κλάδος της υδρολογίας που έχει στόχο την ποσοτική εκτίμηση και πρόγνωση των υδρολογικών μεγεθών.

**Σημείωση:** Ο ορισμός της υδρολογίας προτάθηκε το 1962 από μια Αμερικανική Επιτροπή υπό τον W. Langbein και υιοθετήθηκε από την UNESCO στη διεθνή υδρολογική δεκαετία (1965-74) (βλ. U.S. Committee on Opportunities in the Hydrological Sciences, 1991, και Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1999).

### 1.4.2 Διασαφήνιση του ορισμού της υδρολογίας

#### Ανάλυση αντικειμένου

Στον πίνακα που ακολουθεί έχει γίνει διαχωρισμός των βασικών τομέων της Υδρολογίας σε επίπεδο επεξήγησης, σύμφωνα με τα φαινόμενα και τις έννοιες που συμπεριλαμβάνει ο καθένας.

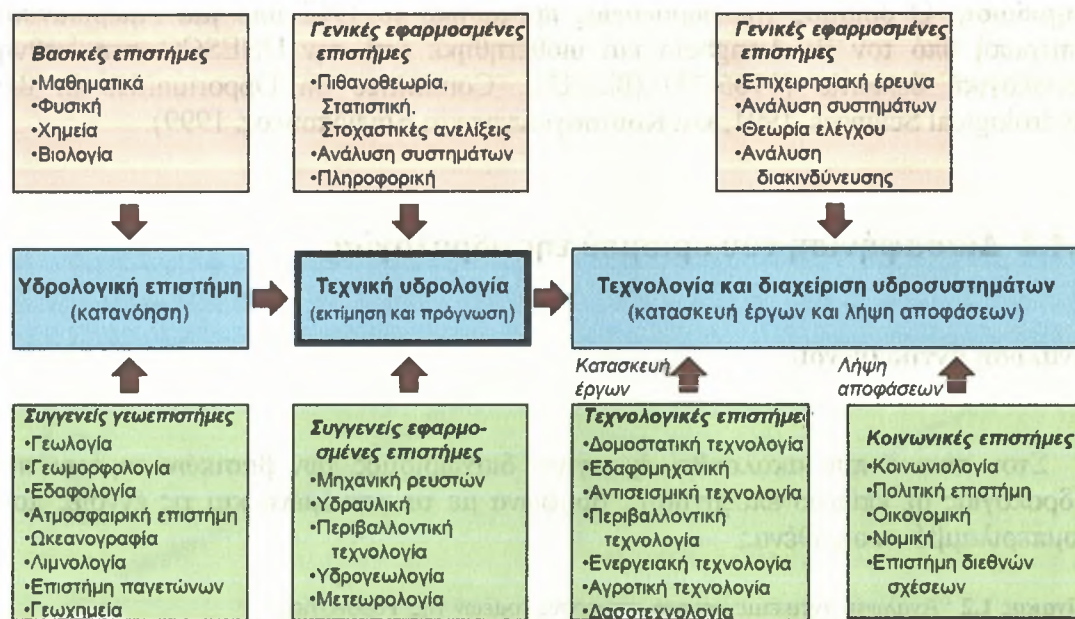
**Πίνακας 1.2 :** Ανάλυση αντικειμένου των επιμέρους τομέων της Υδρολογίας

Τομέας	Ανάλυση αντικειμένου	Περιλαμβάνει:	Δεν περιλαμβάνει:
<b>Υδατικό ισοζύγιο υδρογείου</b>	Χωρική και χρονική μεταβλητότητα του υδατικού ισοζυγίου της υδρογείου (σε στερεή, υγρή και αέρια φάση, στη θάλασσα, την ξηρά και την ατμόσφαιρα)	Διαδρομές διακίνησης, διακινούμενες μάζες νερού και χρόνοι παραμονής, τόσο μεταξύ ωκεανών, ατμόσφαιρας και ηπείρων, όσο και μεταξύ των τριών φάσεων	Φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες εσωτερικές στην ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς
<b>Ηπειρωτικές (χερσαίες) Υδρολογικές διεργασίες</b>	Κίνηση του νερού πάνω και κάτω από την επιφάνεια της γης, σε όλες τις χωρικές και χρονικές κλίμακες, από την μικροκλίμακα μέχρι την κλίμακα ηπείρων	Φυσικές και χημικές διεργασίες που συνοδεύουν την κίνηση του νερού, καθώς και βιολογικές διεργασίες που αλληλεπιδρούν με αυτή την κίνηση (π.χ. διαπνοή φυτών, διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες)	Βιολογικές διεργασίες που απλώς εξαρτώνται από το νερό (π.χ. κύκλος ζωής υδρόβιων οργανισμών)

**Σημείωση:** Διατυπώθηκε από την U.S. Committee on Opportunities in the Hydrological Sciences (1991).

### 1.4.3 Ένταξη της υδρολογίας στο ευρύτερο επιστημονικό και τεχνολογικό πλαίσιο

Η επιστήμη της Υδρολογίας δεν αποτελεί ένα απομονωμένο είδος επιστήμης, αντιθέτως η αλληλεπίδρασή της με άλλους τύπους επιστημών θεωρείται απαραίτητη. Αυτό και μόνο το γεγονός δημιουργεί την ανάγκη για την αποσαφήνιση του ρόλου της και την τοποθέτησή της στο ευρύτερο τεχνολογικό κι επιστημονικό πλαίσιο. Έχοντας ήδη αναλυθεί το αντικείμενό της βάσει των επιμέρους τομέων της στο προηγούμενο υποκεφάλαιο (1.4.2), αυτή η τοποθέτηση πραγματοποιείται με τον τρόπο που παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1.5. Αξίζει να σημειωθεί ο τρόπος με τον οποίο υπεισέρχονται οι διάφοροι τύποι επιστημών στους επιμέρους κλάδους της καθώς και ο καθοριστικός ρόλος τους στις επιμέρους λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα (κατανόηση, εκτίμηση και πρόγνωση, κατασκευή έργων, λήψη αποφάσεων) (Κουτσογιάννης Δ. και άλλοι, 1997).



Διάγραμμα 1.5 : Οργανόγραμμα ένταξης της Υδρολογίας στο ευρύτερο επιστημονικό και τεχνολογικό πλαίσιο.

### 1.4.4 Υδρολογικός κύκλος και ποσοτική έκφρασή του

#### Παρουσία του νερού στη γη

Το νερό, όπως είναι γνωστό, παρουσιάζεται στον πλανήτη μας σε ποσότητες που ξεπερνούν συντριπτικά σε μέγεθος κάθε άλλη χημική ένωση. Η παρουσία όμως αυτή δεν περιορίζεται σε μία μόνο μορφή. Συγκεκριμένα, στον πίνακα 1.3 παρατίθενται οι πιο διαδεδομένες μορφές με τις οποίες απαντάται στη φύση, τόσο σε επιφανειακό όσο και σε υπόγειο και υπέργειο επίπεδο.

**Πίνακας 1.3 :** Κατανομή του νερού στον πλανήτη Γη.

Μορφή νερού	Συνολική ποσότητα		Ποσότητα γλυκού νερού	
	km <sup>3</sup> ή 10 <sup>12</sup> kg	%	km <sup>3</sup> ή 10 <sup>12</sup> kg	%
Ωκεανοί	1 338 000 000	96.54	—	—
Παγετώνες, μόνιμα χιόνια, υπόγειοι πάγοι	24 364 100	1.758	24 364 100	69.55
Υπόγεια νερά και εδαφική υγρασία	23 416 500	1.690	10 546 500	30.11
Λίμνες και έλη	187 870	0.014	102 470	0.293
Ατμοσφαιρικό νερό	12 900	0.0009	12 900	0.037
Ποταμιά	2 120	0.0002	2 120	0.006
Βιολογικό νερό	1 120	0.0001	1 120	0.003
Σύνολο	1 385 984 610	100	35 029 210	100

*Πηγή: Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος (1999)*

Ο υδρολογικός κύκλος, ή αλλιώς ο κύκλος του νερού, περιγράφει την παρουσία και την κυκλοφορία του νερού στην ατμόσφαιρα, την επιφάνεια και το υπέδαφος της Γης. Το νερό της Γης είναι πάντα σε κίνηση και πάντα σε αλλαγή, από την υγρή μορφή στην αέρια ή σε πάγο ξανά και αντίστροφα. Ο κύκλος του νερού λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια.

Ο υδρολογικός κύκλος δεν έχει αρχή, αλλά είναι βολικό να ξεκινήσει κανείς απ' τη θάλασσα. Ο ήλιος, που κινεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνει το νερό στη θάλασσα (στους ωκεανούς) το οποίο εν μέρει εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή ατμού στον αέρα. Νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια και το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών είναι μια ακόμη λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση και διαπνοή από την ξηρά συχνά δεν διακρίνονται και έτσι μιλούμε για εξατμισοδιαπνοή. Μια μικρή ποσότητα υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την εξαχνωση, μέσω της οποίας μόρια από πάγους και χιόνια μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς χωρίς να περάσουν από την υγρή μορφή.

Ανοδικά ρεύματα αέρα ανεβάζουν τους υδρατμούς στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου οι μικρότερες πιέσεις που επικρατούν έχουν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας. Επειδή όμως σε χαμηλή θερμοκρασία ο αέρας δεν μπορεί να συγκρατεί όλη τη μάζα των υδρατμών, ένα μέρος τους συμπυκνώνεται και σχηματίζει τα σύννεφα. Τα ρεύματα του αέρα κινούν τα σύννεφα γύρω απ' την υδρόγειο. Παράλληλα τα σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα συγκρούονται και μεγαλώνουν, και τελικά πέφτουν απ' τον ουρανό ως κατακρημνίσματα, η συχνότερη μορφή των οποίων είναι η βροχή. Μια μορφή κατακρημνίσματος είναι το χιόνι, το οποίο όταν συσσωρεύεται σχηματίζει πάγους και παγετώνες. Σε σχετικά θερμότερα κλίματα, όταν έρχεται η άνοιξη, το χιόνι λιώνει και το ξεπαγωμένο νερό ρέει, σχηματίζοντας την απορροή από λιώσιμο του χιονιού. Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς.

Από την ποσότητα που πέφτει στη στεριά, ένα σημαντικό μέρος καταλήγει και πάλι στους ωκεανούς ρέοντας υπό την επίδραση της βαρύτητας, ως επιφανειακή απορροή. Η μεγαλύτερη ποσότητα της επιφανειακής απορροής μεταφέρεται στους ωκεανούς από τα ποτάμια, με τη μορφή ροής σε υδατορεύματα. Η επιφανειακή απορροή μπορεί ακόμη να καταλήξει στις λίμνες, που αποτελούν, μαζί με τους ποταμούς, τις κυριότερες αποθήκες γλυκού νερού.

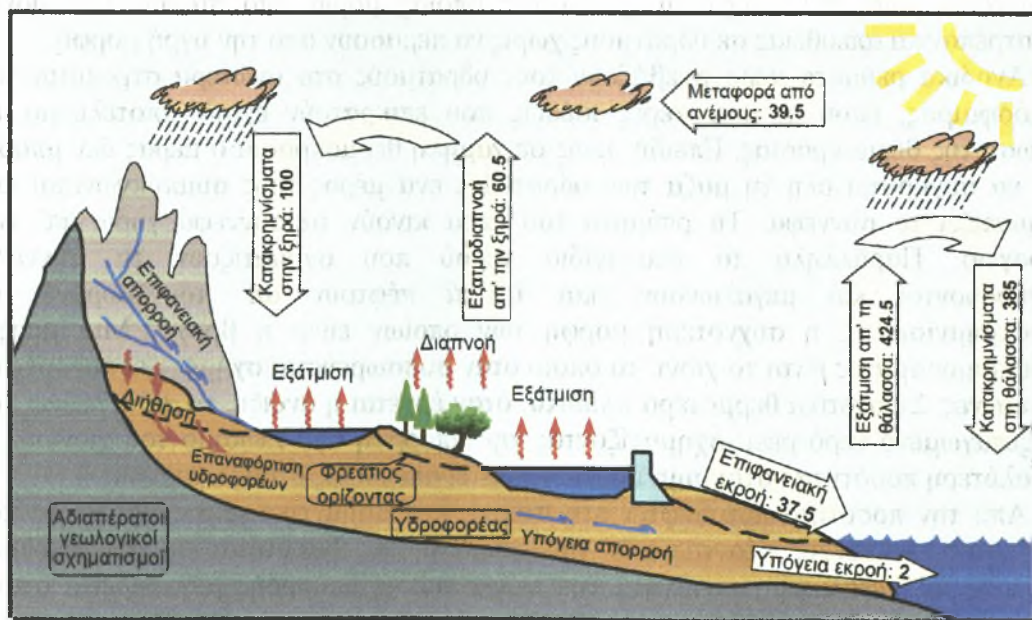
Ωστόσο, το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά μέσα στους ποταμούς. Κάποιες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος με τη λειτουργία της διήθησης και σχηματίζουν το υπόγειο νερό. Μέρος του νερού αυτού μπορεί να ξαναβρεί το δρόμο του προς τα επιφανειακά υδάτινα σώματα (και τους ωκεανούς) ως εκφόρτιση υπόγειου νερού. Όταν βρίσκει διόδους προς της επιφάνεια της γης εμφανίζεται με τη μορφή πηγών. Ένα άλλο μέρος του υπόγειου νερού πηγαίνει βαθύτερα και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν τεράστιες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ακόμα και το νερό αυτό όμως συνεχίζει να κινείται και με τη πάροδο του χρόνου μέρος του ξαναμπαίνει στους ωκεανούς όπου ο κύκλος του νερού "τελειώνει" ... και "ξεκινάει". Στον ακόλουθο πίνακα 1.4 παρουσιάζονται ο τρόπος και οι ποσότητες της κίνησης του νερού στη Γη.

Στο Σχήμα 1.2 δίνεται ο υδρολογικός κύκλος και παρατηρείται ο τρόπος μετακίνησης του νερού σε υπόγειο, επιφανειακό και ατμοσφαιρικό επίπεδο καθώς επίσης και οι διάφορες μορφές που λαμβάνει κατά τα εκάστοτε φαινόμενα (απορροή, κατακρημνίσματα, εξατμισοδιαπνοή).

**Πίνακας 1.4 :** Ο τρόπος και οι ποσότητες της κίνησης του νερού στη Γη.

Επιφάνεια αναφοράς	Εκταση, 10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup>	Διακίνηση	Μέσος ετήσιος όγκος, 10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup>	Μέσο ετήσιο ύψος, mm	Μέση παροχή, km <sup>3</sup> /s	Ποσοστό επί των κατακρημνισμάτων, %
Σύνολο επιφάνειας Γης	510.0	Κατακρημνίσματα = Εξατμισοδιαπνοή	577	1131	18.28	100.0
Ωκεανοί	361.1	Κατακρημνίσματα Εξάτμιση	458 505	1268 1399	14.51 16.00	100.0 110.3
Ξηρά	148.9	Κατακρημνίσματα Εξατμισοδιαπνοή Συνολική απορροή Επιφανειακή συνιστώσα απορροής Υπόγεια συνιστώσα απορροής	119 72 47 44.7 2.3	799 484 316 300 16	3.77 2.28 1.49 1.42 0.07	100.0 60.5 39.5 37.6 1.9

*Πηγή: Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος (1999)*



**Διάγραμμα 1.6:** Αναπαράσταση του Υδρολογικού Κύκλου. (Πηγή: Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος (1999))

## 1.5 Εισαγωγικές έννοιες

### Ορισμοί

✓ **Εννοιολογικός ορισμός της πιθανής μέγιστης κατακρήμνισης – ΠΜΚ** (probable maximum precipitation – PMP) : Θεωρητικά, το μέγιστο ύψος κατακρημνισμάτων για δεδομένη διάρκεια, το οποίο είναι φυσικώς δυνατό πάνω από μια περιοχή δεδομένης έκτασης, σε δεδομένη γεωγραφική θέση και εποχή του έτους (World Meteorological Organization, 1986).

✓ **Λειτουργικός ορισμός της ΠΜΚ**: Τα βήματα που ακολουθούνται από τους υδρομετεωρολόγους προκειμένου να φτάσουν σε απαντήσεις που δίνονται σε μηχανικούς και υδρολόγους για σκοπούς υδρολογικού σχεδιασμού. Οι απαντήσεις έχουν εξεταστεί εξαντλητικά από μετεωρολόγους, μηχανικούς και υδρολόγους και κρίθηκαν ότι ικανοποιούν τις απαιτήσεις ενός κριτηρίου σχεδιασμού που πρακτικώς δεν ενέχει κίνδυνο υπέρβασης (World Meteorological Organization, 1986).

✓ **Σχόλιο στον ορισμό**: Οι τιμές της ΠΜΚ επηρεάζονται από

- τη μεθοδολογία που ακολουθείται,
- τη γνώση της φυσικής των ατμοσφαιρικών διεργασιών,
- τις κλιματικές αλλαγές και τάσεις.

### Συναφείς έννοιες

✓ **Μέγιστη δυνατή κατακρήμνιση – ΜΔΚ** (maximum possible precipitation, MPP): Παλιότερος όρος που χρησιμοποιούνταν πριν τη δεκαετία του 1950 αντί του ΠΜΚ. Ο νεότερος όρος (*πιθανή μέγιστη αντί μέγιστη δυνατή*) είναι πιο ελαστικός και αποδίδει καλύτερα την αβεβαιότητα που υπάρχει γύρω από την ύπαρξη αλλά και τη δυνατότητα εκτίμησης ενός ανώτατου ορίου στο ύψος των κατακρημνισμάτων.

✓ **Πιθανή μέγιστη καταιγίδα** (probable maximum storm - PMS): Ένα πραγματικό ή ιδεατό επεισόδιο βροχής με ποσοτικά χαρακτηριστικά ίσα με την ΠΜΚ για τη λεκάνη απορροής που ενδιαφέρει και για μία ή περισσότερες διάρκειες που ενδιαφέρουν στη συγκεκριμένη μελέτη.

✓ **Πιθανή μέγιστη πλημμύρα** -- ΠΜΠ (probable maximum flood, PMF). Η πλημμύρα που προκαλείται από την πιθανή μέγιστη κατακρήμνιση, η οποία αποτελεί και το τελικό ζητούμενο στις μελέτες σχεδιασμού υδραυλικών έργων (Κουτσογιάννης Δ., 2000. Υδρομετεωρολογία, Πιθανή Μέγιστη Κατακρήμνιση. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, ΕΜΠ).

### Παράγοντες που επηρεάζουν την ΠΜΚ – Αντίστοιχα όρια

- ✓ Κατακρημνισμό νερό στον αέρα που κινείται πάνω από τη λεκάνη απορροής
  - Ποσοτικοποιείται σχετικά εύκολα
  - Εξαρτάται κυρίως από το σημείο δρόσου στην επιφάνεια
- ✓ Ρυθμός με τον οποίο ο άνεμος μεταφέρει νέους υδρατμούς στη λεκάνη



- Εξαρτάται από πολλές μεταβλητές, όπως
  - πεδίο θερμοκρασιών (τιμές, κλίσεις)
  - πεδίο πιέσεων (τιμές, κλίσεις)
  - πηγές ατμοσφαιρικής υγρασίας (γεωγραφική θέση, ρυθμός εξάτμισης)

✓ Ποσοστό των υδρατμών που μπορεί να μετατραπεί σε κατακρήμνιση στην επιφάνεια της λεκάνης

- Ποσοτικοποιείται πολύ δύσκολα
- Εξαρτάται από μικρής κλίμακας φυσικές διεργασίες (π.χ. πυρηνοποίηση)

Οι προσπάθειες να προσδιοριστούν όρια στους παραπάνω παράγοντες δεν έχουν επιτύχει (National Research Council, 1994).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## Σενάρια ανθρωπογενούς παρέμβασης στην κλιματική αλλαγή

### Το Πρόγραμμα PRUDENCE

#### 2.1 Κλιματικά πρότυπα προσομοίωσης (models).

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σήμερα για την προσομοίωση της κλιματικής αλλαγής είναι τα Συζευγμένα Ατμοσφαιρικά-Ωκεάνια Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (Coupled Atmospheric-Ocean General Circulation Models, AOGCMs). Πρόκειται για μοντέλα που βασίζονται στις βασικές φυσικές αρχές του γήινου συστήματος όπως οι βασικές εξισώσεις της μηχανικής των ρευστών και της διάδοσης της ακτινοβολίας. Τα AOGCMs χωρίζονται σε Ατμοσφαιρικά (AGCMs) και Ωκεάνια Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (OGCMs) ενώ μπορεί να είναι και συζευγμένα μεταξύ τους (AOGCMs) καθώς και με άλλα μοντέλα όπως τα μοντέλα προσομοίωσης της παγοκάλυψης στην ξηρά και την θάλασσα, της βιόσφαιρας (Denman et al., 2007) και άλλα.

Τα AOGCMs που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής παρουσιάζουν ομοιότητες με τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την καιρική πρόγνωση λίγων ημερών. Η διαφορά είναι ότι τα μοντέλα πρόγνωσης του καιρού δίνουν έμφαση σε διαφορετικά στοιχεία αφού χρησιμοποιούνται με διαφορετικό σκοπό και σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Συγκεκριμένα τα κλιματικά AOGCMs δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στις διεργασίες του εδάφους, του ωκεανού και των παγετώνων καθώς και στην ισορροπία των διεργασιών μεγάλης χρονικής κλίμακας όπως ο υδρολογικός κύκλος.

Τονίζεται ότι η γνώση ορισμένων φυσικών διεργασιών είναι ακόμα περιορισμένη. Για το λόγο αυτό στις κλιματικές προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται παραμετροποιήσεις και απλουστεύσεις ορισμένων φαινομένων. Η χωρική ανάλυση των AOGCMs στις μέρες μας, εξαιτίας των περιορισμένων υπολογιστικών δυνατοτήτων, είναι της τάξης των εκατοντάδων χιλιομέτρων (Meams et al., 2001). Σε αυτή τη χωρική ανάλυση είναι δυνατόν να αναπαραχθούν ικανοποιητικά η γενική κυκλοφορία σε ολόκληρο τον πλανήτη καθώς και τα γενικά χαρακτηριστικά των διαφόρων κλιματικών παραμέτρων σε συνοπτική κλίμακα. Ωστόσο δεν είναι δυνατόν να προσομοιωθούν με ακρίβεια φαινόμενα που σχετίζονται με την επίδραση της τοπογραφίας σε τοπική και περιοχική κλίμακα.

Οι τεχνικές με τις οποίες εισάγεται η περιοχική πληροφορία στις κλιματικές προσομοιώσεις ονομάζονται τεχνικές υποβιβασμού κλίμακας (υποκλιμάκωσης) και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: 1) Τα υψηλής ή μεταβλητής ανάλυσης παγκόσμια ατμοσφαιρικά μοντέλα γενικής κυκλοφορίας, 2) τις στατιστικές ή εμπειρικές μεθόδους υποκλιμάκωσης (Statistical/Empirical Downscaling) και 3) τη δυναμική υποκλιμάκωση. Η δυναμική υποκλιμάκωση βασίζεται στη χρήση των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (Regional Climate Models, RCMs). Πρόκειται για μοντέλα

περιορισμένου πεδίου και υψηλής ανάλυσης τα οποία βασίζονται στη δυναμική υποκλιμάκωση και αναπτύχθηκαν προκειμένου να εισαχθεί η περιοχική πληροφορία στα μεγάλης κλίμακας πεδία που παρέχονται από τα GCMs ή που προκύπτουν από επανα-ανάλυση (NCEP/ ERA-40) (Dickinson et al., 1989, Giorgi, 1990). Για να λειτουργήσουν είναι απαραίτητο να τους παρέχονται αρχικές συνθήκες σε ολόκληρο το πεδίο τους, χρονομεταβαλλόμενες οριακές συνθήκες στα πλευρικά τους όρια και επιφανειακές οριακές συνθήκες. Οι πλευρικές οριακές συνθήκες προέρχονται από προσομοιώσεις με GCMs ή από ανάλυση παρατηρήσεων. Δέχονται επίσης, όπως και τα AOGCMs, δεδομένα εισόδου συγκέντρωσης αερίων θερμοκηπίου και συγκέντρωσης αερολυμμάτων. Συνήθως αποτελούνται από ένα ατμοσφαιρικό μοντέλο συζευγμένο με ένα μοντέλο του εδάφους. Οι συνθήκες στην επιφάνεια του ωκεανού παρέχονται μαζί με τις χρονομεταβαλλόμενες πλευρικές οριακές συνθήκες, ωστόσο γίνονται απόπειρες να συζευχθούν και με ένα ωκεάνιο μοντέλο αντίστοιχης (υψηλής) χωρικής ανάλυσης. Επιπρόσθετα είναι δυνατό να συζευχθούν με μοντέλα της υδρολογίας, των πάγων της θάλασσας (sea-ice) της χιμείας της ατμόσφαιρας/αερολυμμάτων και της βιόσφαιρας. Γενικά δεν αλληλεπιδρούν με το GCM που τους παρέχει τις πλευρικές οριακές συνθήκες. Λόγω των μικρών τους απαιτήσεων σε υπολογιστικούς πόρους μπορούν να πραγματοποιούν προσομοιώσεις διάρκειας μερικών δεκαετιών σε αρκετά υψηλή ανάλυση, μέχρι και κάτω από τα 10km. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουν να υποκλιμακώσουν την πληροφορία από τα αποτελέσματα των GCMs που περιέχει την γενική κυκλοφορία η οποία οφείλεται στα μεγάλης κλίμακας παράγοντες (large-scale forcings) και να την εμπλουτίσουν χάρη (α) στην καλύτερη αναπαράσταση της τοπογραφίας (λόγω της υψηλότερης ανάλυσης) και (β) στην δυνατότητα αναπαράστασης διεργασιών μικρότερης κλίμακας οι οποίες δεν μπορούν να προσομοιωθούν στην κλίμακα των GCMs. Τα περιοχικά μοντέλα χρησιμοποιούνταν ήδη από παλιά στην αριθμητική πρόγνωση καιρού, βελτιώθηκαν από τους Dickinson et al. (1989) και Giorgi (1990) και έκτοτε χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές, από παλιοκλιματολογικές μέχρι την μελέτη της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής.

Τα RCMs διαθέτουν πολλές υπορουτίνες για την προσομοίωση των φυσικών διεργασιών που είτε συμβαίνουν σε κλίμακα μικρότερη από την κλίμακα που μπορούν να αναλύσουν, όπως οι διεργασίες του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος, είτε ξεφεύγουν από την φυσική των εξισώσεων Navier-Stokes που αποτελούν τον βασικό πυρήνα τους, όπως οι υπορουτίνες της ακτινοβολίας, είτε και τα δυο. Όλες αυτές οι υπορουτίνες διαθέτουν μια σειρά από παραμέτρους τις οποίες ο χρήστης του μοντέλου μπορεί να μεταβάλλει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, το μέγεθος και την ανάλυση του πλέγματος. Πριν από τις κυρίως προσομοιώσεις του ο χρήστης πρέπει να πραγματοποιήσει μερικές δοκιμαστικές προσομοιώσεις προκειμένου να εξετάσει αν η επιλογή των παραμέτρων του μοντέλου οδηγεί σε αληθοφανή αποτελέσματα. Αυτές οι προσομοιώσεις πραγματοποιούνται με δεδομένα από επανανάλυση (reanalysis) ώστε στη συνέχεια τα αποτελέσματά να μπορούν να επαληθευτούν με δεδομένα παρατηρήσεων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ρύθμιση του μοντέλου (tuning).

Βασικό πλεονέκτημα των RCMs είναι ότι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, περιγράφουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας όπως την ορογραφία, την κατανομή ξηράς και θάλασσας και την χρήση της γης, τα οποία δεν είναι δυνατό να παρασταθούν ακόμα στις προσομοιώσεις των GCMs επειδή οι διαστάσεις τους είναι μικρότερες από τις διαστάσεις του πλέγματος του GCM. Επιπρόσθετα η αυξημένη χωρική ανάλυση των RCMs επιτρέπει να αναλύονται φαινόμενα μικρότερης χωρικής κλίμακας που δεν αναλύονται από τα GCMs. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να προσομοιώσουν τη λειτουργία μηχανισμών ανάδρασης που

δρουν σε περιοχική κλίμακα. Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι ότι αν τα αποτελέσματα του GCM που παρέχει τις οριακές συνθήκες είναι εσφαλμένα το ίδιο θα ισχύσει και για τα αποτελέσματα του RCM. Αυτό το μειονέκτημα ισχύει για όλες τις τεχνικές υποκλιμάκωσης. Επίσης μειονέκτημα αποτελεί η έλλειψη της δυνατότητας αλληλεπίδρασης με το GCM. Η ανάγκη ρύθμισης τους, είναι ένα ακόμα μειονέκτημα διότι μπορεί να αποδειχτεί διαδικασία χρονοβόρα και επίπονη.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η εκτίμηση των κλιματικών συνθηκών που θα επικρατήσουν στο μέλλον σε ένα τόπο εμπεριέχει πολλούς παράγοντες αβεβαιότητας οι σημαντικότεροι από τους οποίους είναι: 1. Η επιλογή του σεναρίου εκπομπής θερμοκηπικών αερίων βάσει του οποίου γίνεται η προσομοίωση του μελλοντικού κλίματος, 2. Η επιλογή του GCM με το οποίο θα διεξαχθούν οι κλιματικές προσομοιώσεις, 3. Η επιλογή του RCM στην περίπτωση που χρησιμοποιείται μεθοδολογία δυναμικής υποκλιμάκωσης και 4. η επιλογή των αρχικών συνθηκών της κλιματικής προσομοίωσης του GCM δεδομένα του οποίου χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου του RCM. Μια συνήθης πρακτική, που χρησιμοποιείται προκειμένου να μειωθούν οι αβεβαιότητες που οφείλονται στις διαφορετικές παραμετροποιήσεις και τους διαφορετικούς δυναμικούς κώδικες που χρησιμοποιούνται από τα διαφορετικά κλιματικά μοντέλα αλλά και στην αβεβαιότητα των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στο μέλλον, είναι το να αναλύονται αποτελέσματα ενός συνόλου από προσομοιώσεις διαφορετικών κλιματικών μοντέλων και για διάφορα σενάρια εκπομπών (ensemble).

## 2.2 Σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στο πλαίσιο της μελέτης των προβλεπόμενων ανθρωπογενών κλιματικών αλλαγών, βασικός παράγων των προσομοιώσεων του μελλοντικού κλίματος είναι η εξέλιξη των συγκεντρώσεων στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου GHG, (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCs, SF<sub>6</sub>, HFCs, NO<sub>x</sub>, CO, VOC, SO<sub>2</sub>, BC, OC). Βεβαίως ο ρυθμός με τον οποίο θα εξελιχθούν στο μέλλον οι εκπομπές και κατά συνέπεια και οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα δεν μπορεί να προσδιορισθεί επακριβώς. Για το σκοπό αυτό, στην τρίτη έκθεση της διακυβερνητικής επιτροπής του Ο.Η.Ε για την κλιματική αλλαγή (IPCC) διαμορφώθηκαν από ειδική ομάδα επιστημόνων ένας μεγάλος αριθμός σεναρίων (συνολικά 40 σενάρια) σχετικών με τη μελλοντική εξέλιξη των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (emission scenarios) (Nakićenović et al., 2000). Η διαμόρφωση των συγκεκριμένων σεναρίων στηρίχτηκε σε ορισμένους βασικούς άξονες που σχετίζονται με την εξέλιξη του παγκόσμιου πληθυσμού, τις πολιτικές που θα ακολουθηθούν γύρω από θέματα ενέργειας, το ρυθμό της οικονομικής ανάπτυξης, τη μελλοντική τεχνολογική ανάπτυξη καθώς και το κατά πόσο οι αποφάσεις γύρω από οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα λαμβάνονται σε τοπικό ή διεθνές επίπεδο. Βάσει της βαρύτητας του κάθε ενός από τους παράγοντας που αναφέραμε, τα διάφορα σενάρια εκπομπών ταξινομήθηκαν σε έξι ομάδες σεναρίων, η καθεμία των οποίων περιλαμβάνει παρόμοια σενάρια εκπομπών. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής: η οικογένεια σεναρίων **A1** που χωρίζεται σε 3 υποκατηγορίες: τις **A1F**, **A1B** και **A1T**, η οικογένεια σεναρίων **A2**, η οικογένεια σεναρίων **B1** και η οικογένεια σεναρίων **B2**. Στο Κέντρο Έρευνας Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας

Αθηνών (ΚΕΦΑΚ) έχουν αναπτυχθεί βάσεις δεδομένων και προσομοιώσεων μοντέλων με βάση τα σενάρια εκπομπών **A2**, **A1B**, **B2** και **B1**. Στον πίνακα 2.1 αναφέρονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων σεναρίων.

**Πίνακας 2.1** : Τύποι σεναρίων και βασικές τους υποθέσεις.

<b>Σενάριο A2</b>	Μέτρια αύξηση του μέσου παγκόσμιου κατά κεφαλήν εισοδήματος. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αργή και τμηματική τεχνολογική ανάπτυξη και μέτριες έως μεγάλες αλλαγές στη χρήση γης. <b>Ραγδαία</b> αύξηση της συγκέντρωσης του CO <sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα <b>850 ppm</b> το 2100.
<b>Σενάριο A1B</b>	Ραγδαία οικονομική ανάπτυξη. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας αλλά παράλληλα διάδοση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών. Χρήση τόσο ορυκτών καυσίμων όσο και εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Μικρές αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 και σταδιακή μείωσή του στη συνέχεια. <b>Έντονη</b> αύξηση της συγκέντρωσης του CO <sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα <b>720 ppm</b> το 2100.
<b>Σενάριο B2</b>	Ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας με μέτριους ρυθμούς. Ηπιότερες τεχνολογικές αλλαγές σε σύγκριση με τα σενάρια εκπομπών A1 και B1. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO <sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα με <b>μέτριους αλλά σταθερούς ρυθμούς</b> η οποία θα φτάσει το 2100 τα <b>620 ppm</b> .
<b>Σενάριο B1</b>	Μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου κατά κεφαλήν εισοδήματος. Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Μείωση της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας και στροφή στη χρήση τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 και σταδιακή μείωσή του στη συνέχεια. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO <sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα με <b>ήπιους σχετικά ρυθμούς</b> ιδιαίτερα από το 2050 και μετά η οποία θα φτάσει το 2100 τα <b>550 ppm</b> .

Τα σενάρια και υποσενάρια μπορούν επίσης να χαρακτηριστούν και να ομαδοποιηθούν σύμφωνα με τη χρήση των πηγών ενέργειας, όπως στον παρακάτω πίνακα 2.2. Σημειώνεται πως θεωρούμε παλαιές πηγές ενέργειας τις καθιερωμένες παγκοσμίως ως κύριες πηγές, δηλαδή άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Το σενάριο IS92a θεωρείται από τα πλέον ήπια σενάρια με αποτέλεσμα στις περισσότερες μελέτες να παίζει τον ρόλο του δείκτη σύγκρισης.

Πίνακας 2.2 : Ομαδοποίηση σεναρίων κατά τύπο και κατά μέγεθος κλίμακας.

ΚΛΙΜΑΚΑ ΤΥΠΟΣ	Παγκόσμιας Κλίμακας	Τοπικής Κλίμακας
	Οικονομικής Φύσεως	<b>A1B</b> <b>Balanced energy</b> Ισορροπία μεταξύ Παλαιών και Νέων πηγών Ενέργειας
<b>A1FI</b> <b>Fossil-fuel Intensive</b> Παλαιών Πηγών Ενέργειας		
<b>A1T</b> <b>high-Tech renewables</b> Υψηλής Τεχνολογίας Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας		
<b>IS92a</b> <b>Business – As – Usual</b> Εξέλιξη χωρίς ραγδαίες Αλλαγές		
Περιβαλλοντικής Φύσεως	<b>B1</b>	<b>B2</b>

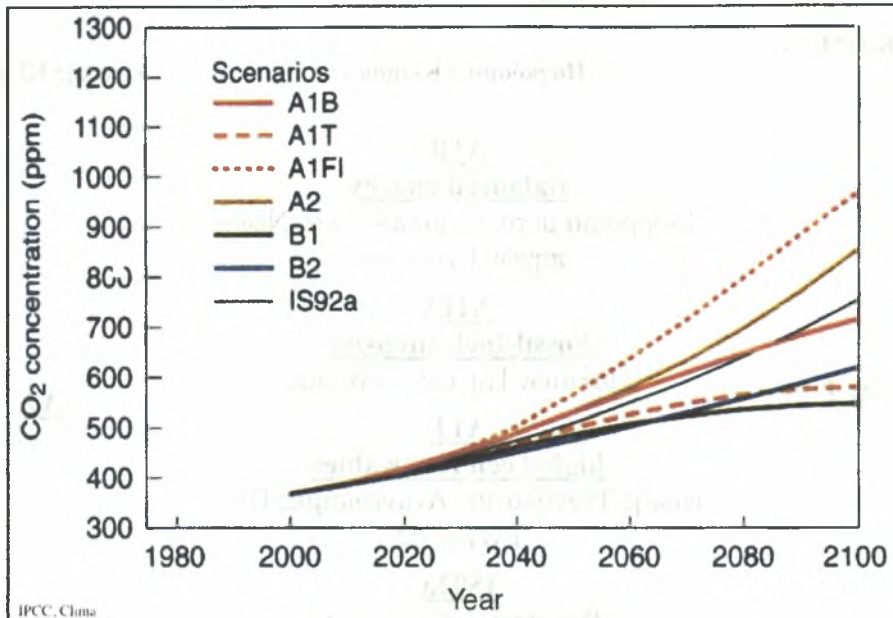
Πηγή : <http://www.climate.unibe.ch/jcm/doc/emit/sres.html#demo>

Στον πίνακα 2.3 φαίνεται η χρονική εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), του μεθανίου (CH<sub>4</sub>) και του μονοξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O) κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα βάσει των προαναφερθέντων τεσσάρων σεναρίων εκπομπών του πίνακα 2.1.

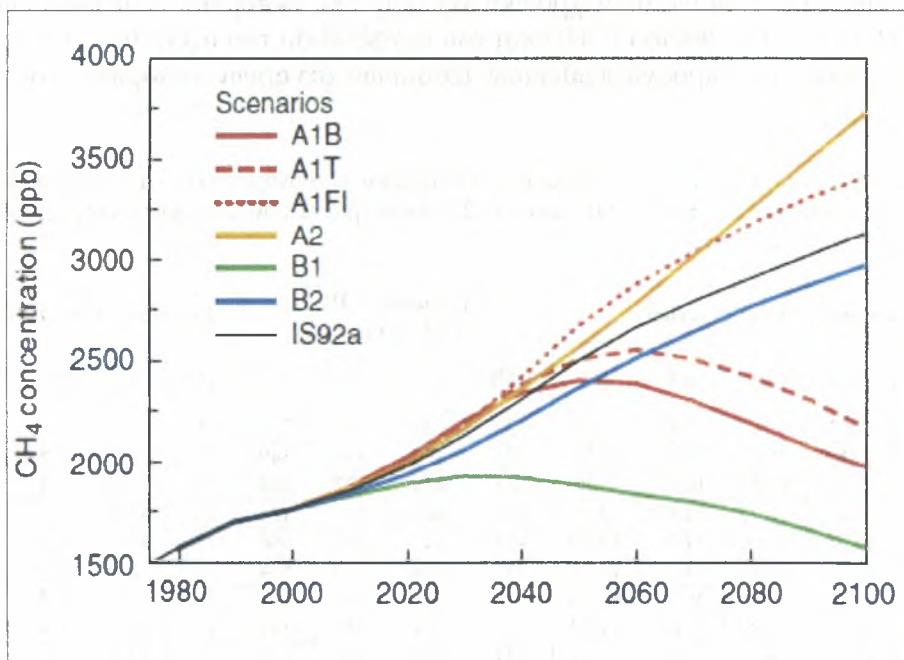
Πίνακας 2.3: Χρονική εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), του μεθανίου (CH<sub>4</sub>) και του μονοξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O) κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα βάσει των σεναρίων εκπομπών A1B, A2, B1 και B2.

SRES/ Έτος	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (PgC/έτος)				Εκπομπές CH <sub>4</sub> (Tg(CH <sub>4</sub> )/έτος)				Εκπομπές NO <sub>2</sub> (TgN/έτος)			
	A1B	A2	B1	B2	A1B	A2	B1	B2	A1B	A2	B1	B2
2000	7.97	7.97	7.97	7.97	323	323	323	323	7	7	7	7
2010	10.88	9.58	9.28	8.78	373	370	349	349	7	8.1	7.5	6.2
2020	12.64	12.25	10.63	9.05	421	424	377	384	7.2	9.6	8.1	6.1
2030	14.48	14.72	11.11	9.9	466	486	385	426	7.3	10.7	8.2	6.1
2040	15.35	16.07	11.72	10.69	458	542	381	466	7.4	11.3	8.3	6.2
2050	16.38	17.43	11.29	11.01	452	598	359	504	7.4	12	8.3	6.3
2060	16	19.16	9.74	11.49	410	654	342	522	7.3	12.9	7.7	6.4
2070	15.73	20.89	8.18	11.62	373	711	324	544	7.2	13.9	7.4	6.6
2080	15.18	23.22	6.7	12.15	341	770	293	566	7.1	14.8	7	6.7
2090	14.3	26.15	5.32	12.79	314	829	266	579	7.1	15.7	6.4	6.8
2100	13.49	29.09	4.23	13.32	289	889	236	597	7	16.5	5.7	6.9

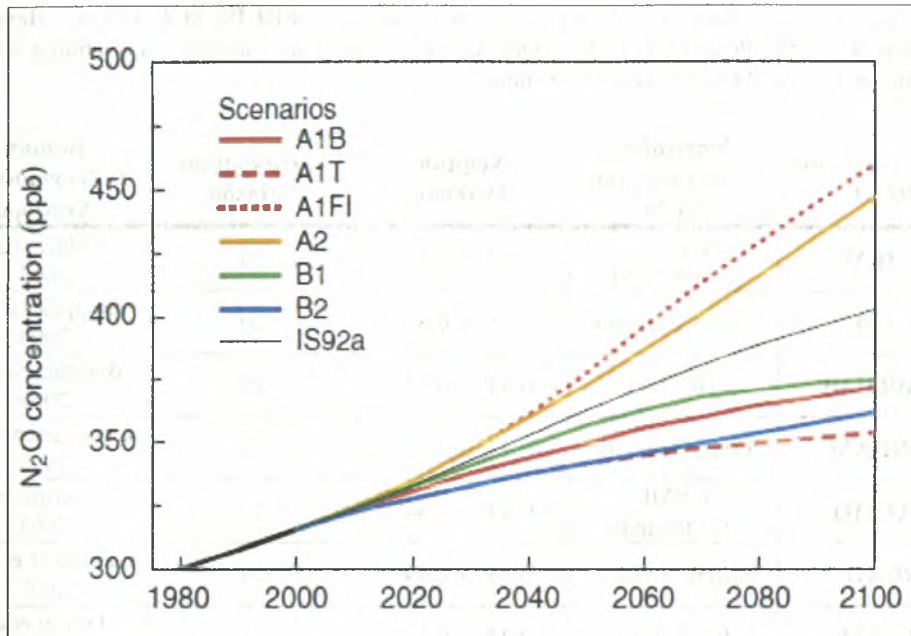
Επιπρόσθετα στα διαγράμματα 2.1 έως 2.3 φαίνεται η χρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεων των ίδιων αερίων ρύπων (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) για έξι διαφορετικά σενάρια εκπομπών, κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα.



Διάγραμμα 2.1: Χρονική εξέλιξη συγκεντρώσεων αερίων CO<sub>2</sub> σύμφωνα με τα σενάρια A1B, A1T, A1FI, A2, B1, B2.



Διάγραμμα 2.2: Χρονική εξέλιξη συγκεντρώσεων αερίων CH<sub>4</sub> σύμφωνα με τα σενάρια A1B, A1T, A1FI, A2, B1, B2.



Διάγραμμα 2.3 : Χρονική εξέλιξη συγκεντρώσεων αερίων N<sub>2</sub>O σύμφωνα με τα σενάρια A1B, A1T, A1FI, A2, B1, B2.

## 2.3 Ευρωπαϊκό πρόγραμμα PRUDENCE

Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk/>) πραγματοποιήθηκε κατά την χρονική περίοδο 1η Νοεμβρίου 2001 – 31 Οκτωβρίου 2004, και είχε ως βασικό σκοπό τον προσδιορισμό των κινδύνων και των συνεπειών που θα προκαλέσουν οι κλιματικές αλλαγές εξαιτίας των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη. Η εκτίμηση αυτή βασίστηκε σε προσομοιώσεις του παρόντος και του μελλοντικού κλίματος που πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση κλιματικών προτύπων προσομοίωσης (Models) υπό διάφορα σενάρια εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Προκειμένου η χωρική ανάλυση των εκτιμώμενων κλιματικών μεταβολών να είναι υψηλή χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι δυναμικής υποκλιμάκωσης. Πιο συγκεκριμένα τα ανά εξάωρο δεδομένα εξόδου των AOGCMs, HadAM3H, ECHAM4, ECHAM5 και Ayrège, χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν από ένα σύνολο RCMs χωρικής ανάλυσης 0.5° x 0.5° που αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες του προγράμματος. Η εκτίμηση του μελλοντικού κλίματος έγινε υπό τα σενάρια εκπομπών A2 και B2.

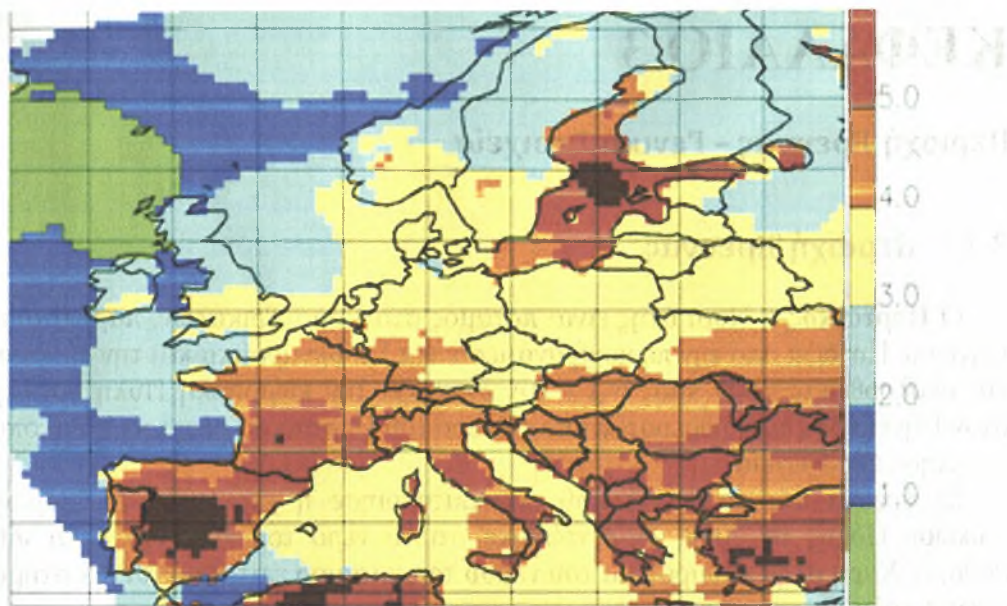
Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.4) υπάρχουν πληροφορίες για τα RCMs του προγράμματος PRUDENCE δεδομένα των οποίων χρησιμοποιούνται στην μελέτη των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να υπολογιστούν οι μεταβολές της Μέσης Θερμοκρασίας αέρος στα 2m από την επιφάνεια, της Βροχόπτωσης, της Σχετικής Υγρασίας στα 2 m από την επιφάνεια, του Κλάσματος Νεφοκάλυψης της Εισερχόμενης στην επιφάνεια Ολικής Μικρού Μήκους Κύματος Ακτινοβολίας και της Ταχύτητας του ανέμου στα 10m επιφάνεια, καθώς επίσης και στις κλιματικές ζώνες που διαιρείται η Ελλάδα (Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής Τράπεζας της Ελλάδος, 2011).



**Πίνακας 2.4:** Περιοχικά Κλιματικά Μοντέλα του προγράμματος **PRUDENCE**. (Πηγή : **Hesselbjerg Christensen J. 2005**. Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects. DKMI, Denmark)

Ακρωνύμιο του RCM	Ινστιτούτο Ανάπτυξης του RCM	Χωρική Ανάλυση	Κατακόρυφα Επίπεδα	Βασική Βιβλιογραφική Αναφορά
<b>CHRM</b>	ETHZ, Switzerland	0.5° x 0.5°	20	Vidale et al. 2002
<b>CLM</b>	GKSS Germany	0.5° x 0.5°	20	Stappeler et al. 2003
<b>HadRM3H</b>	HC, UK	0.44° x 0.44°	19	Buonomo et al. 2007
<b>HIRHAM</b>	DMI, Denmark	0.44° x 0.44°	19	Christensen et al. 1998
<b>RACMO</b>	KNMI, Netherlands	0.44° x 0.44°	31	Lenderink et al. 2003
<b>RCAO</b>	SMHI, Sweden	0.44° x 0.44°	24	Döscher et al. 2007
<b>RegCM</b>	ICTP, Italy	0.44° x 0.44°	14	Giorgi et al. 1999
<b>REMO</b>	MPI, Germany	0.5° x 0.5°	19	Jacob 2001
<b>PROMES</b>	UCM, Spain	0.44° x 0.44°	28	Castro et al. 1993

Κατά την διάρκεια του προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν πολλά παγκόσμια κλιματικά μοντέλα. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν πολλές φορές δυο ή και περισσότερα από αυτά ταυτόχρονα. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά περιοχικά μοντέλα οδηγούμενα από το ίδιο παγκόσμιο μοντέλο ώστε να βρεθούν τυχόν αποκλίσεις αλλά και τα ίδια τα RCM's πολλές φορές εφαρμόστηκαν με βάση τα δεδομένα μιας περιοχής ώστε να εξάγουν δεδομένα πιο καλά προσαρμοσμένα στην περιοχή. Ο κύριος όγκος των εργασιών που έγιναν πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του GCM HadAm3H κάνοντας χρήση του σεναρίου A2. Αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί ένα ατμοσφαιρικό μοντέλο με την προϋπόθεση ότι μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα από το να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με ένα ωκεάνιο μοντέλο. Όσον αφορά τα δεδομένα που αφορούν τις διεργασίες στους ωκεανούς χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη της επαλήθευσης και διόρθωσης, μετρήσεις της περιόδου 1961-1990 όπου βρέθηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές ανάλογα με την περιοχή (grid). Οι ημερήσιες τιμές προήλθαν μέσω παρεμβολής των μηνιαίων τιμών. Πρέπει να τονισθεί ότι τα αποτελέσματα τα οποία εξήχθησαν έχουν μια αβεβαιότητα η οποία υπάρχει εξαιτίας της χρήσης των εξαγόμενων δεδομένων από τα παγκόσμια κλιματικά μοντέλα ως είσοδο στα RCM's τα οποία θα κάνουν το downscaling. Τα αποτελέσματα από το κυρίως χρησιμοποιούμενο μοντέλο HadAm3H δείχνουν μια τάση αύξησης της θερμοκρασίας (Εικόνα 2.1) σε όλες τις περιοχές αλλά και αισθητή μείωση των βροχοπτώσεων το καλοκαίρι (Hesselbjerg Christensen J. (2005). Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects).



**Εικόνα 2.1 :** Αύξηση της θερμοκρασίας στην Ευρώπη την περίοδο 2071 – 2100 (Πηγή: **Hesselbjerg Christensen J. (2005).** Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects).



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

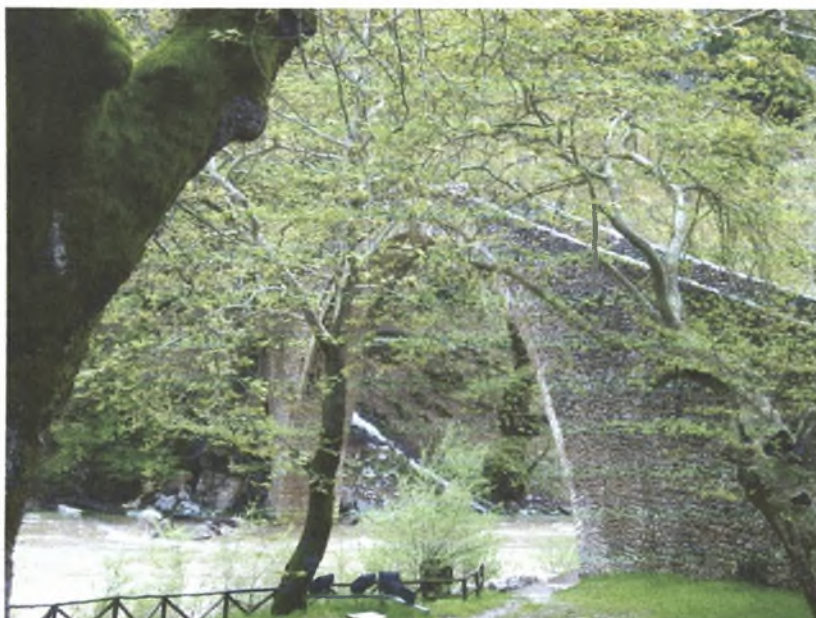
## Περιοχή Έρευνας - Γενικά Στοιχεία

### 3.1 Περιοχή Έρευνας

Ο Πορταϊκός ή Πορτιάτης είναι ποταμός στο Νομό Τρικάλων, παραπόταμος του Πηνειού. Πηγάζει από την περιοχή ανάμεσα στα Στουρναραίικα και την Παλαιοκαρυνά και ακολουθώντας ρου προς ΝΔ - ΒΑ διασχίζει την κωμόπολη Πύλη και εκβάλλει στον Πηνειό. Η Πύλη υδρευόταν από το νερό του Πορταϊκού μέχρι το 1946, οπότε και απέκτησε υδραγωγείο.

Σε έρευνα και μετρήσεις που πραγματοποίησε η περιβαλλοντική ομάδα του Λυκείου Πύλης το 2008, διαπιστώθηκε ότι το νερό του ποταμού είναι ιδιαίτερα καθαρό. Χάρη στην καθαρότητα του νερού του ποταμού επιτρέπονται δραστηριότητες όπως η κολύμβηση και το ψάρεμα.

Ο Πορταϊκός αποστραγγίζει το νοτιοδυτικό τμήμα της θεσσαλικής λεκάνης. Το συνολικό εμβαδόν της λεκάνης απορροής του είναι 294 χλμ<sup>2</sup>. Ο κύριος κλάδος του ποταμού ξεκινά από τα Στουρναραίικα της Νότιας Πίνδου, σε υψόμετρο 1.600 μ. Στη συνέχεια ο ρους του τέμνει σχεδόν κάθετα την οροσειρά του Κόζιακα και, αφού περάσει την Πύλη, συνενώνεται με πλήθος μικρότερων ρευμάτων πριν εκβάλει τελικά στον Πηνειό. Η κύρια κοίτη του ποταμού έχει συνολικό μήκος 31,9 χλμ. με χαρακτηριστικό της ότι βρίσκεται δίπλα στον υδροκρίτη της υδρολογικής του λεκάνης και αυτό έχει ως συνέπεια το συνολικό υδρογραφικό του δίκτυο να εμφανίζει ολοσχερώς ασύμμετρη ανάπτυξη γύρω από τον κύριο κλάδο του. Στην χαράδρα που διασχίζει ο ποταμός και σε απόσταση περίπου 2 χλμ. από την Πύλη, ο Renz ανέφερε για πρώτη φορά την ύπαρξη λεπτοπλακωδών ασβεστολίθων, οι οποίοι έφεραν απολιθώματα του γένους *Halobia*, πράγμα που τοποθετεί τον σχηματισμό τους κατά την Τριαδική περίοδο. Στις παρακάτω φωτογραφίες 3.1 και 3.2 δίνεται μια άποψη του ποταμού με γυμνό μάτι και δορυφορικής λήψης αντίστοιχα.



Φωτογραφία 3.1 : Γραφική άποψη του ποταμού Πορταϊκού στο ύψος της γέφυρας Αγίου Βησσαριάνος στην τοποθεσία Πύλη Τρικάλων. (Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Πορταϊκός>)



**Φωτογραφία 3.2** : Άποψη του ποταμού Πορταϊκού από δορυφορική φωτογραφία. (Πηγή: Google Earth)

### 3.2 Ιστορική Αναδρομή

Ο νομός κατοικείται από τα πανάρχαια χρόνια. Παλαιολιθικά δείγματα κατοίκησης έχουν εξακριβωθεί στο σπήλαιο της Θεόπετρας, όπου βρέθηκαν εργαλεία της Μέσης και Ανώτερης Παλαιολιθικής, αλλά και της Μεσολιθικής περιόδου (περίπου 130,000 - 8,000 π.Χ.). Το σπήλαιο συνέχισε να κατοικείται ως το τέλος της Νεολιθικής Εποχής με αρχές Χαλκοκρατίας (2800 π.Χ.) οπότε και εγκαταλείφθηκε. Βρέθηκαν κομμάτια από αγγεία της Αρχαιότερης Νεολιθικής Εποχής (6000 - 5000 π.Χ.) με εμπίστες νυχίες και γραπτά της Μέσης Νεολιθικής (5000 - 4000 π.Χ.). Νεολιθικού ενδιαφέροντος θέσεις έχουν εντοπιστεί επίσης κοντά στο χωριό Μεγάλο Κεφαλόβρυσο, 9 γλμ ΒΔ από τα Τρίκαλα, ενώ στο Ζάρκο βρέθηκε πήλινο πρόπλασμα σπιτιού, με ειδώλια, προσφορά σε θεμελίωση κατοικίας (Νεότερης Νεολιθικής Εποχής, 5η χιλιετία π.Χ.). Η πρωτεύουσα του νομού συνδέεται με θεότητες της ιατρικής, όπως η νύμφη Τρίκκη. Προστάτιδα της υγείας και της ιατρικής, γεννήθηκε στις όχθες του Ληθαίου και έδωσε το όνομα της στην πόλη. Βασιλιάς της Τρίκκης ήταν ο γιατρός Ασκληπιός που θεωρείται τέκνο της πόλης. Συνέλεγε τα θεραπευτικά βότανά του στο όρος Κερκέτιο (Κόζιακας). Το Ασκληπιείο της Τρίκκης ήταν από τα αρχαιότερα. Η Τρίκκη πήρε μέρος στον Τρωικό Πόλεμο μαζί με την Οιχαλία και την Ιθώμη (σημερινό Φανάρι Καρδίτσας) με τριάντα και πλέον πλοία, με ηγέτες τα παιδιά του Ασκληπιού, Μαχάων και Ποδαλείριος, που ήταν ξακουστοί γιατροί επίσης.

Στους Αρχαϊκούς Χρόνους (700 - 478 π.Χ.), ο οργανωτής της Θεσσαλίας Αλεύας Πυρρός καθιέρωσε την τετραρχία. Το κράτος Εστιαιώτις ή Ιστιαιώτις απλωνόταν στα όρια του σημερινού νομού Τρικάλων. Η ονομασία, όπως περιγράφει ο Στράβων, οφείλεται στην εγκατάσταση αποίκων από την Ιστιαία της Εύβοιας.

Σπουδαίες πόλεις στην αρχαιότητα ήταν η Τρίκκη και το Αιγίνιον (σημερινή Καλαμπάκα). Η όλη περιοχή ήταν πυκνοκατοικημένη, κυρίως γύρω από το ποτάμι όπως δείχνουν λείψανα οχυρώσεων και ευρήματα, αλλά και φιλολογικές αναφορές. Γνωστές πόλεις ήταν επίσης η Οιχαλία, ο Ζάρκος, ο Άτραξ κοντά στο χωριό Πηνειάς, η Φαρκαδών κοντά στον Άτρακα, το Πελινναίο κοντά στο χωριό Πετρόπορος, η Φαλώρεια κοντά στο χωριό Μεγάρχη, η Πιάλεια, το Ποίτνειο κοντά στο χωριό Άγιος Προκόπιος, οι Γόμφοι κοντά στο Μουζάκι Καρδίτσας και τέλος η Οξύνεια.

Το 480 π.Χ. οι πόλεις υποτάχθηκαν στους Πέρσες στην εκστρατεία εναντίον των Ελλήνων. Στη νομισματική ένωση των Θεσσαλών, γύρω στα 470 π.Χ., περιλαμβάνονται η Τρίκκη και η Φαρκαδών, ενώ το Πελινναίον που είχε ενωθεί με τη Λάρισα έκοψε δικό του νόμισμα. Το 378 π.Χ. ενώθηκαν με τις άλλες θεσσαλικές πόλεις υπό τον Ιάσονα των Φερών. Το 352 π.Χ. ολόκληρη η Θεσσαλία ενώθηκε με το κράτος του Φιλίππου Β' της Μακεδονίας και το 324 π.Χ. ακολούθησε το Μέγα Αλέξανδρο στην εκστρατεία εναντίον των Περσών.

Με την επικράτηση των Ρωμαίων το 197 π.Χ. η περιοχή της Τρίκκης γνώρισε καταστροφές και ερημώσεις από τις συγκρούσεις Ρωμαίων και Μακεδόνων. Ήταν η μόνη ελληνική δύναμη που αντιστάθηκε πεισματικά, με το Φίλιππο Ε' και το γιο του Περσέα, ο οποίος έδωσε την τελευταία ατυχή μάχη στην Πύδνα το 167 π.Χ.

Ο νομός Τρικάλων δέχτηκε νωρίς το χριστιανισμό. Από τον 1ο κιόλας αιώνα επικράτησε η νέα θρησκεία, η οποία εδραιώθηκε με το πέρασμα των επόμενων αιώνων (4ο, 5ο και 6ο), χτίζοντας τους ναούς στη ίδια θέση με τους αρχαίους και χρησιμοποιώντας τα υλικά τους, όπως στην Τρίκκη, στο Αιγίνιο, στο Ζάρκο. Στα Βυζαντινά Χρόνια η Τρίκκη ονομάστηκε Τρίκαλα και το Αιγίνιο, Σταγοί. Η περιοχή δέχτηκε επιθέσεις από τους εχθρούς της βυζαντινής αυτοκρατορίας (Γότθοι το 396 μ.Χ., Ούννοι το 447 μ.Χ., Σλάβοι το 577 μ.Χ., Σαρακηνοί το 904 μ.Χ., Νορμανδοί το 1081 μ.Χ.). Με την κατάληψη της Κωνσταντινούπολης από τους ελευθερωτές των Αγίων Τόπων, Σταυροφόρους της Δ' Σταυροφορίας, το 1204 μ.Χ. επιβλήθηκε η Φραγκοκρατία. Ο νομός Τρικάλων σύντομα επανήλθε στους Βυζαντινούς (1210-12 μ.Χ.) του Μιχαήλ Άγγελου Κομνηνού Α' Δούκα, στο Δεσποτάτο της Ηπείρου και αργότερα στο βυζαντινό κράτος, με την επανασύσταση, το 1216 μ.Χ.. Το εξασθενημένο Βυζάντιο αδυνατούσε να υπερασπιστεί τις επαρχίες του. Από τις αρχές του 14ου αι. νέοι επιδρομείς μαστίζουν την περιοχή, κυρίως Αλβανοί, ενώ οι Σέρβοι του Στέφανου Δουσάν (1331- 1355 μ.Χ.) κατέλαβαν τη δυτική Θεσσαλία (1348-1371 μ.Χ.). Δεσπότης της Ηπείρου με έδρα τα Τρίκαλα ορίστηκε ο ετεροθαλής αδελφός του Στέφανου Δουσάν, Συμεών Ούρεςης. Υπήρξε ο τελευταίος Σέρβος διοικητής της Θεσσαλίας, μετά το θάνατο του Στέφανου. Συγγενής της οικογένειας των Φιλανθρωπινών, εγκατέλειψε νωρίς (1381 μ.Χ.) την εξουσία και έγινε μοναχός. Με το όνομα Ιωάσαφ ίδρυσε το Μεγάλο Μετέωρο, με τον Αθανάσιο Μετεωρίτη.

Στους βράχους των Μετεώρων κατέφυγαν ερημίτες από τον 11ο αιώνα, οι οποίοι με την εισβολή των Τούρκων (1393 μ.Χ.) αυξήθηκαν και δημιούργησαν πολιτεία ολόκληρη με περισσότερα από είκοσι μοναστήρια. Αιτία η καταπίεση, η βαριά φορολογία και η εξαθλίωση των Ελλήνων, καθώς οι εύφορες εκτάσεις πέρασαν στα χέρια των κατακτητών. Πολλοί κάτοικοι κατέφυγαν σε ορεινές δυσπρόσιτες περιοχές, απολαμβάνοντας την ελευθερία τους. Η οικοτεχνία άνθησε τους τελευταίους ιδίως αιώνες, από τα τέλη του 17ου ως τις αρχές του 19ου αι. Ονομαστά ήταν τα δέρματα και τα μάλλινα υφαντά των Τρικάλων, τα βαμβακερά του Ζάρκου, τα μεταξωτά της Καλαμπάκας.

Στα Τρίκαλα λειτούργησε η περίφημη Σχολή Τρίκκης από το 1543 μ.Χ. έως το 1854 μ.Χ., με μικρές διακοπές, στον παλιό ναό της Αγίας Επισκέψεως, όπου δίδαξαν ονομαστοί δάσκαλοι. Το 1856 μ.Χ. μεταφέρθηκε μαζί με τη βιβλιοθήκη στο

μοναστήρι του Αγίου Βησσαρίωνα ή Δούσικο και ονομάστηκε Ελληνική Σχολή. Τα Τρίκαλα ελευθερώθηκαν το 1881 μ.Χ., αλλά μετά τον ατυχή πόλεμο του 1897 μ.Χ. περιήλθαν ξανά στους Τούρκους ως το 1898 μ.Χ., που ελευθερώθηκαν οριστικά, ύστερα από επαναστάσεις, αγώνες και θυσίες αιώνων. Μεγάλη μορφή του αγώνα υπήρξε ο παπαΘύμιος Βλαχάβας (1808 μ.Χ.). Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι το χωριό Γριζάνο (πρώην Γκριζάνο ή Βλυζάνο ονομασμένο έτσι προς τιμήν του βασιλέα Βλύζα της περιοχής εκείνης) αποτέλεσε τα σύνορα της ελεύθερης Ελλάδος από το 1898 μ.Χ. έως το 1911 μ.Χ..

### 3.3 Γεωγραφία και Κλίμα

Ο Ν.Τρικάλων είναι ο δεύτερος σε έκταση και ο τρίτος σε πληθυσμό από τους τέσσερις νομούς της Θεσσαλίας. Κατέχει το βορειοδυτικό τμήμα της Θεσσαλίας. Συνορεύει με τους νομούς Γρεβενών (βόρεια), Λάρισας (ανατολικά), Καρδίτσας (νότια), Άρτας και Ιωαννίνων (δυτικά). Ο νομός Τρικάλων έχει έκταση 3.367 χλμ. Το 72% των εδαφών του είναι ορεινό, το 11% ημιορεινό και το 17% πεδινό. Ο πληθυσμός του νομού Τρικάλων ήταν κατά το 2001, 139.548 κάτοικοι.

Ο Ν.Τρικάλων είναι ο περισσότερο ορεινός νομός της Θεσσαλίας και περιβάλλεται στις τρεις πλευρές του από βουνά. Στα ανατολικά υψώνεται ο Τίτανος (693 μ.) και τα βουνά του Ζάρκου, που διαχωρίζουν το νομό από το νομό της Λάρισας. Βόρεια βρίσκονται τα Αντιχάσια, με ψηλότερες κορυφές την Οξυά (1.416 μ.) και τα Μετερίζια (1.381 μ.) Βόρεια, στα σύνορα με το νομό Γρεβενών, βρίσκονται τα Χάσια (ψηλότερες κορυφές Κράτσοβο 1.554 μ. και Ορθοβούνι 1.106 μ.). Δυτικά υπάρχει ο ορεινός όγκος της νότιας Πίνδου, που καταλαμβάνει αρκετά μεγάλο τμήμα του νομού. Συγκεκριμένα στα σύνορα με το νομό Ιωαννίνων υψώνονται οι κορυφές Άσπρα Λιθάρια (1.823 μ.) και Κατάρια (1.705 μ.). Διαμέσου αυτής γίνεται η επικοινωνία μεταξύ Θεσσαλίας - Ηπείρου. Νοτιότερα βρίσκονται τα βουνά Λάκμος (Περιστερί 2.295 μ.), Τζουμέρκα (2.429 μ.).

Τα βασικά ποτάμια του νομού είναι είτε παραπόταμοι του Πηνειού (Μαλακασιώτης, Μουργκάνης, Ληθαίος, Παλαιοχωρίτης, Αγιαμονιώτης, Νεοχωρίτικος, Πορταϊκός), είτε παραπόταμοι του Αχελώου ή Ασπροπόταμου. Ας σημειωθεί ότι οι δύο μεγάλοι αυτοί ποταμοί πηγάζουν ουσιαστικά από το ίδιο το σημείο, στο ΒΔ άκρο του νομού Τρικάλων (από όπου πηγάζουν επίσης ο Αώος και ο Άραχθος).

Το κλίμα του νομού Τρικάλων είναι ηπειρωτικό, με δριμύ κρύο το χειμώνα και εξαιρετικά ζεστό καλοκαίρι. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 16-17 C στα πεδινά και χαμηλότερη στα ορεινά.

Όσον αφορά τις πόλεις και τους οικισμούς. Ο νομός χωρίζεται σε 23 δήμους και 3 κοινότητες. Πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη του νομού είναι τα Τρίκαλα, με πληθυσμό 51.672 κατοίκους (απογραφή 2001). Είναι εμπορικό, βιομηχανικό, διοικητικό και εκκλησιαστικό κέντρο. Επόμενες σε πληθυσμό πόλεις είναι η Καλαμπάκα, Φαρκαδόνα, Οιχαλία, Πύλη. Μεγάλα χωριά είναι τα Μ. Καλύβια, το Κεφαλόβρυσο, οι Γόμφοι, το Γριζάνο κλπ.

### 3.4 Γεωλογία

Η περιοχή της Θεσσαλίας κατά κύριο λόγο εκτείνεται σε τρεις γεωτεκτονικές ζώνες. Οι ζώνες αυτές κατανέμονται από τα Δυτικά προς τα Ανατολικά και είναι η Πελαγονική και η Υποπελαγονική ζώνη που ανήκουν στις εσωτερικές Ελληνίδες και η ζώνη της Πίνδου που ανήκει στις εξωτερικές Ελληνίδες (οι γεωτεκτονικές ζώνες ονομάζονται και «ελληνίδες ζώνες»). Ακόμη στην περιφέρεια της Θεσσαλίας αναπτύσσονται η Ενότητα της Όσσας, τα μολασσικά ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας, ένα πολύ μικρό μέρος της Ζώνης Γαβρόβου – Τριπόλεως καθώς και σύγχρονα τεταρτογενή και νεογενή ιζήματα στο πεδινό τμήμα της περιφέρειας.

Η Πελαγονική ζώνη αποτελείται από Παλαιοζωϊκά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του ηπειρωτικού φλοιού της παλιάς Κιμμερικής ηπείρου, μέσα στα οποία διείσδυσαν γρανιτικά σώματα του Άνω Λιθανθρακοφόρου. Περμοτριάδικα Μετακλαστικά ιζήματα και ανθρακικά πετρώματα Τριαδικού – Ιουρασικού αποτέθηκαν στα ηπειρωτικά περιθώρια της ζώνης και πάνω σε αυτά επωθήθηκαν οι οφιολιθικές μάζες προερχόμενες από τις εκατέρωθεν ωκεάνιες λεκάνες της Τηθύος. Η Πελαγονική ζώνη συνίσταται από: επικλυσιογενή ιζήματα Μ-Α Κρητιδικού (κροκαλοπαγή, μαργ. ασβεστόλιθοι, μικρολατυποπαγή, φλύσχης), οφιόλιθους και συνοδά ιζήματα, ανθρακικά καλύμματα τριαδικού – Ιουρασικού νηριτικής φάσης, περμοτριάδικές μετακλαστικές ακολουθίες, γνευσιωμένους γρανίτες λιθανθρακοφόρου και κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο (όρθο και παρα – γνεύσιοι, αμφιβολίτες, μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι).

Η Υποπελαγονική ζώνη έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό τις μεγάλες οφιολιθικές μάζες και την συνοδούσα σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Οι οφιόλιθοι της Υποπελαγονικής συνιστούν την «εξωτερική οφιολιθική λωρίδα» και η ζώνη θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει την οφιολιθική συρραφή της παλιάς ωκεάνιας περιοχής δυτικά του Πελαγονικού ηπειρωτικού τεμάχους. Το προαλπικό υπόβαθρο της Υποπελαγονικής συνίσταται από τα Κ. Παλαιοζωϊκά πετρώματα της Πελαγονικής καθώς και ιζηματογενή ή ημιμεταμορφωμένα πετρώματα Παλαιοζωϊκής ηλικίας. Οι αλπικοί σχηματισμοί που μετέχουν στη συγκρότηση της ζώνης είναι: Τριαδικά ιζήματα: κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, πυριτικοί ή νηριτικοί ασβεστόλιθοι με χαρακτηριστικούς τους κόκκινους αμμωνιτοφόρους ασβεστόλιθους και τεφρούς ωολιθικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες. Πελαγικοί – Νηριτικοί Ασβεστόλιθοι Ιουρασικού, Σχιστοκερατολιθική διάπλαση Τριαδικού - Ιουρασικού: κόκκινοι, πράσινοι και μαύροι αργιλικόι σχιστόλιθοι, ραδιολαριτικοί κερατόλιθοι, μάργες, ψαμμίτες, πηλίτες. Παρεμβολές οφιολιθικών σωμάτων, λατεριτικά σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα, ιζήματα Μέσο – Άνω Κρητιδικής επίκλυσης: ασβεστόλιθοι – φλύσχης, μεταλλικά ιζήματα μολασσικού τύπου (Μεσοελληνικής Αύλακας).

Η ζώνη της Ωλονού - Πίνδου συνήθως αναφέρεται σαν το «Ελληνικό ευγεωσύγκλινο» του Μεσοζωϊκού. Μαζί με την Υποπελαγονική ζώνη αντιπροσωπεύει τον κατεστραμμένο ωκεανό της Νεοτηθύος. Από τα τέλη του κρητιδικού μέχρι το Ηώκαινο – Κ. Ολιγόκαινο στο χώρο της Πίνδου αποτίθενται ρυθμικές εναλλαγές ψαμμιτών, μαργών μαζί με κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους που δομούν τον κύριο «δεύτερο φλύσχη της Πίνδου», τυπικό του ελληνικού χώρου. Καθ' όλη τη διάρκεια του Ιουρασικού στην Αύλακα της Πίνδου αποτίθενται ιζήματα βαθιάς θάλασσας κερατολιθοι, ραδιολαρίτες, άργιλοι, ψαμμίτες, πελαγικοί πυριτικοί ασβεστόλιθοι και ιάσπιδες που αποτελούν την «Σχιστοκερατολιθική διάπλαση».

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στη περιοχή της Θεσσαλίας είναι οι εξής:

- Πρόσφατα χαλαρά ιζήματα: καλύπτουν τις πεδινές εκτάσεις της Θεσσαλίας με πάχη που ξεπερνούν τα 200 μέτρα. Αποτελούνται κυρίως από άμμους, αργίλους, κροκαλοπαγή, χαλίκια και πηλούς.
- Νεογενή/Μολασσικά: ιζήματα του τριτογενούς. Πρόκειται για ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, μάργες, κροκαλοπαγή, αργίλους και άμμους συνήθως σε αρκετά συνεκτική μορφή.
- Οφιόλιθοι: απαντώνται σε εκτεταμένες εμφανίσεις, ιδίως στο δυτικό τμήμα. Πρόκειται για βασικά ως υπερβασικά πυριγενή πετρώματα (δουνίτες, σερπεντινίτες, χαρτζβουργίτες, διορίτες κ.α.) με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό το πρασινωπό χρώμα τους στο οποίο οφείλουν και το όνομα τους. Με τα πετρώματα αυτά συνδέεται και η μεταλλοφορία χρωμίτη που παρατηρείται ευρέως σε αυτές τις οφιολιθικές σειρές.
- Ασβεστόλιθοι/μάρμαρα: ανθρακικά πετρώματα του αλπικού υποβάθρου, συχνά συναντώνται ανακρυσταλλωμένα έως ελαφρά μεταμορφωμένα. Αποτελούν αντικείμενο έντονης λατομικής δραστηριότητας στην περιοχή.
- Φλύσσης: κλαστικός ιζηματογενής σχηματισμός της ζώνης Πίνδου και της Υποπελαγονικής. Αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, πηλιτών και αργιλικών σχιστόλιθων. Εμφανίζεται κυρίως στο ορεινό τμήμα της Πίνδου.
- Σχιστόλιθοι: μεταμορφωμένα πετρώματα του αλπικού υποβάθρου της Πελαγονικής ζώνης. Στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από σχιστόλιθους, φυλλίτες και γνεύσιους. Απαντώνται κυρίως στις περιοχές του Όλύμπου, Ελασσόνας και Πηλίου.
- Γρανίτες/ Ηφαιστειακά: μέσα στα σχιστολιθικά πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης βρίσκονται συχνά και γνευσιωμένων γρανιτών (όξινα πλουτωνικά πετρώματα), με πιο εκτεταμένη εμφάνιση αυτή του γρανίτη της Δεσκάτης.

Επειδή η γεωλογία της περιοχής δεν προσφέρεται για την άμεση έκφραση συμπερασμάτων, έτσι, προκειμένου να διευκολυνθεί αυτή η διαδικασία ο Κωτούλας (2001) προχώρησε στην αδρομερέστερη κατηγοριοποίηση των πετρωμάτων, στηριζόμενος σε κριτήρια όπως το είδος, ο βαθμός έντασης, η έκταση και ο συνδυασμός των χειμαρρικών φαινομένων που χαρακτηρίζουν κάθε ορυκτό ή πέτρωμα.

Με βάση τα προαναφερθέντα κριτήρια, προέκυψαν οι ακόλουθοι χειμαρρικοί - πετρολογικοί σχηματισμοί:

- Ασβεστολιθικός σχηματισμός: περιλαμβάνει τους ασβεστόλιθους, τους δολομίτες και τους κερατόλιθους.
- Φλυσχικός σχηματισμός: περιλαμβάνει το γεωλογικό σχηματισμό του φλύσση.
- Σχιστολιθικός σχηματισμός: περιλαμβάνει τους πάσης φύσεως σχιστόλιθους (πυριτικοί, σερικιτικοί, αργιτικοί, φυλλίτες κα.)
- Κρυσταλλοπυριγενής σχηματισμός: περιλαμβάνει τους γνεύσιους, τους γρανίτες, σερπεντινίτες, αμφιβολίτες, πρασινίτες, βασάλτες διορίτες κλπ.
- Νεογενής σχηματισμός: περιλαμβάνει τα εξής: άμμοι, άργιλοι, μάργες, κροκαλώδη, Κροκαλοπαγή, λατυπόδη, λατυποπαγή, ψαμμίτες, ψαμόλιθοι.
- Προσχωσιγενής σχηματισμός: περιλαμβάνει καλλιεργούμενα εδάφη, προσχωσιγενών, πεδινών ή ημιπεδινών περιοχών (λυτά πετρώματα).



### 3.5 Υδρολογία Περιοχής

Ο Πορταϊκός ποταμός είναι παραπόταμος του Πηνειού ποταμού. Αποστραγγίζει το δυτικό τμήμα της λεκάνης της Θεσσαλίας και συγκεκριμένα το νότιο τμήμα του νομού Τρικάλων, στο όριο σχεδόν με τον νομό Καρδίτσας. Η υδρολογική του λεκάνη έχει έκταση 294 Km<sup>2</sup> και αποτελεί το 2,8 % της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής του Πηνειού. Η γενική διεύθυνση της υδρολογικής του λεκάνης είναι ΝΔ – ΒΑ.

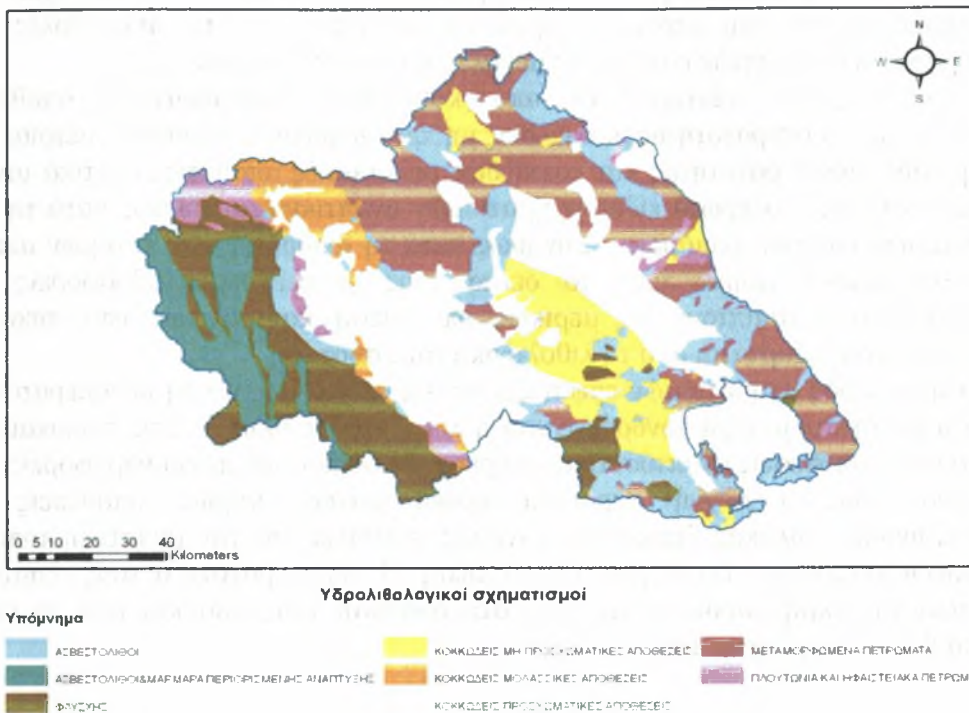
Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού ποταμού παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά μορφομετρικά γνωρίσματα (Γκούμας, 2006). Για την ανάλυσή του χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δεδομένα τα οποία επεξεργάστηκαν με την χρήση λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου, με την εφαρμογή όλων των νόμων της υδρογραφικής συνθέσεως, έδειξε μια χαρακτηριστική απόκλιση στην ανάπτυξη κλάδων 4<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης. Ο υπολογισμός των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας για τις επιμέρους υπολεκάνες, έδειξε ότι αυτές επηρεάζονται σημαντικά από τη γεωλογία. Σε ορισμένες μάλιστα περιοχές προηγούμενα υδρογραφικά χαρακτηριστικά έχουν κληρονομηθεί σε υποκείμενα πετρώματα που συνθέτουν το σημερινό επιφανειακό ανάγλυφο. Η κατασκευή των ροδοδιαγραμμάτων διεθύνσεων των κλάδων έδειξε να υπάρχει σαφής προτίμηση στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου σε δύο κύριες διεθύνσεις, σχεδόν κάθετες μεταξύ τους, μιας ΒΑ-ΝΔ και άλλης ΒΔ-ΝΑ. Τέλος η κατασκευή των υψομετρικών ολοκληρωμάτων έδειξε ότι το υδρογραφικό δίκτυο του Πορταϊκού ποταμού αναπτύχθηκε πάνω σε μια χερσαία μάζα που ανυψωνόταν στο δυτικό τεκτονικό περιθώριο της λεκάνης της Θεσσαλίας

### 3.6 Υδρολιθολογία

Οι σχηματισμοί που δομούν το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας ταξινομήθηκαν με βάση την ευκολία ή τη δυσκολία με την οποία διακινείται το νερό στη μάζα τους δηλαδή στους υδροπερατούς, ημιπερατούς και αδιαπερατούς σχηματισμούς. Η πεδιάδα της Θεσσαλίας διαχωρίζεται σε δύο κύριες αυτοτελείς υδρολογικές λεκάνες, τη λεκάνη της Δυτικής και τη λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλίας (Τέγος, 2005).

Οι υδρολιθολογικοί σχηματισμοί από τους οποίους αποτελείται η υπό εξέταση λεκάνη είναι διαφόρων ειδών και η ονοματολογία τους παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.1. Θεωρήθηκε χρήσιμο να πραγματοποιηθεί η απεικόνιση τους σε χάρτη ώστε να υπάρχει μια συνολική εικόνα περί της δομής του «υπογείου» περιβάλλοντος της περιοχής αλλά και μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων που μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο των φυσικών λειτουργιών των υδάτων αλλά και άλλων φαινομένων που λαμβάνουν χώρα.

Ο αρχικός χάρτης που χρησιμοποιήθηκε είναι ο Υδρολιθολογικός Χάρτης της Ελλάδος, Κλίμακας 1:1.000.000 ο οποίος παράχθηκε από τη Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού του Υπουργείου Ανάπτυξης κατά το έτος 1996.



**Σχήμα 3.1:** Υδρολιθολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού (Πηγή: Μαντούζα Ανδρομάχη, 2008)

Όπως προαναφέρθηκε οι σχηματισμοί που εμφανίζονται είναι τριών ειδών, αδιαπέρατοι, καρστικοί και πορώδεις σχηματισμοί ή αλλιώς αδιαπέρατοι, ημιπερατοί και υδροπερατοί σχηματισμοί. Στους αδιαπέρατους σχηματισμούς ανήκει ο φλύσχης, τα μεταμορφωμένα και τα πλουτώνια και ηφαιστειακά πετρώματα. Ο φλύσχης είναι γενικά αδιαπέρατος σχηματισμός. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα είναι αδιαπέρατοι σχηματισμοί με μικρή έως πολύ μικρή υδροπερατότητα στους οποίους όταν παρεμβάλλονται τοπικά ασβεστόλιθοι και μάρμαρα, συχνά αναπτύσσονται καρστικοί υδροφορείς. Τα πλουτώνια και ηφαιστειακά πετρώματα είναι γενικώς αδιαπέρατοι σχηματισμοί με μικρή έως πολύ μικρή υδροπερατότητα. Σε αυτούς τους σχηματισμούς και ειδικότερα στους γρανίτες και περιδοτίτες αναπτύσσονται τοπικά υδροφορείς σε ζώνες έντονης διάρρηξης. Η υδροπερατότητα στις ζώνες αυτές κυμαίνεται από μικρή έως μέτρια. Γενικά σε όλους τους αδιαπέρατους σχηματισμούς αναπτύσσονται τοπικά περιορισμένοι, ελεύθεροι υδροφορείς στο ανώτερο αποσαθρωμένο τμήμα τους, ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονη φυτοκάλυψη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών μικρών πηγών σε διαφορετικά υψόμετρα με κυμαινόμενες παροχές.

Οι καρστικοί σχηματισμοί της περιοχής αποτελούνται από ασβεστόλιθους και μάρμαρα εκτεταμένης αλλά και περιορισμένης ανάπτυξης. Το πρώτο είδος σχηματισμών παρουσιάζει έντονη καρστικοποίηση, λόγω της χημικής διάβρωσης τους που ποικίλει μεταξύ ασβεστόλιθων και δολομιτών. Η συνήθως μεγάλη επιφανειακή τους ανάπτυξη, η έντονη τεκτονική τους καταπόνηση, η λιθολογική τους σύσταση και η στρωματογραφική τους δομή συντελούν στην ανάπτυξη πορώδους ρωγμών και ασυνεχειών με αποτέλεσμα η υδροπερατότητα τους να κυμαίνεται από μέτρια έως υψηλή. Η μεγάλη επιφανειακή τους εξάπλωση ευνοεί την ανάπτυξη εκτεταμένων καρστικών συστημάτων. Το δεύτερο είδος σχηματισμών παρουσιάζει μέτρια καρστικοποίηση λόγω της χημικής διάβρωσης τους που περιορίζεται εξαιτίας των

εναλλαγών με ημιπερατούς και αδιαπέρατους σχηματισμούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η ροή του υπογείου νερού να ελέγχεται από τις παρεμβολές των αδιαπέρατων σχηματισμών και από τις μεγάλες τεκτονικές γραμμές.

Οι υδροπερατοί αποτελούνται από κοκκώδεις προσχωματικές αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας, κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις μέτριας έως πολύ μικρής υδροπερατότητας και κοκκώδεις μολασσικές αποθέσεις σχετικά μικρής υδροπερατότητας. Το πρώτο είδος σχηματισμών αναπτύσσεται κυρίως κατά τη ροή των ποταμών και των χειμάρρων. Συνήθως κατά τη διαδρομή των ποταμών από το εσωτερικό πεδινό τμήμα προς το δέλτα τους οι ελεύθεροι υδροφορείς που αναπτύσσονται μεταπίπτουν σε μερικώς υπό πίεση και τελικώς υπό πίεση, η τροφοδοσία τους εξαρτάται από τη λιθολογική τους σύσταση.

Το τρίτο είδος σχηματισμών εμφανίζει γενικά μετρία έως μικρή υδροπερατότητα ανάλογα με τη συμμετοχή χονδρόκοκκου ή λεπτομερούς υλικού. Στις πλειοκαινικές και νεογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται κυρίως επάλληλοι υπό πίεση υδροφορείς. Στο τελευταίο είδος η συχνή παρουσία κροκαλοπαγών, κυρίως αποθέσεις της Μεσοελληνικής Αύλακας δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη τοπικών υδροφόρων οριζόντων, ελευθέρων ή υπό πίεση. Η υδροπερατότητα τους εξαρτάται τόσο από τη μικρή παρουσία αργίλων στη σύσταση τους όσο και από το μικρό σχετικά βαθμό διαγένεσης τους.

### 3.7 Τεκτονική

Με τον όρο «Ενεργός Τεκτονική» μιας περιοχής αναφερόμαστε συνήθως στις παραμορφώσεις και διαρρήξεις του φλοιού της Γης, καθώς και στις τεκτονικές τάσεις (δυνάμεις) που προκαλούν αυτές τις παραμορφώσεις και διαρρήξεις σήμερα. Η λέξη «σήμερα» αναφέρεται εδώ με τη γεωλογική της σημασία. Δηλαδή, ο σημερινός τρόπος παραμόρφωσης και διάρρηξης των γεωλογικών στρωμάτων έχει συνήθως ηλικία μερικών εκατοντάδων χιλιάδων ή λίγων εκατομμυρίων ετών.

#### Ενεργός Τεκτονική της Θεσσαλίας

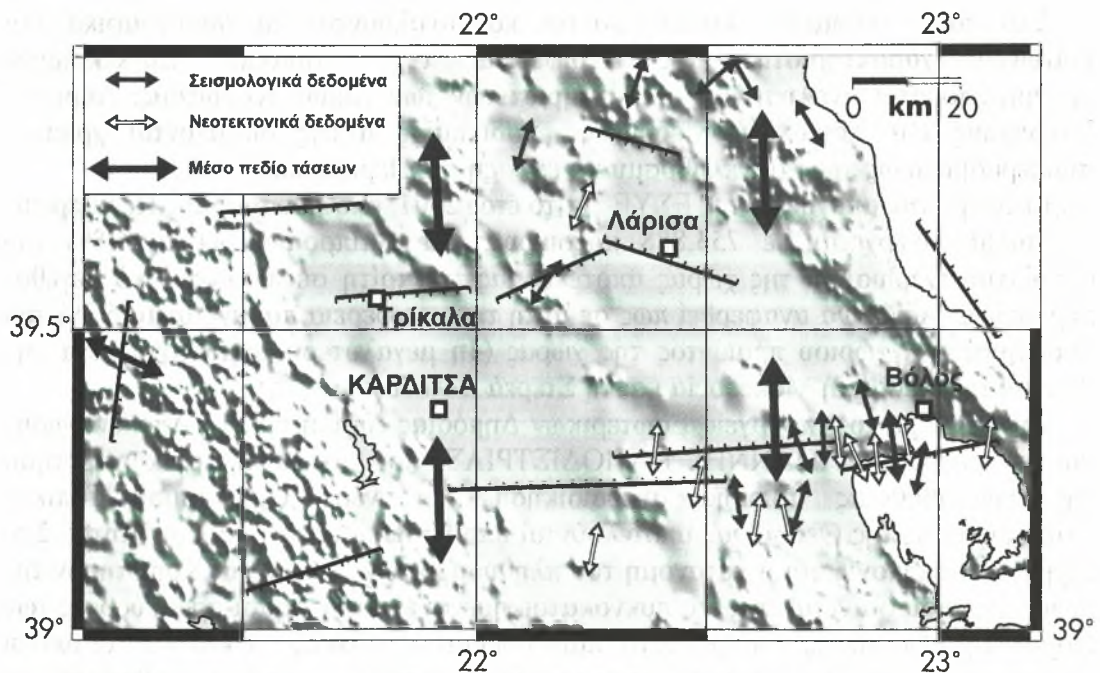
Η Ενεργός τεκτονική του ελλαδικού χώρου μελετήθηκε συστηματικά κατά τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες υπό το πρίσμα της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών. Τα σημαντικότερα αποτελέσματα αυτής της έρευνας είναι ότι κατά μήκος του ελληνικού τόξου (Ζάκυνθος – Κρήτη – Ρόδος) και στο εξωτερικό (κυρτό) μέρος του η λιθόσφαιρα του Αιγαίου (μπροστινό μέρος της Ευρασιατικής λιθόσφαιρικής πλάκας) συγκλίνει με τη λιθόσφαιρα της Ανατολικής Μεσογείου (μπροστινό μέρος της Αφρικανικής λιθόσφαιρικής πλάκας) με συνέπεια να ασκούνται συμπιεστικές δυνάμεις κατά μήκος του τόξου (Papazachos and Comninakis, 1971). Όμως το Αιγαίο και οι γύρω περιοχές που βρίσκονται στο εσωτερικό (κοίλο) μέρος του ελληνικού τόξου, αποτελούν μικροπλάκα η οποία κινείται γρήγορα νοτιοδυτικά και εφειπεύει τη λιθόσφαιρα της Ανατολικής Μεσογείου με συνέπεια να επεκτείνεται (τεντώνεται) η μικροπλάκα του Αιγαίου κατά μία διεύθυνση περίπου βορρά-νότου (McKenzie, 1970, 1972).

Η επέκταση της μικροπλάκας του Αιγαίου οφείλεται στο ότι το μπροστινό της μέρος (νοτιοδυτικό Αιγαίο) κινείται γρήγορα και εφειπεύει την Ανατολική Μεσόγειο με μια ταχύτητα 3.5 εκατοστά το χρόνο (3.5 cm/yr) ενώ το μεσαίο μέρος της μικροπλάκας κινείται με μικρότερη ταχύτητα (~ 2cm/yr) και το πίσω τμήμα της

(κεντρική Ελλάδα) με αρκετά μικρότερη ταχύτητα (~ 1cm/yr) από το μπροστινό της μέρος (Parazachos, 1999).

Η Θεσσαλία βρίσκεται στο πίσω μέρος της λιθοσφαιρικής μικροπλάκας του Αιγαίου και αναμένεται, σύμφωνα με το μοντέλο που περιγράψαμε παραπάνω, να ασκούνται εφελκυστικές τάσεις (δυνάμεις ανά μονάδα επιφάνειας) οι οποίες να έχουν διεύθυνση περίπου βορρά-νότου και να επεκτείνουν την περιοχή κατά την ίδια διεύθυνση. Οι εφελκυστικές τάσεις έχουν ως συνέπεια τη δημιουργία «κανονικών ρηγμάτων» των οποίων η διεύθυνση είναι κάθετη προς τη διεύθυνση της τάσης. Δηλαδή αναμένεται στη Θεσσαλία τα σεισμικά ρήγματα να έχουν διεύθυνση Ανατολής-Δύσης και κλίση προς το βορρά ή το νότο με βυθιζόμενο το πάνω τέμαχος του ρήγματος.

Στο σχήμα 3.2 παριστάνονται οι τεκτονικές τάσεις (βέλη με δύο κατευθύνσεις) στη Θεσσαλία και τις γύρω περιοχές που έχουν προσδιορισθεί τόσο με σεισμολογικές μεθόδους όσο και με γεωλογικές-νεοτεκτονικές μεθόδους (Mountrakis et al., 2006). Οι τάσεις με σεισμολογικές μεθόδους έχουν υπολογιστεί με ανάλυση σειсмоγραμμάτων ενώ τα γεωλογικά-νεοτεκτονικά αποτελέσματα έχουν υπολογιστεί από παρατηρήσεις υπαίθρου. Αν και οι μεθοδολογίες είναι εντελώς ανεξάρτητες, είναι πολύ σημαντική η διαπίστωση της πολύ καλής συμφωνίας των δύο ειδών δεδομένων.



Σχήμα 3.2: Τεκτονικές τάσεις Θεσσαλίας και γύρω περιοχών (Πηγή : Mountrakis et al., 2006)

Τα τέσσερα μεγάλα διπλά βέλη παριστάνουν τις μέσες διευθύνσεις των τάσεων στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Βλέπουμε ότι από τις σεισμολογικές και γεωλογικές παρατηρήσεις προκύπτει ότι οι τεκτονικές τάσεις είναι εφελκυστικές και έχουν διεύθυνση βορρά-νότου, δηλαδή τείνουν να επεκτείνουν (τεντώσουν) το φλοιό της Θεσσαλίας κατά τη διεύθυνση βορρά-νότου, όπως προβλέπει το λιθοσφαιρικό μοντέλο που αναφέραμε παραπάνω.

Στο σχήμα 3.2 δείχνονται επίσης τα σημαντικότερα (έντεκα) ενεργά ρήγματα της περιοχής που έδωσαν ισχυρούς σεισμούς ( $M > 6.0$ ) κατά τους ιστορικούς χρόνους και καθορίστηκαν με σεισμολογικές και γεωλογικές παρατηρήσεις (Παπαζάχος και συνεργάτες, 2001). Το μακρύ ευθύγραμμο τμήμα κάθε συμβόλου παριστάνει τη διεύθυνση και το μήκος του ρήγματος ενώ οι μικρές κάθετες γραμμές στη διεύθυνση

του ρήγματος (δόντια) δείχνουν τη διεύθυνση κλίσης του ρήγματος. Όλα τα ρήγματα αυτά είναι πράγματι κανονικά ρήγματα και όπως προκύπτει από το σχήμα 3.6α, έχουν διεύθυνση περίπου ανατολής-δύσης ενώ άλλα κλίνουν προς το βορρά και άλλα προς το νότο.

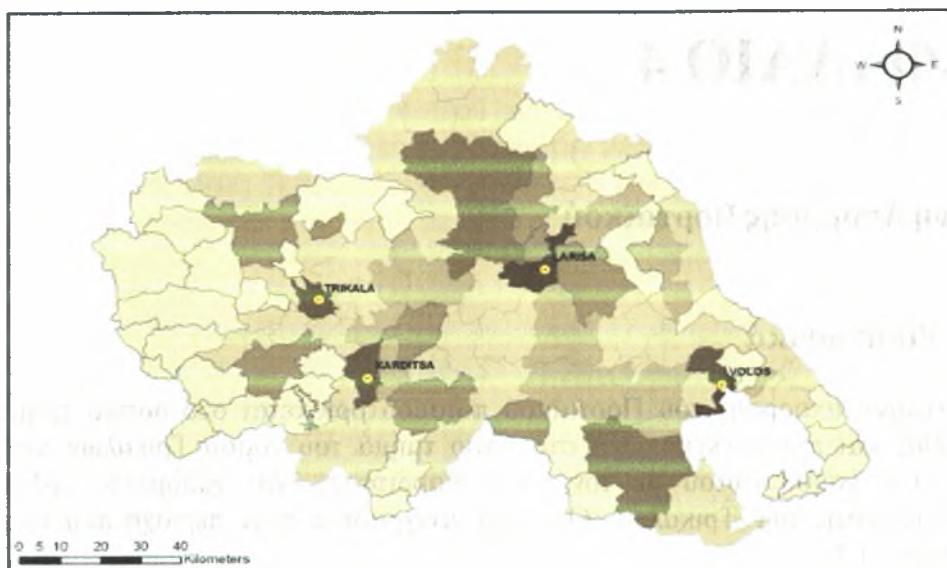
Το μεγαλύτερο από τα ρήγματα αυτά είναι το ρήγμα των Σοφάδων που βρίσκεται νοτιοανατολικά της Καρδίτσας, έχει μήκος περίπου 50km και διεύθυνση ανατολής-δύσης και κλίση προς τον βορρά. Από σεισμολογικά στοιχεία προέκυψε ότι το ρήγμα αυτό είναι κανονικό, δηλαδή βυθίζεται το πάνω τέμαχός του προς τη λεκάνη της Καρδίτσας. Αυτό προκύπτει και από τις μακροσεισμικές παρατηρήσεις που έγιναν στην περιοχή μετά τη γένεση του μεγάλου σεισμού ( $M=7.0$ ) της 30<sup>ης</sup> Απριλίου 1954 που προήλθε από το ρήγμα αυτό, όπου παρατηρήθηκε ότι κατά τη γένεση του σεισμού αυτού βυθίστηκε προς τη Θεσσαλική πεδιάδα το βόρειο τέμαχος του ρήγματος κατά ένα περίπου μέτρο (Παπασταματίου και Μουγιάρης, 1986).

### 3.8 Δημογραφικά στοιχεία

Στο παρόν κεφάλαιο καταγράφονται και αναλύονται τα δημογραφικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά της Περιφέρειας της Θεσσαλίας. Συγκεκριμένα πραγματοποιείται ανάλυση των χαρακτηριστικών των νομών Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας και Τρικάλων. Μέσω της διαδικασίας αυτής διεξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα ως προς την πληθυσμιακή εξέλιξη της Περιφέρειας.

Σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ για το έτος 2001, ο πληθυσμός της Περιφέρειας Θεσσαλίας ανέρχεται σε 753.888 κατοίκους, και αντιπροσωπεύει το 6,8% του συνολικού πληθυσμού της χώρας αποτελώντας την τρίτη σε πληθυσμιακό μέγεθος περιφέρεια. Αξίζει να αναφερθεί πως σε αυτή την περιφέρεια παράγεται το 6,3% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος της χώρας (4η μεγαλύτερη συμμετοχή μετά την Αττική, την Κεντρική Μακεδονία και τη Στερεά Ελλάδα).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης και το πρόγραμμα "ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ" που αφορά την ανασυγκρότηση της πρωτοβάθμιας τοπικής αυτοδιοίκησης, οι νέοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης της Θεσσαλίας αποτελούνται από 93 Δήμους και 12 Κοινότητες. Στο Σχήμα 3.3 απεικονίζεται η κατανομή του πληθυσμού των Δήμων και Κοινοτήτων της περιοχής, όπου φαίνεται πως πιο πυκνοκατοικημένοι είναι οι Δήμοι-πρωτεύουσες των Νομών της Θεσσαλίας. Επιπρόσθετα, παρατίθενται οι πίνακες 3.1 και 3.2, οι οποίοι παρέχουν δημογραφικά στοιχεία όσον αφορά το συνολικό μέγεθος πληθυσμών για κάθε νομό καθώς και τον διαχωρισμό τους σε αστικό και αγροτικό. Ο αστικός πληθυσμός ανέρχεται περίπου στο 60% του συνολικού πληθυσμού και παρουσιάζει αυξητικές τάσεις σε σχέση με το 1991 ενώ ο αγροτικός πληθυσμός ο οποίος ανέρχεται στο 40% του συνολικού και παρουσιάζει πτωτικές τάσεις.



Πληθυσμιακή κατατάξη Δήμων - Κοινοτήτων Περιφέρειας Θεσσαλίας



**Σχήμα 3.3:** Πληθυσμιακή κατανομή σε επίπεδο Δήμων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας Μεταξύ των απογραφών 1991 και 2001 ο πληθυσμός της Θεσσαλίας αυξήθηκε κατά 2,6%, με την αύξηση αυτή να είναι χαμηλότερη από αυτή του συνόλου της χώρας (6,8%) (Πηγή :Μαντούζα Ανδρομάχη, 2008)

**Πίνακας 3.1:** Πληθυσμιακά στοιχεία των νομών της Θεσσαλίας (Πηγή :Μαντούζα Ανδρομάχη, 2008).

Περιφέρεια	Έδρα	Νομοί	Πληθυσμός Απογραφής 2001	Δημοί	Κοινότητες	Σύνολο
		Καρδίτσας	129.541	20	1	21
		Λαρίσης	279.305	28	4	32
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	Λάμια	Μαγνησίας	206.995	22	4	26
		Τρικάλων	138.047	23	3	26
		Σύνολο	753.888	93	12	105

**Πίνακας 3.2:** Κατανομή του Θεσσαλικού πληθυσμού σε αγροτικό και αστικό, καθώς και τα ποσοστά συμμετοχής στον πληθυσμό της χώρας (Πηγή :Μαντούζα Ανδρομάχη, 2008).

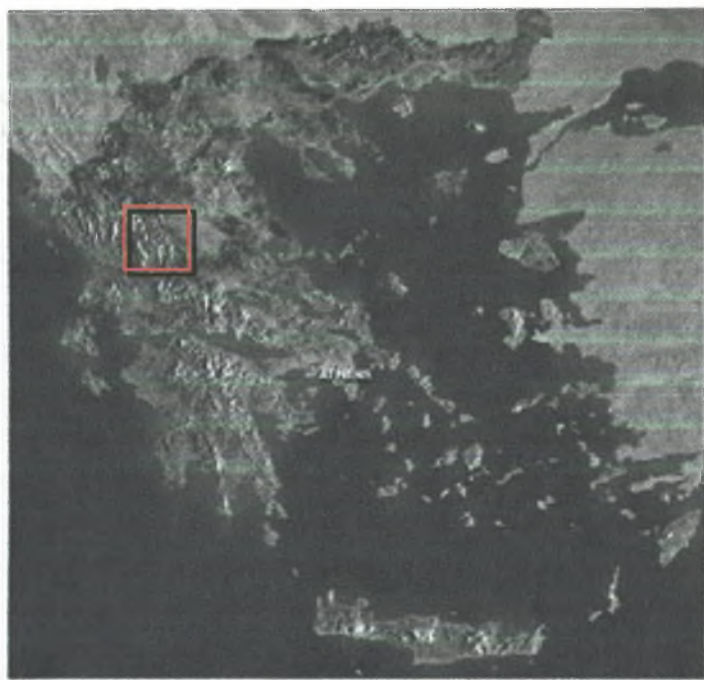
	Πληθυσμός 2001	Ποσοστό συμμετοχής στο πληθυσμό της χώρας	Ποσοστό αστικού πληθυσμού	Ποσοστό αγροτικού πληθυσμού
ΕΛΛΑΔΑ	10.964.020	100	72,8	27,2
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	753.888	6,88	60,6	39,4
Καρδίτσα	129.541	1,18	37,5	62,5
Λάμια	279.305	2,55	68,0	32,0
Μαγνησία	206.995	1,89	73,2	26,8
Τρίκαλα	138.047	1,26	48,6	51,4

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## Λεκάνη Απορροής Πορταϊκού

### 4.1 Εισαγωγικά

Η λεκάνη απορροής του Πορταϊκού ποταμού βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλίας και πιο συγκεκριμένα στο νότιο τμήμα του νομού Τρικάλων στο όριο σχεδόν του νομού αυτού με τον νομό Καρδίτσας, λίγα χιλιόμετρα Δ-ΝΔ της ομώνυμης πόλης των Τρικάλων. Ορίζεται γεωγραφικά στην περιοχή που τονίζεται στην εικόνα 4.1 :



**Εικόνα 4.1 :** Εντοπισμός περιοχής της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού σε δορυφορική φωτογραφία του Ελληνικού γεωγραφικού χώρου.

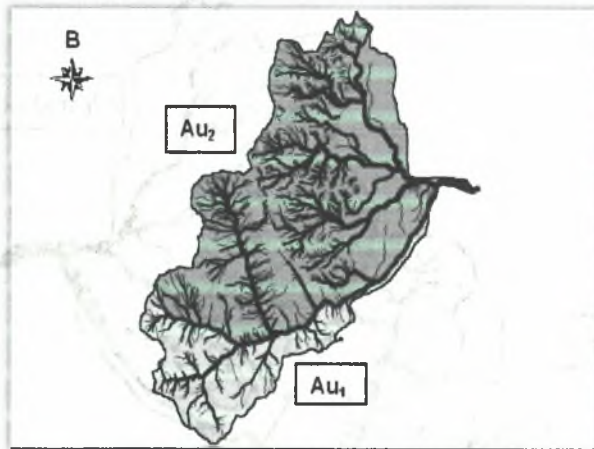
Η γενική διεύθυνση της λεκάνης του Πορταϊκού ποταμού είναι ΝΔ – ΒΑ. Ο κύριος κλάδος του ποταμού ξεκινάει από την οροσειρά της νότιας Πίνδου (περιοχή Στουρναρέικα) από υψόμετρο 1500-1600 μέτρων περίπου. Στην συνέχεια τέμνει εγκάρσια την απότομη οροσειρά του Κόζιακα στην περιοχή της Πύλης και αφού ενωθεί με πλήθος άλλων παραποτάμων και ρεμάτων καταλήγει στη θεσσαλική πεδιάδα όπου και συμβάλλει στον Πηνειό ποταμό.

## 4.2 Ανάλυση Υδρολογικής Λεκάνης

Η λεκάνη απορροής του Πορταϊκού ποταμού οριοθετείται δυτικά από την οροσειρά της νότιας Πίνδου και ανατολικά από την θεσσαλική πεδιάδα, στο ύψος του Πηνειού ποταμού. Προς βορρά ξεκινάει περίπου 9 Km νότια της Καλαμπάκας ενώ νότια αποτελεί ουσιαστικά το όριο μεταξύ των νομών Τρικάλων και Καρδίτσας. Καλύπτει επιφάνεια περίπου 294 Km<sup>2</sup>, η οποία διαρρέεται από ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο.

Η λεκάνη αυτή αποτελείται από δύο επιμέρους λεκάνες, οι οποίες διαχωρίζονται από την επιμήκη οροσειρά του Κόζιακα (Κερκέτιο όρος) και επικοινωνούν μεταξύ τους στην περιοχή των στενών της Πύλης.

Η κύρια κοίτη του Πορταϊκού έχει συνολικό μήκος 31,9 Km, ενώ χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο τμήμα αυτής βρίσκεται δίπλα στον υδροκρίτη της υδρολογικής λεκάνης με αποτέλεσμα το υδρογραφικό δίκτυο να παρουσιάζει μια εντελώς ασύμμετρη ανάπτυξη εκατέρωθεν του κυρίου κλάδου (Σχήμα 4.1).



**Σχήμα 4.1.** Ασύμμετρη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού. Η σκούρα και η ανοιχτόχρωμη επιφάνεια απεικονίζουν τις περιοχές ανάπτυξης του δικτύου εκατέρωθεν του κυρίου κλάδου του Πορταϊκού. (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 1994)

Η πορεία της κύριας κοίτης είναι στην αρχή ΒΔ-ΝΑ για περίπου 7,5 km. Στη συνέχεια κάμπτεται και συνεχίζει για περίπου 21 km με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ μέχρι σχεδόν τη συμβολή της με τον Πηνειό ποταμό.

Αν διαιρέσουμε το εμβαδό Au1 της ανοιχτόχρωμης επιφάνειας κάτω από τον κύριο κλάδο προς το εμβαδό Au2 της σκουρόχρωμης επιφάνειας πάνω από αυτόν, προκύπτει ο «δείκτης ασυμμετρίας» για την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού (Ψίλοβίκος, 1990). Έτσι θα έχουμε:

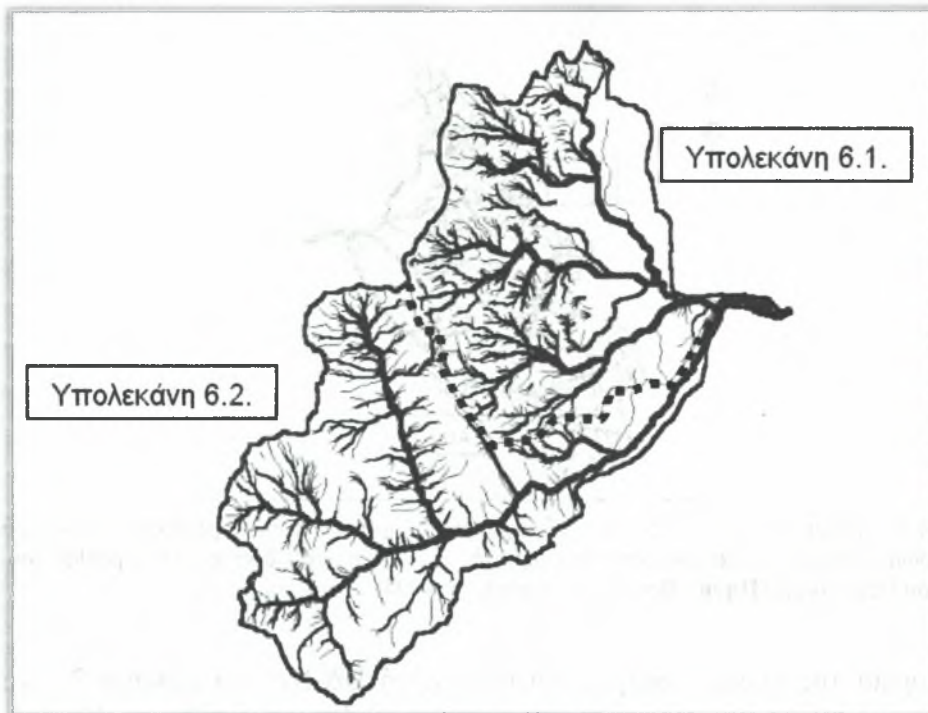
$$Au1 / Au2 = 61/229 \approx 1/4.$$



### 4.3 Ανάλυση Υδρογραφικού Δικτύου κατά Horton

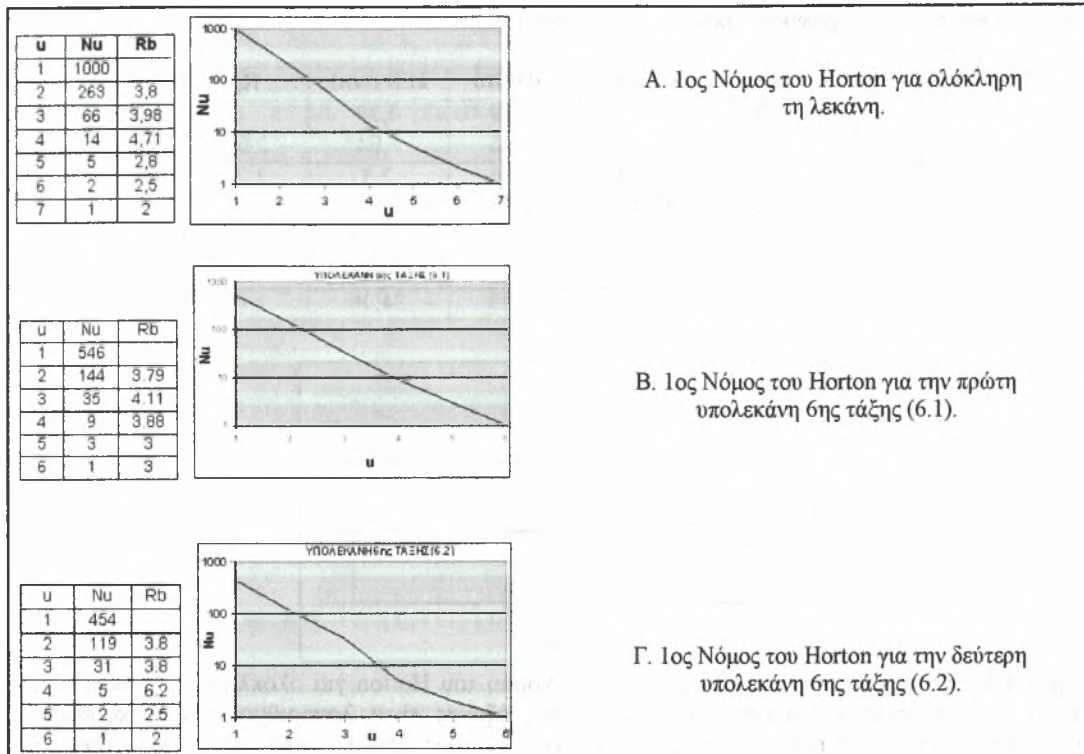
#### 4.3.1 Εφαρμογή του 1ου Νόμου του Horton (αριθμού των κλάδων).

Οι Βρουχάκης και άλλοι με σκοπό την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού έκαναν εφαρμογή του 1ου νόμου του Horton τόσο για ολόκληρη τη λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού, όσο και για τις δύο υπολεκάνες 6ης τάξης (Υπολεκάνες 6.1 και 6.2, Σχήμα 4.2). Στο Σχήμα 4.2 φαίνεται το υδρογραφικό δίκτυο του Πορταϊκού και οι δύο υπολεκάνες 6ης τάξης στις οποίες γίνεται αναφορά, ενώ στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζονται τα διαγράμματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> νόμου στις λεκάνες αυτές. Στα παρακάτω διαγράμματα ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει τον αριθμό των κλάδων  $N_u$ , ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι απλός αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων  $u$ .



**Σχήμα 4.2.** Υδρογραφικό δίκτυο του Πορταϊκού ποταμού και οι υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης. Με τη διακεκομμένη μαύρη γραμμή απεικονίζονται τα όρια των δύο υπολεκανών. (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 2004)

Από το διάγραμμα που προκύπτει για ολόκληρη τη λεκάνη παρατηρούμε ότι υπάρχει μια απόκλιση της ευθείας για τους κλάδους 4ης τάξης (μείωση του αριθμού τους).



**Σχήμα 4.3.** Η εφαρμογή του 1ου Νόμου του Horton για την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού και για τις δύο κύριες υπολεκάνες 6ης τάξης. (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 2004)

Από τα διαγράμματα βλέπουμε ότι στην υπολεκάνη 6.1. υπάρχει μια μικρή απόκλιση της ευθείας στους κλάδους 4ης τάξης ενώ στην υπολεκάνη 6.2. υπάρχει σαφής απόκλιση στους κλάδους 4ης και 5ης τάξης. Από τις αποκλίσεις αυτές σύμφωνα με τους Βρουχάκη και άλλους (2004), προκύπτει ότι:

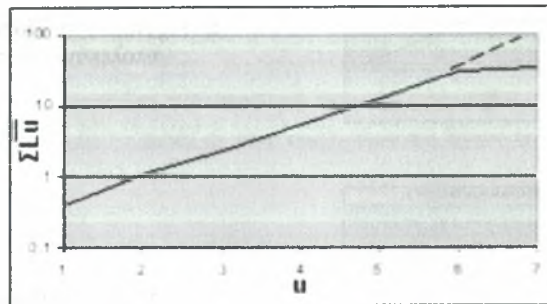
- I. Η υπολεκάνη 6.1. βρίσκεται κατά ένα μεγάλο μέρος της στο περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος της Θεσσαλίας, επηρεαζόμενη έτσι άμεσα από το γεγονός αυτό, κάτι που απεικονίζεται με την μη ομαλή ανάπτυξη των κλάδων 4ης τάξης.
- II. Για την υπολεκάνη 6.2 οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται αφενός μεν στην γεωλογία που επικρατεί σε αυτήν, αφετέρου δε στην τεκτονική. Η επίδραση της δεύτερης έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας κλιμακωτής μορφής υδρογραφικού δικτύου. Οι κλάδοι 3ης τάξης συμβάλλουν απευθείας με τους κλάδους 5ης τάξης αποτρέποντας έτσι την δημιουργία κλάδων 4ης τάξης.

#### 4.3.2 Εφαρμογή του 2ου Νόμου του Horton (μήκους των κλάδων).

Με τη χρήση του 2ου νόμου του Horton, τόσο στην κύρια λεκάνη όσο και στις δύο υπολεκάνες 6ης τάξης εμφανίζεται ένα διάγραμμα στο οποίο ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το αθροιστικό μέσο μήκος των κλάδων  $\Sigma L_u$ , ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι απλός αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων  $u$  όπως δίνεται στον πίνακα 4.1 και στο Σχήμα 4.4.

**Πίνακας 4.1.** Αριθμητικά δεδομένα που προκύπτουν κατά την εφαρμογή του 2ου Νόμου του Horton στην ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού.

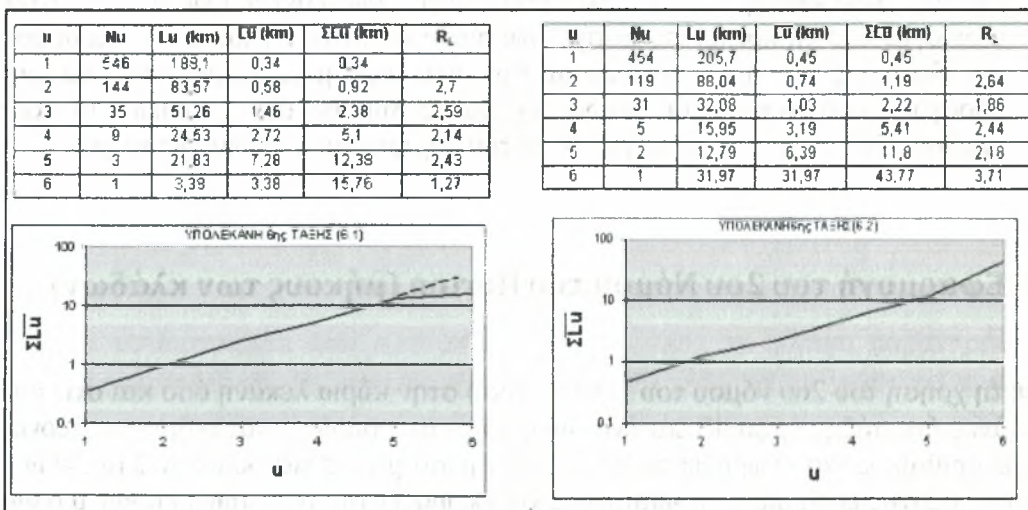
U	Nu	Lu (km)	Cu (km)	ΣCu (km)	R <sub>c</sub>
1	1000	393,7	0,39	0,39	
2	263	171,6	0,65	1,04	2,67
3	66	83,34	1,26	2,3	2,21
4	14	40,48	2,89	5,19	2,26
5	5	34,62	6,92	12,11	2,33
6	2	35,35	17,67	29,78	2,46
7	1	4,28	4,28	34,06	1,14



**Σχήμα 4.4.** Διάγραμμα της εφαρμογής του 2ου Νόμου του Horton για ολόκληρη την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού. Ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το αθροιστικό μέσο μήκος των κλάδων ΣLu, ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι απλός αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων u.

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι η ευθεία διατηρείται μέχρι και τους κλάδους 6ης τάξης ενώ μετά παρεκκλίνει. Παρατηρώντας την υδρολογική μας λεκάνη στο σημείο ένωσης των δύο κλάδων 6ης τάξης, βλέπουμε ότι ο σχηματιζόμενος κλάδος 7ης τάξης έχει μικρό μήκος διότι αμέσως συμβάλλει με τον Πηνειό. Το γεγονός αυτό είναι που προκαλεί την απόκλιση στην γραφική παράσταση.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει όπως βλέπουμε παρακάτω και στην πρώτη υπολεκάνη 6<sup>ης</sup> τάξης, όπου το μήκος του κλάδου 6ης τάξης είναι μικρό, διότι ενώνεται αμέσως σχεδόν με τον άλλο κλάδο 6ης τάξης προς σχηματισμό αυτού της 7ης. Αποτέλεσμα η απόκλιση από την ευθεία στο σημείο μεταξύ των κλάδων 5<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης Σχήμα 4.5.



**Σχήμα 4.5.** Η εφαρμογή του 2ου Νόμου του Horton για τις δύο κύριες υπολεκάνες 6ης τάξης του Πορταϊκού ποταμού.

Στο διάγραμμα της υπολεκάνης 6.2 βλέπουμε ότι η καμπύλη που προκύπτει τείνει να σχηματίσει ευθεία παρουσιάζοντας μικροαποκλίσεις. Σε μερικές υπολεκάνες μικρότερης τάξης οι αποκλίσεις αυτές γίνονται ακόμα πιο αισθητές, χωρίς όμως να είναι συγκεκριμένη η τάξη στην οποία παρουσιάζονται. Και σε αυτή την περίπτωση η πιθανότερη αιτία είναι η τεκτονική, που λόγω των ρηγμάτων, προκαλεί κατακερματισμό στα πετρώματα με αποτέλεσμα την ανάπτυξη και αύξηση του μέσου μήκους των κλάδων.

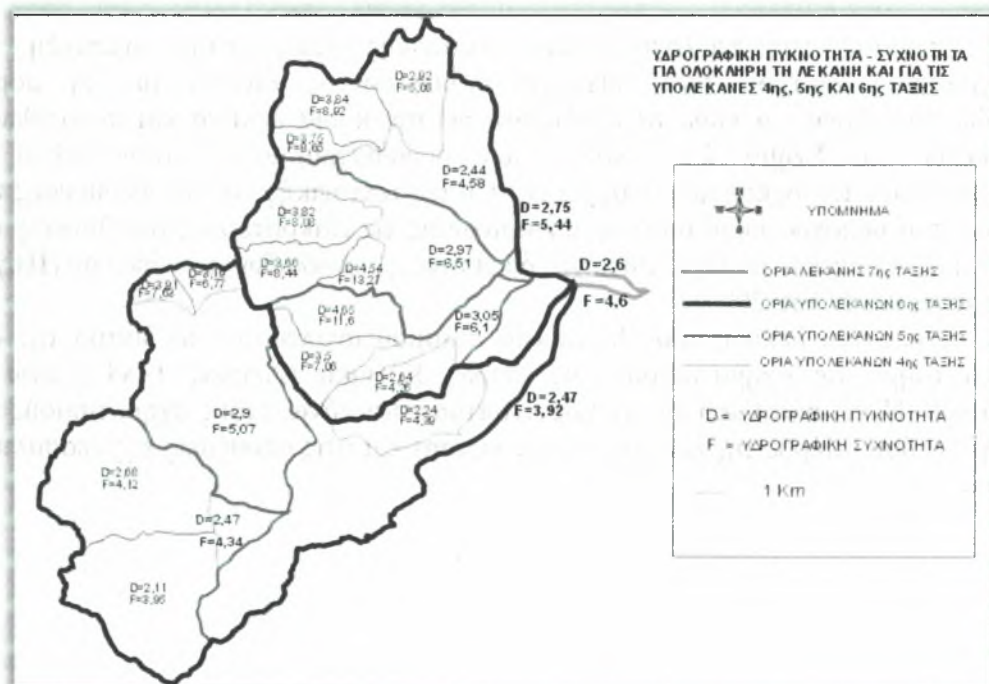
Όπως είναι φυσικό, απόλυτη ευθεία είναι εξαιρετικά δύσκολο να προκύψει για οποιοδήποτε φυσικό μελετούμενο υδρογραφικό δίκτυο. Τόσο ο πρώτος όσο και ο δεύτερος νόμος του Horton αναφέρονται σε ένα μοντέλο υδρογραφικού δικτύου, το οποίο έχει αναπτυχθεί τέλεια πάνω σε ένα εντελώς ισότροπο μέσο χωρίς την επίδραση της τεκτονικής. Στην περίπτωση μας, από την μία η τεκτονική και από την άλλη η ανισοτροπία των πετρωμάτων έχουν επιδράσει στην διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου, γεγονός που αποτυπώνεται σε όλα τα διαγράμματα τόσο των μεγάλων λεκανών όσο και σε αυτά των μικρότερων τάξεων.

### 4.3.3 Υδρογραφική πυκνότητα και συχνότητα.

Ως υδρογραφική πυκνότητα (ή πυκνότητα αποστραγγίσεως), ονομάζεται ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μία λεκάνη απορροής, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής. Εκφράζει έτσι τον αριθμό των km (ή m) μέσα σε μια κοίτη ρεύματος, η οποία διατηρείται από επιφάνεια αποστραγγίσεως 1 km<sup>2</sup> (ή m<sup>2</sup>), (Horton 1945, από Ασάρα 1980). Συμβολίζεται με D, έχει μαθηματικό τύπο:

$$D_u = (\Sigma L)u/A_u$$

και μετριέται σε km<sup>-1</sup> (ή m<sup>-1</sup>).



Σχήμα 4.6. Οι τιμές υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας για τις υπολεκάνες 6ης 5ης και 4ης τάξης του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού ποταμού.

Υδρογραφική συχνότητα ονομάζεται ο λόγος του συνολικού αριθμού των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μία λεκάνη απορροής, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής (Horton 1945, από Αστάρια 1980). Συμβολίζεται με  $F_u$ , έχει τύπο  $F_u = (\sum N)u / Au$  και μετριέται σε  $Km^{-2}$ . Αυτή είναι μια συμπληρωματική μέτρηση της υψής του αναγλύφου, αλλά είναι ανεξάρτητη της υδρογραφικής πυκνότητας, γιατί εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των κοιτών και όχι από το μήκος τους.

Στο παραπάνω σχήμα 4.6 φαίνονται οι υδρογραφικές πυκνότητες (D) και συχνότητες (F) για ολόκληρη τη λεκάνη καθώς και για τις υπολεκάνες 6ης, 5ης και 4ης τάξης. Όπως παρατηρείται, οι τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας κυμαίνονται από 2,11 έως 4,65  $km^{-1}$  ενώ αυτές της υδρογραφικής συχνότητας από 3,92 έως 13,27  $km^{-2}$ , τιμές δηλαδή αρκετά υψηλές για τις περισσότερες από τις προαναφερόμενες υπολεκάνες (Σωτηριάδης & Ψιλοβίκος 1984).

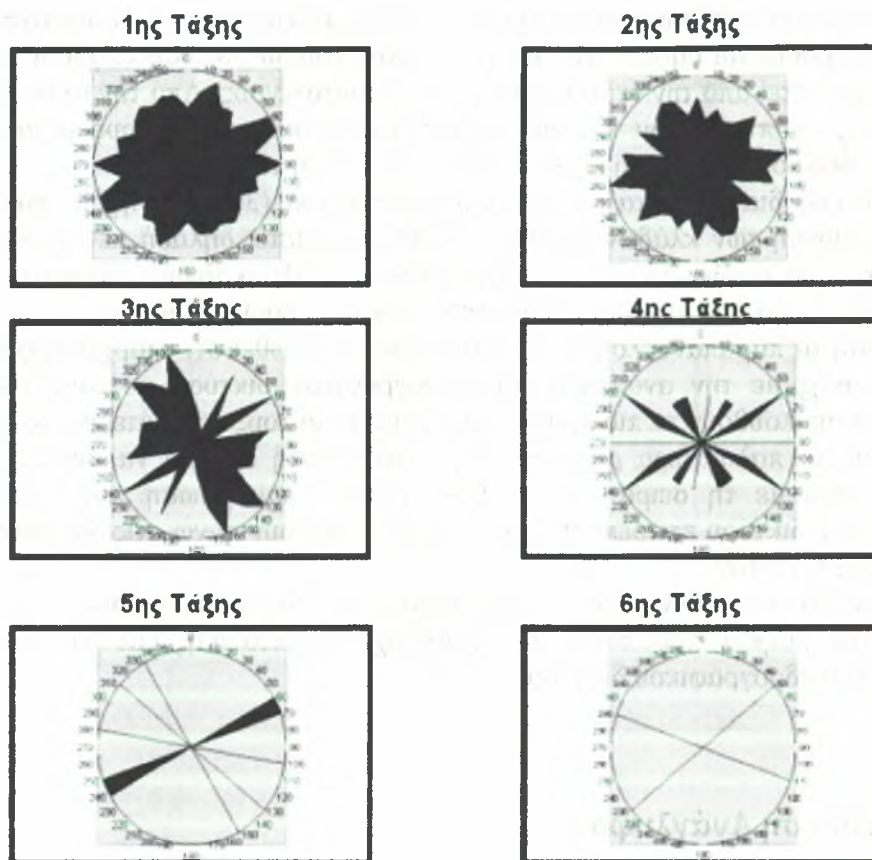
Αυτό που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι μερικές από αυτές παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές D και F. Αξιοσημείωτο είναι μάλιστα ότι οι υψηλές τιμές πυκνότητας υπάρχουν και σε ασβεστολιθικές περιοχές. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι πρόκειται για "κληρονομημένο" υδρογραφικό δίκτυο από τους επωθημένους, πάνω στον ασβεστόλιθο, οφειολίθους. Το δίκτυο αυτό δηλαδή αναπτύχθηκε αρχικά πάνω στους οφειολίθους, οι οποίοι στη συνέχεια διαβρώθηκαν και το υπάρχον δίκτυο αποτυπώθηκε στους υποκείμενους ασβεστολίθους.

Αναφορικά τώρα με τις υψηλές τιμές της υδρογραφικής συχνότητας σε όλη γενικά την περιοχή, αυτές είναι δείγμα της πρόσφατης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου και των διεργασιών ανανέωσης - αναγέννησης του Πορταϊκού.

#### **4.3.4 Επιρροή της γεωλογικής και τεκτονικής δομής στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου.**

Η επίδραση της γεωλογικής και τεκτονικής δομής στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου στην περιοχή ενδιαφέροντος δίνεται με τη μορφή ροδοδιαγραμμάτων για κάθε τάξη κλάδων για την κύρια λεκάνη και παρατίθενται παρακάτω στο Σχήμα 4.7. Σκοπός των ροδοδιαγραμμάτων αυτών είναι να επιβεβαιώσουν την σχέση που υπάρχει μεταξύ της τεκτονικής και της διεύθυνσης των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου συγκρίνοντας τις επικρατούσες διευθύνσεις των τεκτονικών στοιχείων με τις αντίστοιχες διευθύνσεις των κλάδων του δικτύου (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 2004).

Η υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού αναπτύσσει το δίκτυο της στο Δυτικό τμήμα σε σχηματισμούς της σειράς Κόζιακα (Λέκκας 1988 ) ενώ το Ανατολικό Νοτιοανατολικό της τμήμα αναπτύσσεται πάνω στους σχηματισμούς της Ζώνης Πίνδου. Μέρος της λεκάνης αναπτύσσεται και στις αποθέσεις της θεσσαλικής πεδιάδας.



**Σχήμα 4.7.** Ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων των κλάδων όλων των τάξεων για ολόκληρη τη λεκάνη του Πορταϊκού (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 1994).

Οι ρηξιγενής τεκτονικές δομές της περιοχής για την οικονομία της παρούσας εργασίας, μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες ομάδες με σχετική χρονική διαδοχή (Λέκκας 1988, Caruto R. 1990):

**Ομάδα Α:** Περιλαμβάνει τα περιθωριακά κανονικά ρήγματα της Μεσοελληνικής αύλακας που ουσιαστικά την οριοθετούν και φέρνουν σε επαφή τους σχηματισμούς της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας με τους Μολασσικούς σχηματισμούς. Έτσι πρόκειται για ρήγματα ίδιας ηλικίας με την ηλικία των Μολασσικών σχηματισμών δηλαδή Ολιγοκαινού – Μειοκαινού. Η επικρατούσα διεύθυνση των ρηγμάτων αυτών είναι ΒΔ – ΝΑ. Στην ομάδα αυτή εντάσσονται και τα παλαιότερα επωθητικά και ανάστροφα ρήγματα που τοποθετούν την σειρά Κόζιακα επί των σχηματισμών της Πίνδου.

**Ομάδα Β:** Περιλαμβάνει κανονικά κυρίως ρήγματα τα οποία τέμνουν όλες τις προϋπάρχουσες δομές, φέρνουν σε επαφή Αλπικούς σχηματισμούς με σύγχρονες αποθέσεις, δημιουργούν έντονες μορφολογικές ανωμαλίες, καλύπτονται συχνά από πλευρικά κορήματα και έχουν εν γένει όλα τα χαρακτηριστικά πρόσφατων διαρρήξεων. Η ηλικία τους τοποθετείται στο Πλειόκαινο– Τεταρτογενές και η διεύθυνση τους ΒΑ – ΝΔ.

Στο παραπάνω Σχήμα 4.7 φαίνονται τα ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων των κλάδων όλων των τάξεων για ολόκληρη τη λεκάνη. Από την ανάλυσή τους προκύπτουν τα εξής:

- Στα ροδοδιαγράμματα μικρών τάξεων (1ης και 2ης) η επικρατούσα διεύθυνση των κλάδων είναι ΒΑ – ΝΔ και Α – Δ, συμπίπτει δηλαδή με την επικρατούσα

διεύθυνση των νεωτέρων ρηγμάτων ηλικίας Πλειοκαίνου – Τεταρτογενούς. Οι πιο πρόσφατοι δηλαδή κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου δείχνουν να έχουν επηρεαστεί από την νεοτεκτονική του Τεταρτογενούς. Από την άλλη πλευρά η καλή ανάπτυξη των κλάδων αυτών σχεδόν κάθετα με τους μεγαλύτερους κλάδους οφείλεται στη ευνοϊκή γεωλογική δομή της περιοχής.

- Στα ροδοδιαγράμματα των μεγαλύτερων τάξεων (3ης και 4ης) η επικρατούσα διεύθυνση των κλάδων είναι ΒΔ – ΝΑ, συμπίπτει δηλαδή με την διεύθυνση των ρηγμάτων ηλικίας Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου ρήγματα δηλαδή παλαιότερα από αυτά που επηρέασαν τους νεώτερους κλάδους.

Με βάση τα παραπάνω λοιπόν θα μπορούσε να ειπωθεί ότι υπάρχει σαφής σχέση της τεκτονικής με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου με τους νεώτερους κλάδους να ακολουθούν τα πιο πρόσφατα ρήγματα και τους παλαιότερους κλάδους να ακολουθούν τα παλαιότερα ρήγματα. Την σχέση αυτή έρχεται να συμπληρώσει η γεωλογία, που με τη σειρά της συμβάλλει στην διαμόρφωση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου επιτρέποντας τους να αναπτυχθούν πάνω στις διευθύνσεις που δημιούργησε η τεκτονική.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στις δύο υπολεκάνες 6ης τάξης γεγονός που ενισχύει τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για άμεση σχέση τεκτονικής και γεωλογίας στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου.

## 4.4 Ανάλυση Ανάγλυφου

### 4.4.1 Υψομετρικό ολοκλήρωμα – υψομετρική καμπύλη.

Για την ανάλυση του ανάγλυφου της περιοχής μελέτης υπολογίστηκε αρχικά η υψομετρική καμπύλη και το υψομετρικό ολοκλήρωμα για ολόκληρη τη λεκάνη και μετέπειτα, θα δούμε στη συνέχεια γιατί, και για τις δύο υπολεκάνες 6ης τάξης.

Το υψομετρικό ολοκλήρωμα είναι η έκφραση, με μία τιμή, του σταδίου απογυμνώσεως μιας λεκάνης απορροής. Η υψομετρική καμπύλη δείχνει με απλό τρόπο την κατανομή της μάζας του ανάγλυφου μέσα στη λεκάνη, μια λεκάνη που ορίζεται από την περίμετρό της και από δύο επίπεδα, ένα βασικό επίπεδο διερχόμενο από το στόμιο της λεκάνης και ένα επίπεδο κορυφής διερχόμενο από το ψηλότερο σημείο του υδροκρίτη της λεκάνης. Με τον παραπάνω τρόπο η υψομετρική καμπύλη περιγράφει τη λεκάνη απορροής σε μια κατά μήκος τομή (Αστάρης 1980).

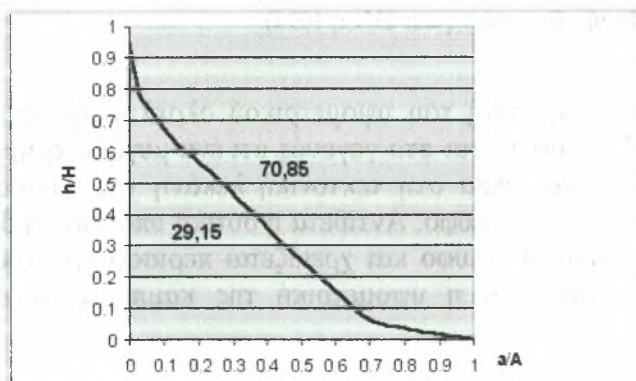
Για να κατασκευάσουμε την υψομετρική καμπύλη, στον άξονα x τοποθετούμε τις τιμές  $a_1/A$ , όπου  $a_1$  το επιμέρους κάθε φορά αθροιζόμενο εμβαδό και  $A$  το ολικό εμβαδό της λεκάνης και στον άξονα y τις τιμές  $h/H$ , όπου  $h$  η υψομετρική διαφορά μεταξύ της μετρούμενης επιφάνειας και του στομίου της λεκάνης και  $H$  η υψομετρική διαφορά από το στόμιο έως την κορυφή της λεκάνης. Έτσι ύστερα από υπολογισμούς για την εξεταζόμενη λεκάνη κατασκευάστηκε ο παρακάτω πίνακας 4.2 και στη συνέχεια έγινε η υψομετρική καμπύλη για ολόκληρη τη λεκάνη.

**Πίνακας 4.2.** Πίνακας παραμέτρων που χρησιμεύουν στην κατασκευή της υψομετρικής καμπύλης για ολόκληρη την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού. Παρουσίαση των τιμών  $x$  και  $y$  που παίρνει η καμπύλη για την εκάστοτε τιμή υψομέτρου (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 2004).

	<b>1800m</b>	<b>1700m</b>	<b>1600m</b>	<b>1500m</b>	<b>1400m</b>
$x = a/A$	0.304 / 293.7 = 0.00103	1.781 / 293.7 = 0.006	5.026 / 293.7 = 0.017	7.434 / 293.7 = 0.025	17.85 / 293.7 = 0.06
$y = h/H$	1690 / 1760 = 0.96	1590 / 1760 = 0.903	1490 / 1760 = 0.847	1390 / 1760 = 0.79	1290 / 1760 = 0.733
	<b>1300m</b>	<b>1200m</b>	<b>1100m</b>	<b>1000m</b>	<b>900m</b>
$x = a/A$	29.32 / 293.7 = 0.1	41.65 / 293.7 = 0.142	60.99 / 293.7 = 0.208	76.72 / 293.7 = 0.261	92.92 / 293.7 = 0.316
$y = h/H$	1190 / 1760 = 0.676	1090 / 1760 = 0.619	990 / 1760 = 0.562	890 / 1760 = 0.506	790 / 1760 = 0.449
	<b>800m</b>	<b>700m</b>	<b>600m</b>	<b>500m</b>	<b>400m</b>
$x = a/A$	108.6 / 293.7 = 0.37	124.3 / 293.7 = 0.423	140.6 / 293.7 = 0.479	156.9 / 293.7 = 0.534	173.5 / 293.7 = 0.59
$y = h/H$	690 / 1760 = 0.392	590 / 1760 = 0.335	490 / 1760 = 0.278	390 / 1760 = 0.222	290 / 1760 = 0.165
	<b>300m</b>	<b>200m</b>			
$x = a/A$	190.7 / 293.7 = 0.649	212.8 / 293.7 = 0.724			
$y = h/H$	190 / 1760 = 0.108	90 / 1760 = 0.051			

Στις παραπάνω τιμές πρέπει επίσης να συμπεριληφθούν οι τιμές:

- $a = 0 \Rightarrow x = 0$  οπότε  $h = H \Rightarrow y = 1$
- $h = 0 \Rightarrow y = 0$  οπότε  $a = A \Rightarrow x = 1$



**Σχήμα 4.8.** Υψομετρική καμπύλη για ολόκληρη την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 2004).

Το εμβαδό κάτω από την σχηματιζόμενη υψομετρική καμπύλη αποτελεί το 29,15 % του ολικού τετραγώνου, δηλαδή αντιστοιχεί σε ένα υψομετρικό ολοκλήρωμα  $S = 29,15$  %. Σύμφωνα με τον Strahler (1952, 1957, 1964) η μετάβαση από το στάδιο της «νεότητας» στο στάδιο της «ωριμότητας», ανταποκρίνεται κατά προσέγγιση στο υψομετρικό ολοκλήρωμα  $S = 60\%$  και από το στάδιο της «ωριμότητας» σε αυτό του «γήρατος» στο  $S = 35\%$  (Αστάρας 1980).

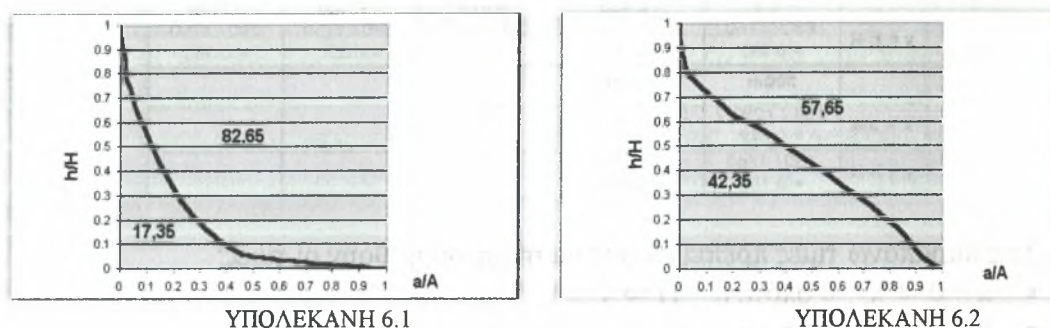
Η τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος δεν αποτελεί έκφραση του όγκου που έχει διαβρωθεί και μεταφερθεί σε κάθε λεκάνη, γιατί δεν πρόκειται για μια στατική περιοχή που διαβρωνόταν αλλά για μια τεκτονικά διαμορφωμένη περιοχή που προέκυψε από μεγάλες κατακόρυφες μετακινήσεις. Έτσι εξηγείται η μορφή της υψομετρικής καμπύλης καθώς και η μικρή τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος, που σε διαφορετική περίπτωση θα έδειχνε μια περιοχή που βρίσκεται σε στάδιο



γήρατος. Εξάλλου σύμφωνα με τον Strahler (1952, 1954, 1958, 1964) τέτοιες μορφές υψομετρικών καμπυλών και τόσο χαμηλές τιμές υψομετρικών ολοκληρωμάτων δείχνουν περιοχές, που μπορεί να εμφανίζουν μορφή σταδίου γήρατος αλλά στην πραγματικότητα αποτελούν μεταβατικό στάδιο (monadnock phase). Τους συντελεστές αυτούς επομένως δεν μπορούμε να τους δούμε σαν απόλυτες τιμές, αλλά μόνο σαν συγκριτικές τιμές μεταξύ υπολεκανών.

Για το λόγο αυτό στη συνέχεια κατασκευάστηκαν οι υψομετρικές καμπύλες και υπολογίστηκαν τα υψομετρικά ολοκληρώματα για τις δύο υπολεκάνες 6ης τάξεως με σκοπό να συγκριθούν μετέπειτα οι τιμές τους.

Όπως φαίνεται, το υψομετρικό ολοκλήρωμα για την ανατολική υπολεκάνη είναι αρκετά χαμηλό (17,35%) σε σχέση με αυτό της δυτικής υπολεκάνης (42,35%) ενώ η τιμή του για ολόκληρη τη λεκάνη έχει μια ενδιάμεση τιμή (29,15%).



**Σχήμα 4.9.** Υψομετρικές καμπύλες για τις δύο κύριες υπολεκάνες 6ης τάξης (6.1 και 6.2) του Πορταϊκού ποταμού (Πηγή : Βρουχάκης και άλλοι, 1994).

Η διαφορά αυτή στην τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος μεταξύ των δύο υπολεκανών 6<sup>ης</sup> τάξεως οφείλεται στο γεγονός ότι ένα μεγάλο τμήμα της ανατολικής υπολεκάνης αναπτύσσεται μέσα στη τεκτονική λεκάνη της Θεσσαλίας, δηλαδή σε πεδινή περιοχή με ομαλό ανάγλυφο. Αντίθετα η δυτική υπολεκάνη βρίσκεται μέσα σε ορεινό όγκο με απότομο ανάγλυφο και χρειάζεται περισσότερο χρόνο έτσι ώστε να προχωρήσει η διάβρωση και η υψομετρική της καμπύλη να φθάσει στο όριο ισορροπίας.

#### 4.4.2 Αποτελέσματα της ανάλυσης κατά Horton του Υδρογραφικού Δικτύου του ποταμού Πορταϊκού

Κατόπιν της εφαρμογής της μεθοδολογίας ανάλυσης υδρογραφικού δικτύου κατά Horton για τον Πορταϊκό ποταμό, οι Βρουχάκης και άλλοι (2004) κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του εν λόγω δικτύου :

- Η υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού παρουσιάζει μια εντελώς ασύμμετρη ανάπτυξη (δείκτης ασυμμετρίας 1/4) γεγονός που οφείλεται τόσο στη γεωλογία των πετρωμάτων όσο και στην τεκτονική.
- Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου μπορεί να χαρακτηριστεί κατά τόπους δενδριτική, παρουσιάζει όμως σε ορισμένες περιοχές στοιχεία τόσο κλιμακωτής, όσο και υποπαράλληλης μορφής. Η ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου έδειξε ότι υπάρχουν σαφείς αποκλίσεις τόσο για τον 1ο όσο και για τον 2ο νόμο του Horton. Και στις δύο περιπτώσεις οι αποκλίσεις αποτελούν

σαφή ένδειξη της ελεγχόμενης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου στην υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού.

- Οι υψηλές τιμές υδρογραφικής πυκνότητας που παρουσιάζουν ορισμένες υπολεκάνες με ασβεστολιθικά πετρώματα οφείλονται σε “κληρονομημένο” υδρογραφικό δίκτυο από υπερκείμενα πετρώματα που διαβρώθηκαν (οφειόλιθοι). Οι υψηλές τιμές της υδρογραφικής συχνότητας σε όλη γενικά την περιοχή αποτελούν δείγμα της πρόσφατης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου και των διεργασιών ανανέωσης του Πορταϊκού.
- Τα ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων των κλάδων έδειξαν ότι οι πιο πρόσφατοι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου (1ης και 2ης τάξης) εμφανίζουν σαφή προτίμηση στην ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση. Αντίθετα οι κλάδοι μεγαλύτερης τάξης εμφανίζουν σαφή ΝΔ-ΒΑ ανάπτυξη σχεδόν κάθετη με την προηγούμενη.
- Τέλος τα υψομετρικά ολοκληρώματα έδειξαν διαφοροποίηση των δύο κύριων υπολεκανών του υδρογραφικού δικτύου. Κάτι τέτοιο δικαιολογείται από την ανάπτυξη της πρώτης στο δυτικό τεκτονικό περιθώριο της λεκάνης της Θεσσαλίας, όπου η απότομη μορφολογία του ορεινού όγκου συναντά την επίπεδη πεδιάδα της Θεσσαλίας. Αντίθετα στη δεύτερη το υδρογραφικό δίκτυο που βρίσκεται σε φάση ταχείας διάβρωσης μέσα στον ορεινό όγκο, δημιουργεί απότομο ανάγλυφο και χρειάζεται περισσότερο χρόνο για την καταστροφή της χερσαίας μάζας και της μείωσης του επιφανειακού ανάγλυφου.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## Χρήση του Προγράμματος Prudence για την πρόβλεψη του Ύψους βροχόπτωσης στην Υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού

### 5.1 Ανάπτυξη Μεθοδολογίας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής :

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η αρχειοθέτηση και η επεξεργασία των βροχομετρικών δεδομένων, ακολούθησε η ομογενοποίηση αυτών καθώς και η συμπλήρωση των δειγμάτων της σημειακής βροχόπτωσης. Τέλος καταρτίστηκαν πλήρεις χρονοσειρές επιφανειακής βροχόπτωσης της περιοχής διερεύνησης.

#### 5.1.1 Αρχαιοθέτηση και Επεξεργασία Βροχομετρικών Δεδομένων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η ανάλυση που έγινε για τις μηνιαίες βροχοπτώσεις των λεκανών της Θεσσαλίας σε σημειακή και επιφανειακή βάση. Οι στόχοι της ανάλυσης είναι:

- Αξιολόγηση και έλεγχος της αξιοπιστίας των μετρήσεων σημειακής βροχόπτωσης.
- Διόρθωση συστηματικών σφαλμάτων στις μετρήσεις - Ομογενοποίηση των δειγμάτων.
- Συμπλήρωση και επέκταση (μεγιστοποίηση) των δειγμάτων σημειακής βροχόπτωσης.
- Υπολογισμός των επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων με βάση τα σημειακά δείγματα, για συγκεκριμένες λεκάνες απορροής.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει την επεξεργασία των βροχομετρικών δεδομένων σε μηνιαία και ετήσια βάση και αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

1. Υπολογισμός μηνιαίων και ετησίων βροχοπτώσεων με άθροιση των ημερήσιων τιμών.
2. Ομαδοποίηση των σταθμών κατά περιοχές και υπολογισμός των συντελεστών συσχέτισης των μηνιαίων και ετησίων τιμών για συγκεκριμένα ζεύγη σταθμών κάθε ομάδας.
3. Σχεδίαση των διπλών αθροιστικών καμπυλών των ετησίων βροχοπτώσεων για τα ζεύγη σταθμών στα οποία υπήρχε ικανοποιητικό μήκος κοινής περιόδου μετρήσεων, με στόχο τον τελικό έλεγχο ομοιογένειας των δεδομένων, και την ενδεχόμενη ομογενοποίηση τους.
4. Διόρθωση των μηνιαίων τιμών βάσει των δεδομένων των γειτονικών σταθμών, για τις περιόδους με συστηματικά σφάλματα, για όσους σταθμούς παρουσιάστηκαν τέτοιες περίοδοι.
5. Συμπλήρωση των ελλειπουσών μηνιαίων τιμών με απλή γραμμική παλινδρόμηση.

Συγκεκριμένα έγινε περιορισμός στα δεδομένα 2 βροχομετρικών σταθμών, Μουζακίου και Ελάτης, λόγω της εγγύτητάς τους στη λεκάνη απορροής του ποταμού.

### 5.1.2 Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση έγινε με τη μέθοδο της διπλής αθροιστικής καμπύλης. Με τη μέθοδο αυτή εξετάζεται η ομοιογένεια των δεδομένων ενός σταθμού σε σχέση με τα δεδομένα ενός γειτονικού τα οποία είναι ομογενή. Η σχετική μεθοδολογία περιλαμβάνει έξι βήματα:

1. Ελέγχεται η καταλληλότητα της κανονικής κατανομής για τα ετήσια δείγματα των δύο σταθμών.
2. Ελέγχεται η στατιστική εξάρτηση μεταξύ των δύο δειγμάτων. Η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι στατιστικά σημαντικός.
3. Υπολογίζονται τα αθροιστικά ετήσια ύψη βροχής των δύο σταθμών και σχεδιάζονται σε διάγραμμα τα σημεία που έχουν ως τετμημένη τα αθροιστικά ύψη του ενός σταθμού και ως τεταγμένη τα αθροιστικά ύψη του άλλου. Τα σημειοσύνολα που προκύπτουν διατάσσονται γύρω από ευθείες.
4. Εάν τα δείγματα είναι ομογενή η ευθεία του συνόλου είναι συνεχής. Η ύπαρξη συστηματικών σφαλμάτων για κάποιο χρονικό διάστημα παρουσιάζεται με θλάση της ευθείας για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
5. Η διαδικασία διευκολύνεται αν επιλεγούν σταθμοί βάσης οι οποίοι θα πρέπει να έχουν αξιόπιστα δεδομένα καθώς και μεγάλο αριθμό κοινών ετών με τους υπό έλεγχο σταθμούς.
6. Η διόρθωση των ανομοιογενών μετρήσεων γίνεται με διορθωτικό συντελεστή  $\lambda$  ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση  $\lambda = (\tan\omega) / (\tan\phi)$ , όπου:  $\tan\omega$  και  $\tan\phi$  οι κλίσεις των δύο τεμνόμενων ευθειών κατά τη σύγκριση ανομοιογενούς δείγματος με άλλο ομογενές. Ο ίδιος συντελεστής  $\lambda$  εφαρμόζεται, κατ' επέκταση, και για την αναγωγή των μηνιαίων υψών βροχής.

Σχεδιάστηκαν οι διπλές αθροιστικές καμπύλες ετήσιων βροχοπτώσεων για όλα τα ζεύγη σταθμών που είχαν ικανοποιητικό αριθμό κοινών ετών, μέσα στις ομάδες, και έγινε ο τελικός έλεγχος ομογένειας δεδομένων. Η ανάλυση έδειξε ότι τα δείγματα είναι σχετικά ομογενή.

### 5.1.3 Κατάρτιση Συμπληρωμένων Δειγμάτων Σημειακής Βροχόπτωσης

Η συμπλήρωση των σημειακών δειγμάτων ενός σταθμού γίνεται από δείγμα γειτονικού σταθμού με στατιστικά σημαντική συσχέτιση, και με τη μεθοδολογία της γραμμικής παλινδρόμησης. Έτσι, σε κάθε ομάδα σταθμών υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης των μηνιαίων και ετησίων τιμών για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς σταθμών ανά δύο. Στην συνέχεια με απλή γραμμική παλινδρόμηση έγινε η συμπλήρωση των ελλειπών μηνιαίων τιμών στους σταθμούς με ελλιπή δεδομένα. Επιλέχθηκε σαν κοινή περίοδος αναφοράς το διάστημα 1960-61 με 1989-1990. Οι περιπτώσεις συμπλήρωσης όπου δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ο συντελεστής συσχέτισης, ήταν ελάχιστες. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει η δυνατότητα να συμπληρωθούν οι ελλιπείς τιμές με την μέση τιμή του δείγματος, αλλά

στην παρούσα εργασία επιλέχτηκε να γίνει η συμπλήρωση με βάση την εξίσωση γραμμικής συσχέτισης, μεθοδολογία που καταλήγει στα ίδια περίπου αποτελέσματα εφόσον δεν έχουμε συντελεστές συσχέτισης που είναι αρνητικοί και στατιστικά διάφοροι του μηδενός.

#### 5.1.4 Κατάρτιση Τελικών Δειγμάτων Επιφανειακής Βροχόπτωσης

Υπολογίστηκαν τα επιφανειακά ύψη βροχής στην λεκάνη απορροής ανάντη 2 υδρομετρικών σταθμών και της θέσεως του φράγματος με τη μέθοδο Thiessen. Οι συντελεστές Thiessen υπολογίστηκαν με χρήση Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας.

Στην συνέχεια, έγινε υψομετρική αναγωγή των αρχικών επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται παρακάτω. Καταρτίστηκε διάγραμμα με τετημημένη το μέσο ετήσιο ύψος και τεταγμένη το υψόμετρο των σταθμών. Στο διάγραμμα αυτό προσαρμόστηκε η ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων και βρέθηκε η κλίση της ευθείας  $\alpha$  (βροχοβαθμίδα). Ο συντελεστής υψομετρικής αναγωγής  $\mu$ , δίνεται από τη σχέση

$$\mu = \frac{H_r + \alpha * (Z_\lambda - Z_r)}{H_r}$$

όπου:

- $H_r$  το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στη λεκάνη (m),
- $Z_\lambda$  το μέσο υψόμετρο της λεκάνης (υπολογίζεται από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, σε m),
- $Z_r$  το μέσο υψόμετρο των σταθμών (υπολογισμένο από τα επιμέρους υψόμετρα με εφαρμογή των συντελεστών Thiessen, σε m) και
- $\alpha$  η βροχοβαθμίδα (μεταβολή του ύψους βροχής ανά μονάδα μεταβολή υψόμετρου) σε mm/m.

Οι υψομετρικά ανηγμένες επιφανειακές βροχοπτώσεις υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τα αρχικά επιφανειακά δείγματα με το συντελεστή  $\mu$ .

Κατόπιν της εφαρμογής των παραπάνω βημάτων της ενότητας 5.1.4 προέκυψε ο παρακάτω Πίνακας δεδομένων 5.1, ο οποίος θα χρησιμεύσει ως βάση για την ανάπτυξη του μοντέλου προσομοίωσης με σκοπό τον υπολογισμό των βροχοπτώσεων σε μια μελλοντική περίοδο ίσης διάρκειας:

**Πίνακας 5.1:** Μηνιαία Ύψη Βροχής (mm/day) των ετών 1960 – 1992 για την λεκάνη απορροής του Πορταϊκού

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
1960-61	102,30	51,6	146,00	80,40	39,40	22,20	49,40	14,60	5,70	54,70	142,70	304,30	1013,30
1961-62	107,70	196,20	380,50	89,40	34,50	35,40	4,60	4,80	186,90	195,00	169,90	176,40	1581,20
1962-63	327,90	499,50	154,10	109,80	125,90	31,80	12,30	60,30	16,90	250,30	351,20	349,80	2289,80
1963-64	102,80	92,00	155,90	77,90	129,80	49,50	26,70	34,20	105,00	301,80	90,40	257,80	1423,70
1964-65	218,00	196,60	156,30	294,10	172,10	104,80	29,70	13,50	2,50	111,20	183,20	277,80	1759,80
1965-66	321,30	124,30	193,60	162,30	149,90	120,40	14,00	28,10	65,20	86,30	396,20	232,50	1894,20
1966-67	101,80	124,30	95,00	215,40	99,20	27,90	113,90	16,20	89,00	187,00	472,30	256,00	1798,00
1967-68	181,10	97,10	92,10	61,30	105,90	61,00	0,80	35,90	65,90	73,60	84,30	183,70	1042,80
1968-69	159,90	242,90	194,90	42,90	39,40	31,80	14,60	21,80	92,80	182,00	163,70	320,10	1506,70
1969-70	139,00	166,50	114,10	50,40	82,90	48,70	52,80	10,10	19,00	18,70	146,20	323,00	1171,30
1970-71	179,90	259,10	313,40	44,10	43,00	24,90	13,00	39,10	67,10	94,40	85,50	202,00	1365,50
1971-72	221,40	163,00	146,60	275,40	63,90	17,20	81,40	48,40	51,40	93,30	245,90	129,30	1537,30
1972-73	201,70	195,20	225,20	55,60	52,60	21,20	24,70	83,70	65,10	312,70	99,50	51,80	1389,10
1973-74	97,20	320,50	143,80	281,30	83,70	32,90	2,10	9,10	123,30	269,80	154,90	208,70	1727,20
1974-75	40,40	244,40	96,60	86,10	83,40	74,70	17,10	61,80	26,50	284,70	218,60	62,20	1296,80
1975-76	117,10	236,70	122,60	163,10	50,50	37,70	42,90	49,00	26,70	125,90	203,90	195,40	1371,70
1976-77	86,50	60,90	38,20	101,60	33,30	25,90	3,50	22,10	105,50	171,40	165,60	361,80	1176,10
1977-78	227,80	140,60	119,50	159,60	53,10	18,60	6,70	4,90	187,60	37,60	169,90	251,00	1376,90
1978-79	214,50	263,00	58,50	198,00	184,60	25,60	49,70	21,30	26,80	97,60	114,50	222,00	1476,00
1979-80	215,30	155,50	297,20	114,70	127,10	31,90	0,30	14,90	25,90	315,40	213,20	261,30	1772,70
1980-81	352,10	203,70	56,30	92,30	91,60	38,00	12,80	28,10	64,70	364,20	150,90	282,10	1736,80
1981-82	61,00	214,10	257,00	157,20	150,00	45,50	8,40	26,60	64,00	151,00	133,20	367,60	1635,60
1982-83	51,70	127,20	69,90	28,60	41,20	79,10	49,50	26,00	27,10	154,60	211,50	212,10	1078,60
1983-84	155,50	309,60	166,70	217,60	65,00	22,40	16,00	58,80	48,00	101,70	202,00	290,50	1653,70
1984-85	243,80	75,80	154,20	177,30	83,40	12,40	17,70	5,40	5,70	8,30	167,10	140,40	1091,50
1985-86	214,10	317,00	126,80	72,70	94,40	117,00	15,60	34,60	49,50	160,70	326,50	145,40	1674,30
1986-87	331,20	160,90	233,60	106,90	82,00	32,10	7,80	25,60	2,30	194,60	64,10	139,10	1380,10
1987-88	109,30	134,80	120,50	75,90	25,50	19,40	3,50	0,50	27,30	189,10	212,90	129,60	1048,30
1988-89	28,50	129,80	120,20	100,20	91,60	39,90	93,20	3,60	18,80	119,80	233,40	209,60	1188,60
1989-90	8,10	58,90	19,70	94,70	134,50	4,90	6,10	66,20	39,30	146,00	131,10	142,60	852,10
1990-91	109,30	155,10	131,60	230,20	129,80	12,50	26,70	43,20	7,40	73,60	177,40	362,50	1459,30
1991-92	35,30	47,90	88,80	236,30	115,60	42,60	16,60	1,00	23,80	137,80	192,50	73,20	1011,30
1992-93	139,00	208,80	89,20	67,90	96,40	23,40	8,40	7,50	15,80	165,70	137,20	160,80	1120,10
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	157,60	181,00	147,80	130,90	89,60	40,40	25,50	27,90	53,00	158,50	188,20	220,70	1421,20
ΥΠΗ. ΑΡΘ.Κ.	92,20	95,30	80,10	75,80	42,50	28,80	27,50	21,40	47,50	90,30	89,30	88,00	317,50

## 5.2 Ανάπτυξη Μοντέλου Προσομοίωσης με το Πρόγραμμα Prudence

Όπως προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2 το πρόγραμμα Prudence δίνει την δυνατότητα εκτιμήσεων μελλοντικών μεγεθών όσον αφορά διάφορα φαινόμενα κλιματικών αλλαγών, βασιζόμενο σε ακραία σενάρια. Η παρούσα διατριβή αφορά τον προσδιορισμό του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης για την τριακονταετία 2070 – 2100. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Από τα κλιματικά μοντέλα του προγράμματος Prudence επιλέχθηκαν τα μοντέλα HIRHAM και RCAO, διότι και τα δύο αυτά μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν για όλα τα σενάρια κλιματικών αλλαγών. Στην παρούσα διατριβή όμως χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα για το σενάριο A2. Για το συγκεκριμένο σενάριο A2 από την ιστοσελίδα του προγράμματος (<http://prudence.dmi.dk/>) λαμβάνονται τα δεδομένα της προσομοίωσης των μοντέλων HIRHAM και RCAO για τις παρελθοντικές συνθήκες και συγκεκριμένα για την περίοδο 1960 -1990, οι οποίες αναφέρονται ως τιμές control, καθώς επίσης και οι προβλέψεις της μελλοντικής βροχόπτωσης για την τριαντακονταετία 2070 – 2100. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από το υπολογιστικό κελί των μοντέλων το οποίο βρίσκεται όσο το δυνατόν εγγύτερα στην Υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού. ακολουθώντας τα εξής βήματα :

1. Βασική προϋπόθεση είναι να γνωρίζουμε την γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης, της οποίας ένα κεντρικό σημείο αποτελεί ο μετεωρολογικός σταθμός της Ελάτης με τις ακόλουθες συντεταγμένες :
  - $lat = 392735$
  - $lon = 213704$
2. Στην συνέχεια μετατράπηκαν οι γραμμικές συντεταγμένες της λεκάνης σε κυλινδρικές, διότι τα μοντέλα προσομοίωσης χρησιμοποιούν κυλινδρικές συντεταγμένες. Από τη διερεύνηση των πλησιέστερων υπολογιστικών κελιών των μοντέλων HIRHAM και RCAO, με τις συντεταγμένες της υδρολογικής λεκάνης του Πορταϊκού προέκυψαν οι εξής τιμές :
  - **HIRHAM** :  $rlat = 11, rlon = 54$
  - **RCAO** :  $rlat = 11, rlon = 58$

Η συγκεκριμένη επιλογή συντεταγμένων έγινε διότι βρίσκονται μέσα στην υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού και συγκεκριμένα στον ορεινό όγκο άνωθεν της Πύλης και κοντά στον μετεωρολογικό σταθμό που λάβαμε ως βάση, δηλαδή της Ελάτης.

3. Με την χρήση των ανωτέρω συντεταγμένων των μοντέλων HIRHAM και RCAO λαμβάνονται από τη βάση δεδομένων του Prudence οι παρελθοντικές τιμές προσομοίωσης (control, 1960 – 1990) για το μηνιαίο ύψος βροχής. Επίσης λαμβάνονται και οι μελλοντικές εκτιμήσεις μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης (scenario, 2070 – 2100) αντίστοιχα και για τα δύο μοντέλα HIRHAM και RCAO.

Απώτερος σκοπός των control δεδομένων αποτελεί η εκτίμηση της ορθότητας των προβλέψεων του μοντέλου σε σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Ελάτης. Από αυτήν τη σύγκριση παράγονται εξισώσεις συσχέτισης των control τιμών με τις πραγματικές. Αυτές οι εξισώσεις συσχέτισης χρησιμοποιούνται για την τροποποίηση των τιμών των μοντέλων HIRHAM και RCAO σύμφωνα με τα τοπικά χαρακτηριστικά του ύψους βροχόπτωσης που εμφανίζει ο μετεωρολογικός σταθμός της Ελάτης. Συνεπώς εφαρμόζοντας αυτές τις τροποποιητικές εξισώσεις στα μελλοντικά δεδομένα των μοντέλων HIRHAM και RCAO (δεδομένα scenario) μπορούμε να λάβουμε μελλοντικές χρονοσειρές δεδομένων βροχόπτωσης που αντιστοιχούν στο μετεωρολογικό σταθμό Ελάτης.

### 5.3 Επεξεργασία Πρωτογενών Δεδομένων

Τα πρωτογενή δεδομένα που προκύπτουν από την εφαρμογή των μοντέλων HIRHAM και RCAO, είναι ακολουθίες αριθμών μη ομαδοποιημένες. Ενδεικτικά ένα δείγμα των δεδομένων στην πρωτογενή τους μορφή απεικονίζεται στον πίνακα 5.2.

**Πίνακας 5.2 :** Ενδεικτικές τιμές ως πρωτογενή δεδομένα, όπως λαμβάνονται από το πρόγραμμα Prudence.

μήνες	ύψος βροχής (mm/day)
1	3,35331
2	1,07074
3	6,52468
4	3,65478
5	1,56377
6	4,4525
7	1,68225
8	0,780551
9	0,380627
10	4,00144
11	3,42061
12	3,07364
13	1,0749
14	2,49699

Η ακολουθία των μηνών όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2 είναι σε ετήσια βάση και αναφέρεται στην χρονική συνέχεια των μηνών κατά τα έτη έρευνας. Ο μήνας 1 δηλαδή είναι ο Ιανουάριος του 1960, ο μήνας 14 ο Φεβρουάριος του 1961 κ.ο.κ. Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε η ομαδοποίηση αυτών τόσο σε ετήσια βάση όσο και σε μηνιαία για τις control όσο και για τις scenario τιμές των δύο μοντέλων. Οι πίνακες που προκύπτουν από την ανωτέρω επεξεργασία παραθέτονται στο παράρτημα. Ενδεικτικά, για τον μήνα Μάρτιο δίνεται ο ακόλουθος Πίνακας 5.3.

**Πίνακας 5.3 :** Τιμές μηνιαίου ύψους βροχής (mm/day) για τον μήνα Μάρτιο περιόδου 1960 – 1990 του Μετεωρολογικού σταθμού Ελάτης και του μοντέλου HIRHAM.

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL
146,00	20,86
380,50	39,25
154,10	34,19
155,90	66,89
156,30	111,08
193,60	200,33
95,00	109,68
92,10	135,67
194,90	56,41
114,10	110,93
313,40	182,36
146,60	17,80
225,20	178,63
143,80	151,34
96,60	82,68
122,60	168,07
38,20	133,08
119,50	53,39
58,50	112,22
297,20	56,36
56,30	126,87
257,00	167,74
69,90	148,87
166,70	109,43
154,20	114,12
126,80	92,46
233,60	81,64
120,50	120,19
120,20	50,66
19,70	211,63



Κατόπιν εφαρμογής της ανωτέρω μεθοδολογίας έγινε ομαδοποίηση των δεδομένων και των δύο μοντέλων HIRHAM και RAO σε ετήσια βάση. Υπολογίστηκαν δηλαδή οι τιμές του ετήσιου ύψους βροχής με βάση τα μηνιαία ύψη (τιμές control) που εμφάνισαν τα δύο μοντέλα για τα παρελθόντα έτη 1960 – 1989. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παραθέτονται στον Πίνακα 5.4.

**Πίνακας 5.4 :** Συγκεντρωτικός πίνακας τιμών ετήσιου ύψους βροχόπτωσης για τα έτη 1960 – 1989, σύμφωνα με τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Ελάτης και των μοντέλων HIRHAM και RAO (τιμές control).

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΤΙΜΕΣ HIRHAM control	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ HIRHAM - ΣΤΑΘΜΟΥ	ΤΙΜΕΣ RAO control	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ RAO - ΣΤΑΘΜΟΥ
1960-61	1013,30	957,32	-5,5%	661,16	-34,8%
1961-62	1581,20	827,83	-47,6%	599,47	-62,1%
1962-63	2289,80	1126,18	-50,8%	1070,23	-53,3%
1963-64	1423,70	1009,75	-29,1%	898,82	-36,9%
1964-65	1759,80	1188,08	-32,5%	1009,21	-42,7%
1965-66	1894,20	1481,90	-21,8%	1503,03	-20,7%
1966-67	1798,00	1142,95	-36,4%	786,02	-56,3%
1967-68	1042,80	1338,09	28,3%	863,45	-17,2%
1968-69	1506,70	1195,30	-20,7%	1027,69	-31,8%
1969-70	1171,30	990,42	-15,4%	655,88	-44,0%
1970-71	1365,50	1400,79	2,6%	958,13	-29,8%
1971-72	1537,30	1278,47	-16,8%	651,59	-57,6%
1972-73	1389,10	1537,77	10,7%	916,59	-34,0%
1973-74	1727,20	980,64	-43,2%	776,17	-55,1%
1974-75	1296,80	1282,70	-1,1%	954,19	-26,4%
1975-76	1371,70	1105,90	-19,4%	1178,88	-14,1%
1976-77	1176,10	1457,03	23,9%	1044,94	-11,2%
1977-78	1376,90	870,59	-36,8%	651,69	-52,7%
1978-79	1476,00	1345,37	-8,9%	719,38	-51,3%
1979-80	1772,70	741,31	-58,2%	619,58	-65,0%
1980-81	1736,80	1361,39	-21,6%	1043,48	-39,9%
1981-82	1635,60	1488,85	-9,0%	1078,74	-34,0%
1982-83	1078,60	1370,19	27,0%	1195,62	10,8%
1983-84	1653,70	1153,74	-30,2%	1036,99	-37,3%
1984-85	1091,50	1175,19	7,7%	512,56	-53,0%
1985-86	1674,30	1045,47	-37,6%	845,20	-49,5%
1986-87	1380,10	1047,35	-24,1%	916,79	-33,6%
1987-88	1048,30	1356,46	29,4%	949,84	-9,4%
1988-89	1188,60	852,51	-28,3%	618,62	-48,0%
1989-90	852,10	1206,50	41,6%	1222,31	43,4%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	43309,70	35316,05		26966,22	
<b>M.O.</b>			-14,1%		-34,9%

Τα δεδομένα του πίνακα 5.4 μας δίνουν μια αρχική εικόνα της προσέγγισης του κάθε μοντέλου με τις πραγματικές τιμές ύψους βροχόπτωσης που κατέγραψε ο

βροχομετρικός σταθμός Ελάτης. Αυτό βοηθά στην αξιολόγηση της αξιοπιστίας του κάθε μοντέλου με βάση την απόκλιση των τιμών τους από τις αντίστοιχες πραγματικές τόσο ετησίως όσο και συνολικά. Το μοντέλο HIRHAM κατά τα έτη 1961 – 62, 1962 – 63, 1973 – 74 και 1989 – 90 παρουσιάζει αποκλίσεις κατά περίπου 40 - 50% εκ των πραγματικών (47,6%, 50,8%, 43,2% και 41,6% αντίστοιχα), με μέγιστη απόκλιση το έτος 1979 – 80 όπου η απόκλιση φτάνει το 60% περίπου (ποσοστιαία διαφορά 58,2%). Παρόμοιες αποκλίσεις παρατηρούνται και στο μοντέλο RCAO στο οποίο σε μερικά έτη είναι ακόμη μεγαλύτερη και αγγίζουν το 60%, όπως τα έτη 1961 – 62, 1966 – 67 και 1979 – 80 (62,1%, 56,3% και 65% αντίστοιχα). Οι παραπάνω παρατηρήσεις σε συνδυασμό με την ποσοστιαία διαφορά για όλο το χρονικό εύρος των ετών 1960 – 1989, όπου το μοντέλο HIRHAM παρουσιάζει μια μέση απόκλιση της τάξεως του -14,1% ενώ το μοντέλο RCAO -34,9% αντίστοιχα, οδηγούν στο συμπέρασμα πως το μοντέλο HIRHAM προσεγγίζει με αρτιότερο τρόπο τις πραγματικές τιμές ύψους βροχής που έλαβαν χώρα κατά τα έτη 1960 – 1989 σύμφωνα με τις μετρήσεις του βροχομετρικού σταθμού Ελάτης.

## **5.4 Επεξεργασία Ομαδοποιημένων Δεδομένων - Η Μέθοδος της Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης**

### **5.4.1 Η έννοια της Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης**

Οι σειρές υδρολογικών δεδομένων, συνήθως οι χρονοσειρές, μπορεί να παρουσιάζουν σφάλματα που δεν εντοπίζονται με το μάτι και οφείλονται σε συστηματικά σφάλματα μετρήσεων ή μόνιμες αλλαγές στις συνθήκες των μετρήσεων. Τα σφάλματα αυτά συνήθως παρουσιάζονται στη διάρκεια του χρόνου και για περιόδους που είναι δυνατόν να οριοθετηθούν. Συνηθισμένες αιτίες που προκαλούν τέτοια σφάλματα είναι:

#### **A. Συστηματικά σφάλματα μετρήσεων :**

1. Αλλαγή οργάνου μετρήσεως
2. Αλλαγή παρατηρητού
3. Αλλαγή βοηθητικού οργάνου αναγωγής των μετρήσεων (Π.χ. ογκομετρικός σωλήνας βροχομέτρου)
4. Κακή θέση των οργάνων με αποτέλεσμα την συστηματική υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση του μετρούμενου μεγέθους (Π.χ. βροχόμετρο σε ομβροσκιά, θερμόμετρο μη προστατευμένο κοντά σε κτίριο).
5. Ακατάλληλα όργανα μετρήσεως (Πχ. Μη θερμαινόμενο βροχόμετρο σε περιοχή με συχνές χιονοπτώσεις και παγετούς)

#### **B. Αλλαγές στις συνθήκες των μετρήσεων**

1. Αλλαγή θέσεως οργάνου μετρήσεων
2. Αλλαγές στο περιβάλλον του σταθμού (Πχ. Αλλαγές στη βλάστηση, ανοικοδόμηση)
3. Αλλαγή στις ώρες μετρήσεων (Προκειμένου για μη καταγραφικά όργανα)

Εκτός από τα παραπάνω είναι δυνατόν να παρατηρηθούν και τυχαία σφάλματα. Όταν τα σφάλματα αυτά είναι οφθαλμοφανή εντοπίζονται εύκολα, όταν όμως είναι σχετικά μικρά, είτε περνούν απαρατήρητα είτε δημιουργούν αμφιβολίες σχετικά με το αν πρόκειται για σφάλματα ή κάποιο εξαιρετικό γεγονός του παρατηρούμενου φυσικού φαινομένου.

Η μέθοδος της διπλής αθροιστικής καμπύλης βασίζεται στη συσχέτιση των μετρήσεων δύο «κοντινών» σταθμών, που εμφανίζεται σαν «ομοιότητα» στις διακυμάνσεις των αντίστοιχων χρονοσειρών (ή σειρών μετρήσεων γενικότερα). Περιγραφές του τρόπου εφαρμογής της μεθόδου αυτής μπορεί κανείς να βρει και στα πλέον στοιχειώδη βιβλία υδρολογίας.

Ο ένας από τους δύο σταθμούς που χρησιμοποιούνται σε μία συγκεκριμένη εφαρμογή της μεθόδου, θεωρείται ομογενής και ακριβής. Οι αλλοιώσεις στις κλίσεις των ευθειών που προκύπτουν στο διάγραμμα της διπλής αθροιστικής καμπύλης ερμηνεύονται ως προβλήματα του δεύτερου σταθμού.

Η μέθοδος της διπλής αθροιστικής καμπύλης μας βοηθά να εντοπίσουμε πιθανά σφάλματα και την χρονική περίοδο που αυτά συνέβησαν. Δεν επιτρέπει γενικά να βρούμε την πηγή του σφάλματος. Για τον σκοπό αυτό, προκειμένου να επιχειρήσουμε να διορθώσουμε τα σφάλματα, πρέπει πρώτα-πρώτα να ανατρέξουμε στο αρχείο του σταθμού προκειμένου να ανακαλύψουμε αιτίες σφαλμάτων όπως οι παραπάνω αναφερόμενες A1, A2, A3, B1, B3. Με μελέτη του χώρου του σταθμού και των οργάνων του μπορούν να εντοπισθούν αιτίες σφαλμάτων του τύπου A4, A5 και B2. Πολύτιμες πληροφορίες μπορούμε να αποκομίσουμε και από συζήτηση με τους παλαιότερους υπαλλήλους των υπηρεσιών που είναι επιφορτισμένες με μετρήσεις στην συγκεκριμένη περιοχή.

Οι διορθώσεις, με βάση διορθωτικό συντελεστή ώστε να αποκατασταθεί η κλίση της ευθείας στο διάγραμμα της διπλής αθροιστικής καμπύλης μπορούν να γίνουν στις ετήσιες τιμές, που χρησιμοποιούνται και για την εφαρμογή της μεθόδου της διπλής αθροιστικής καμπύλης. Σε αρκετές περιπτώσεις για την εφαρμογή της μεθόδου της διπλής αθροιστικής καμπύλης ή για διορθώσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μηνιαία δεδομένα. Ακόμη σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να γίνουν διορθώσεις σε μηνιαίες τιμές με βάση διορθωτικό συντελεστή από ετήσια δεδομένα. Οι τελευταίες αυτές περιπτώσεις όμως, απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και έλεγχο κατά πόσον η ετήσια δαίτα των δύο σταθμών είναι όμοια.

Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να γίνουν διορθώσεις σε ημερήσιες τιμές με βάση συντελεστές που προέκυψαν από ετήσιες τιμές ή μηνιαίες τιμές, εκτός μόνον αν έχει πλήρως εντοπισθεί η αιτία του σφάλματος και ο αντίστοιχος διορθωτικός συντελεστής έχει υπολογιστεί με ακρίβεια και υπάρχει και η ανάλογη τεκμηρίωση. Η μοναδική περίπτωση που τέτοια διόρθωση είναι εύκολο να υπολογιστεί και να τεκμηριωθεί είναι η περίπτωση αντικατάστασης του ογκομετρικού σωλήνα βροχόμετρου με άλλον από βροχόμετρο με διαφορετική επιφάνεια συλλογής. Δηλαδή αν χρησιμοποιείται στον σταθμό βροχόμετρο με επιφάνεια συλλογής  $A=300\text{cm}^2$ , και κάποια στιγμή καταστραφεί ο ογκομετρικός σωλήνας του βροχόμετρου και αντικατασταθεί με άλλον από βροχόμετρο με διαφορετική επιφάνεια συλλογής οχ  $A=400\text{cm}^2$ , είναι φανερό ότι όλες οι μετρήσεις από την αντικατάσταση και μετά θα είναι υποεκτιμημένες κατά  $(1-300/400)/100=25\%$ . Σε αυτήν την περίπτωση ο διορθωτικός συντελεστής που θα προκύψει από την διπλή αθροιστική καμπύλη θα πρέπει να είναι  $400/300=1.3333$ .

Δεν προκύπτει από πουθενά, ούτε από κανονισμούς, ούτε διδακτικά βιβλία, ούτε εγχειρίδια εφαρμογής υδρολογικών μεθόδων, ούτε και άλλες επιστημονικές δημοσιεύσεις, ότι μπορεί κανείς να διορθώνει ημερήσιες τιμές με βάση διορθώσεις που προκύπτουν από ετήσιες τιμές, με αβασάνιστη εφαρμογή της μεθόδου της διπλής αθροιστικής καμπύλης. (Βαφειάδης Μαργαρίτης. Σημειώσεις Υπολογιστικής Υδρολογίας "Μέθοδος της διπλής αθροιστικής καμπύλης", Εργαστήριο Υδραυλικής ΑΠΘ)

## 5.5.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης στα Δεδομένα του Prudence

Με την εφαρμογή της προαναφερθείσας μεθόδου αποσκοπούμε στην λήψη μιας πιθανής συσχέτισης μεταξύ παρελθοντικών και μελλοντικών μεγεθών ύψους βροχής όσον αφορά τα δύο σενάρια των κλιματικών αλλαγών που ερευνούνται. Κατόπιν επεξεργασίας των πραγματικών τιμών της περιόδου 1960 – 1989 καθώς και των εκτιμημένων τιμών από τα μοντέλα HIRHAM και RCAO για την ίδια περίοδο, εφαρμόζοντας την μέθοδο της διπλής αθροιστικής καμπύλης παρατηρήθηκε μια γραμμική συσχέτιση μεταξύ τους. Ενδεικτικά, στον πίνακα 5.5 και από τον μετεωρολογικό σταθμό της Ελάτης για τα έτη 1960 έως και 1989 και τον μήνα Φεβρουάριο, παραθέτονται τα μηνιαία ύψη βροχής (σε mm/day), οι εκτιμήσεις του ύψους βροχόπτωσης (σε mm/day) από τη μεθοδολογία RCAO καθώς επίσης και οι αντίστοιχες αθροιστικές τιμές τους. Αναζητώντας την συσχέτιση μεταξύ των δεδομένων αυτών που προέκυψαν δημιουργήσαμε την διπλή αθροιστική καμπύλη, η οποία αποδεικνύεται πως είναι γραμμική, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 5.5. Πιο συγκεκριμένα, αυτή η συσχέτιση εκφράζεται με την εξίσωση

$$y = 0,4712x - 119,86 ,$$

Όπου :

- $y$  = Αθροιστικές τιμές σεναρίου (control)
- $x$  = Αθροιστική πραγματικών τιμών μετεωρολογικού σταθμού Ελάτης.

Η γραμμική συσχέτιση που επετεύχθη είναι πολύ ισχυρή, καθώς ο δείκτης συσχέτισης  $R^2$  τείνει στην μονάδα ( $R^2 = 0,9859$ ).

**Πίνακας 5.5 :** Ενδεικτική μορφή δεδομένων Μηνιαίου Ύψους Βροχής για το μήνα Φεβρουάριο (έτη 1960 – 1989). Αναγράφονται οι τιμές του Μετεωρολογικού Σταθμού (Πραγματικές), οι εκτιμήσεις του σεναρίου RCAO (RCAO control) καθώς και οι αντίστοιχες αθροιστικές τιμές τους.

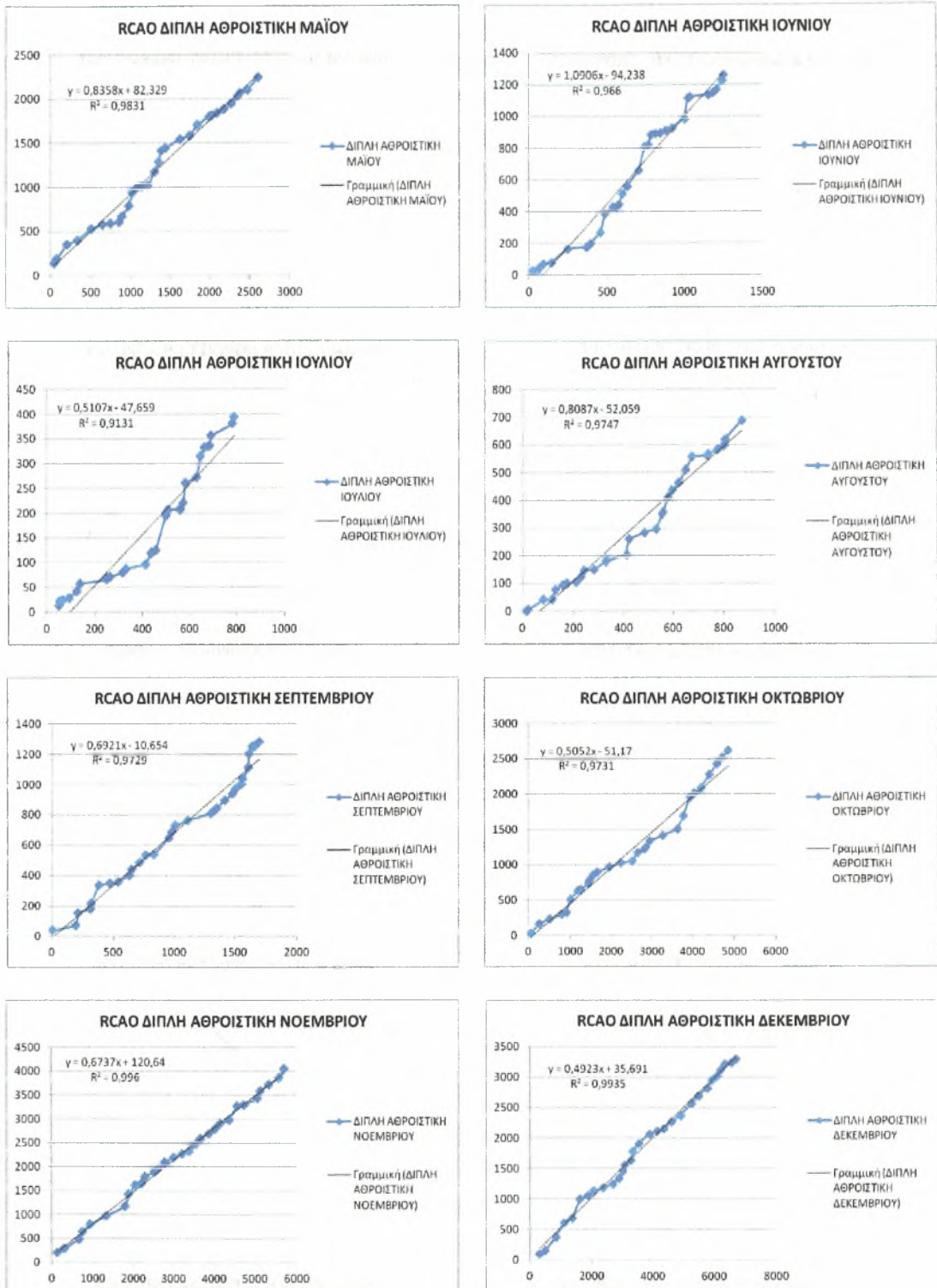
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	Δ. Α. ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	Δ. Α. RCAO
51,6	11,63	51,6	11,63
196,20	9,95	247,8	21,58
499,50	80,12	747,3	101,70
92,00	23,30	839,3	125,00
196,60	89,48	1035,9	214,48
124,30	116,20	1160,2	330,68
124,30	123,96	1284,5	454,64
97,10	135,51	1381,6	590,15
242,90	190,91	1624,5	781,06
166,50	59,93	1791	840,99
259,10	114,86	2050,1	955,85
163,00	55,45	2213,1	1011,30
195,20	170,29	2408,3	1181,59
320,50	35,91	2728,8	1217,49
244,40	77,59	2973,2	1295,08
236,70	22,89	3209,9	1317,97
60,90	76,02	3270,8	1393,98
140,60	33,40	3411,4	1427,38
263,00	89,08	3674,4	1516,46
155,50	16,92	3829,9	1533,38
203,70	146,46	4033,6	1679,84
214,10	144,07	4247,7	1823,91
127,20	253,70	4374,9	2077,61
309,60	108,29	4684,5	2185,90
75,80	30,19	4760,3	2216,09
317,00	34,46	5077,3	2250,55
160,90	63,59	5238,2	2314,14
134,80	101,83	5373	2415,97
129,80	25,75	5502,8	2441,72
58,90	71,54	5561,7	2513,26



**Διάγραμμα 5.5 :** Διπλή Αθροιστική Καμπύλη μηνιαίου ύψους βροχής (mm) Φεβρουαρίου (1960 – 1989), όπως προκύπτει από τα δεδομένα του Πίνακα 5.6.

Εφαρμόζοντας την παραπάνω μεθοδολογία και για τους υπόλοιπους μήνες παράγονται οι αθροιστικές καμπύλες για κάθε μήνα ξεχωριστά όπως φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα 5.6. Οι αντίστοιχοι πίνακες δεδομένων μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης για κάθε μήνα (Πίνακες Π14 έως Π25) παραθέτονται στο παράρτημα.

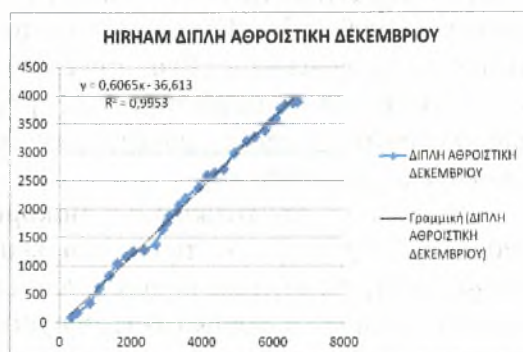




**Διάγραμμα 5.6 :** Γραφικές παραστάσεις των αθροιστικών καμπυλών μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης (mm) για το εύρος ετών 1960 – 1989 σύμφωνα με το μοντέλο RCAO. Αναφέρονται οι εξισώσεις των καμπυλών καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$ .

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία και για το μοντέλο HIRHAM διαμορφώνονται και οι αντίστοιχες αθροιστικές καμπύλες του διαγράμματος 5.7, ενώ οι πίνακες των δεδομένων (Πίνακες Π2 έως Π13) δίνονται στο παράρτημα.





**Διάγραμμα 5.7 :** Γραφικές παραστάσεις των αθροιστικών καμπυλών μηνιαίου ύψους βροχοπτώσης (mm) για το εύρος ετών 1960 – 1989 σύμφωνα με το μοντέλο HIRHAM. Αναφέρονται οι εξισώσεις των καμπυλών καθώς και ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$ .

Με την εφαρμογή γραμμής τάσης στις διπλές αθροιστικές καμπύλες των Διαγραμμάτων 5.6 και 5.7 λαμβάνονται γραμμικές εξισώσεις με αντίστοιχους συντελεστές συσχέτισης  $R^2$  οι όποιοι παραθέτονται στον ακόλουθο Πίνακα 5.6.

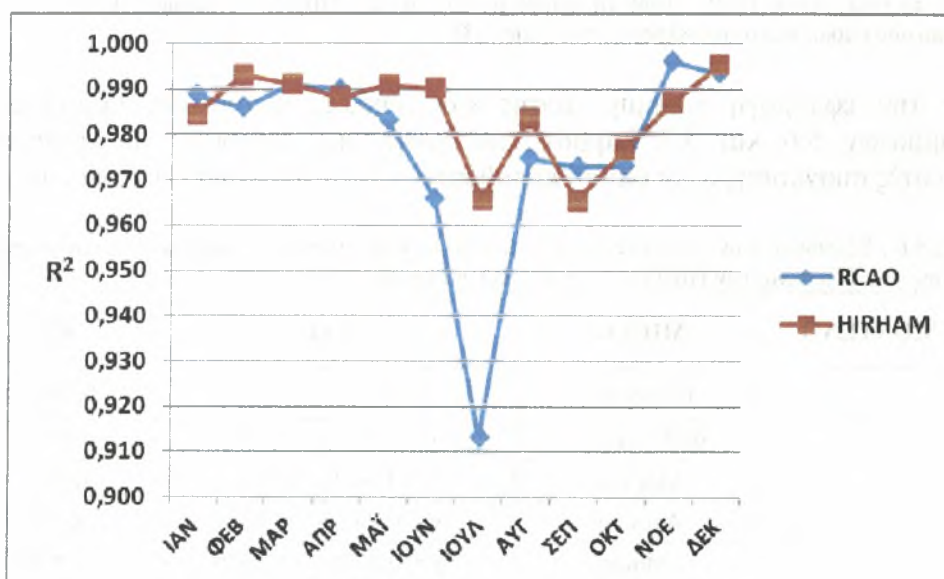
**Πίνακας 5.6 :** Εξισώσεις των γραμμών τάσεων των διπλών αθροιστικών καμπυλών και οι συντελεστές συσχέτισης των δύο σεναρίων HIRHAM και RCAO για τα έτη 1960 – 1989.

ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΗΝΑΣ	f(x)	$R^2$
RCAO	Ιανουάριος	$y = 0,54x - 23,282$	0,9887
	Φεβρουάριος	$y = 0,4712x - 119,86$	0,9859
	Μάρτιος	$y = 0,662x - 268,61$	0,991
	Απρίλιος	$y = 0,7696x - 42,544$	0,99
	Μάιος	$y = 0,8358x + 82,329$	0,9831
	Ιούνιος	$y = 1,0906x - 94,238$	0,966
	Ιούλιος	$y = 0,5107x - 47,659$	<b>0,9131</b>
	Αύγουστος	$y = 0,8087x - 52,059$	0,9747
	Σεπτέμβριος	$y = 0,6921x - 10,654$	0,9729
	Οκτώβριος	$y = 0,5052x - 51,17$	0,9731
	Νοέμβριος	$y = 0,6737x + 120,64$	0,996
	Δεκέμβριος	$y = 0,4923x + 35,691$	0,9935
HIRHAM	Ιανουάριος	$y = 0,6261x - 3,6236$	0,9844
	Φεβρουάριος	$y = 0,5515x - 153,55$	0,9931
	Μάρτιος	$y = 0,7676x - 401,93$	0,9912
	Απρίλιος	$y = 0,899x - 3,6647$	0,9882
	Μάιος	$y = 1,1074x + 125,4$	0,9908
	Ιούνιος	$y = 2,3045x - 98,801$	0,9901
	Ιούλιος	$y = 3,1405x - 153,46$	0,9656
	Αύγουστος	$y = 2,5811x - 70,161$	0,9835
	Σεπτέμβριος	$y = 0,9279x - 147,49$	0,9653
	Οκτώβριος	$y = 0,4494x + 17,249$	0,9765
	Νοέμβριος	$y = 0,7543x - 202,7$	0,9869
	Δεκέμβριος	$y = 0,6065x - 36,613$	0,9953



Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ο εκάστοτε συντελεστής συσχέτισης ( $R^2$ ) που προκύπτει, καθώς λαμβάνει τον ρόλο του κριτηρίου προσέγγισης των πραγματικών συνθηκών βροχόπτωσης. Ένας συντελεστής που τείνει σημαντικά προς την μονάδα μας επιτρέπει να συμπεράνουμε πως η εξίσωση συσχέτισης των δεδομένων παρέχει αποτελέσματα τα οποία προσεγγίζουν τις πραγματικές τιμές σε μεγαλύτερο βαθμό από κάθε άλλη περίπτωση.

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.6 η διακύμανση των συντελεστών συσχέτισης δίνει τον βαθμό προσέγγισης των τιμών του εκάστοτε μοντέλου με τις πραγματικές τιμές βροχόπτωσης σε μηνιαία κλίμακα των ετών 1960 – 1989. Συγκρίνοντας λοιπόν τις τιμές που παίρνει ο συντελεστής συσχέτισης για κάθε μήνα ως προς τα σενάρια της παρούσας διερεύνησης, προκύπτει και ένας βαθμός αξιοπιστίας της πρόβλεψης του κάθε σεναρίου. Η σύγκριση αυτή δίνεται στο ακόλουθο Διάγραμμα 5.8.



**Διάγραμμα 5.8 :** Παρουσίαση συντελεστών συσχέτισης των γραμμών τάσεων των διπλών αθροιστικών καμπυλών για τα μοντέλα HIRHAM και RCAO των ετών 1960 – 1989 ως προς την τάση τους προς την μονάδα.

Από το Διάγραμμα 5.8 σε συνδυασμό με τα συγκεντρωτικά δεδομένα του Πίνακα 5.6 οδηγούμαστε στην διεξαγωγή διαφόρων συμπερασμάτων όσον αφορά τα δύο σενάρια. Πιο συγκεκριμένα, εμφανής είναι η διαφορά της συσχέτισης τιμών βροχόπτωσης σεναρίου – πραγματικών τιμών του σταθμού για τους μήνες Απρίλιο έως και Ιούλιο, όπου στο RCAO παρόλο που ο συντελεστής συσχέτισης μπορεί να θεωρηθεί υψηλός, ταυτόχρονα όμως υποδεέστερος από εκείνον του HIRHAM. Οι τιμές των σεναρίων να φθάνουν στην πιο υψηλή συσχέτιση με τις πραγματικές κατά τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες. Τα παραπάνω συμπεράσματα γίνονται πιο ευδιάκριτα παρατηρώντας την διασπορά των δεδομένων περί της γραμμής τάσης στις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις των διαγραμμάτων 5.6 και 5.7.

Λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές συσχέτισης για κάθε μήνα και για κάθε μοντέλο βρέθηκε ότι το μοντέλο HIRHAM υπερτερεί του RCAO. Συγκεκριμένα, παρατηρώντας τον Πίνακα 5.6 το μοντέλο HIRHAM εμφανίζει συντελεστές συσχέτισης μεγαλύτερους του  $R^2 = 0,9653$  (μήνας Σεπτέμβριος), ενώ στο μοντέλο RCAO η χαμηλότερη τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι  $R^2 = 0,9131$  (μήνας Ιούλιος). Παράλληλα, παρατηρώντας τον Πίνακα 5.6 και τα Διαγράμματα 5.6, 5.7 και

5.8 μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα πως το σενάριο HIRHAM προσεγγίζει με πιο αποτελεσματικό τρόπο τις πραγματικές τιμές που παρατηρήθηκαν. Η διαφορά των δύο μοντέλων γίνεται ιδιαίτερα αισθητή παρατηρώντας τη διασπορά των δεδομένων κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο κατά RCAO, με παρόμοιο φαινόμενο μόνο στον μήνα Σεπτέμβριο κατά HIRHAM (Διαγράμματα 5.7 και 5.8 αντίστοιχα).

Από τα παραπάνω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως παρά τις τυχόν αποκλίσεις τα παρόντα δεδομένα είναι αρκετά ικανοποιητικά ώστε να μας επιτρέπουν να προχωρήσουμε στην πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών μηνιαίας βροχόπτωσης για το μελετώμενο διάστημα (έτη 2070 – 2100) με τη χρήση και των δύο μοντέλων HIRHAM και RCAO.

### 5.5.3 Πρόβλεψη Μελλοντικών Τιμών Μηνιαίου Ύψους Βροχής

Όπως αποδείχθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.5.2), η γραμμική συσχέτιση μεταξύ παρελθοντικών δεδομένων του Μετεωρολογικού σταθμού και δεδομένων των μοντέλων HIRHAM και RCAO του προγράμματος Prudence (τιμές Control), επιτρέπουν την πραγματοποίηση του επόμενου βήματος, το οποίο είναι ο υπολογισμός του μηνιαίου ύψους βροχής για τα μελλοντικά έτη (2070 – 2100). Για κάθε μήνα, από την αθροιστική καμπύλη των τιμών έχει εξαχθεί η εξίσωση της γραμμής τάσης (Πίνακας 5.6) που είναι της μορφής  $y = ax + b$ , όπου:

- $y$  = Οι τιμές που παίρνει η αθροιστική του μελλοντικού σεναρίου (τιμές scenario)
- $x$  = Οι αθροιστικές τιμές που προβλέπεται να παρουσιαστούν στο μέλλον (προσαρμοσμένες).

Συνεπώς, από τις μελλοντικές αθροιστικές τιμές των τιμών βροχόπτωσης των μοντέλων μέσω της εξίσωσης της γραμμής τάσης εκτιμώνται οι μελλοντικές αθροιστικές τιμές βροχόπτωσης προσαρμοσμένες πλέον στα τοπικά χαρακτηριστικά. Από αυτές τις τιμές τελικά εκτιμώνται οι προσαρμοσμένες μηνιαίες μελλοντικές τιμές του ύψους βροχόπτωσης. Ενδεικτικά της ανωτέρω διαδικασίας για το μοντέλο RCAO και το μήνα Φεβρουάριο, παραθέεται στον Πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7 : Εκτίμηση μηνιαίου ύψους βροχής (mm) για τον μήνα Φεβρουάριο των ετών 2070 – 2100, σύμφωνα με το μοντέλο RCAO.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ.ΣΤΑΘΜΟΥ	ΤΙΜΕΣ RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ RCAO SCENARIO	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ
1960-61	51,60	39,55	39,55	338,30	338,30
1961-62	196,20	62,74	102,29	471,45	133,15
1962-63	499,50	51,88	154,16	581,55	110,09
1963-64	92,00	24,73	178,89	634,02	52,48
1964-65	196,60	153,75	332,64	960,32	326,29
1965-66	124,30	130,89	463,53	1238,10	277,78
1966-67	124,30	37,92	501,45	1318,58	80,48
1967-68	97,10	76,45	577,90	1480,81	162,24
1968-69	242,90	142,50	720,40	1783,23	302,42
1969-70	166,50	164,74	885,14	2132,85	349,62
1970-71	259,10	33,41	918,55	2203,75	70,90
1971-72	163,00	43,34	961,88	2295,72	91,97
1972-73	195,20	205,52	1167,41	2731,89	436,17
1973-74	320,50	33,55	1200,96	2803,10	71,21
1974-75	244,40	31,76	1232,72	2870,50	67,40
1975-76	236,70	105,73	1338,45	3094,88	224,38
1976-77	60,90	62,70	1401,14	3227,93	133,05
1977-78	140,60	132,71	1533,85	3509,57	281,64
1978-79	263,00	96,64	1630,49	3714,67	205,09
1979-80	155,50	75,99	1706,48	3875,94	161,27
1980-81	203,70	33,67	1740,16	3947,40	71,46
1981-82	214,10	84,83	1824,98	4127,43	180,03
1982-83	127,20	110,87	1935,86	4362,73	235,30
1983-84	309,60	70,52	2006,38	4512,40	149,67
1984-85	75,80	33,31	2039,70	4583,10	70,70
1985-86	317,00	108,91	2148,61	4814,24	231,14
1986-87	160,90	103,22	2251,83	5033,29	219,05
1987-88	134,80	132,22	2384,05	5313,89	280,60
1988-89	129,80	121,53	2505,58	5571,81	257,92
1989-90	58,90	93,20	2598,78	5769,61	197,80
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5561,70</b>	<b>2598,78</b>			<b>5769,61</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>185,39</b>	<b>86,63</b>			<b>192,32</b>

Η παραπάνω μεθοδολογία εφαρμόστηκε και για τους υπόλοιπους μήνες, συμπεριλαμβάνοντας και τα δύο μοντέλα HIRHAM και RCAO. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται μέσω συγκεντρωτικών πινάκων στο Παράρτημα (Πίνακες Π26 έως Π49).

## 5.6 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Κατόπιν της εκπόνησης της ανωτέρω διερεύνησης, τα αποτελέσματα που προέκυψαν μπορούν να συνοψιστούν στους παρακάτω συγκεντρωτικούς πίνακες :

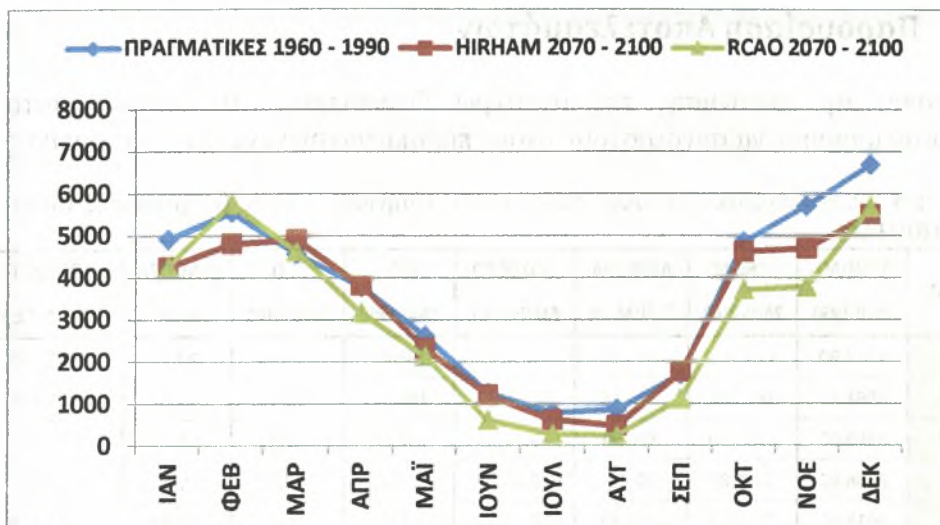
**Πίνακας 5.8 :** Συγκεντρωτικός πίνακας συνολικού και μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης (mm) για το σενάριο HIRHAM.

ΜΗΝΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ	Μ.Ο.	Μ.Ο.	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
	1960-1990	2070-2100	ΣΥΝΟΛΩΝ	ΔΙΑΦΟΡΑΣ	1960-1990	2070-2100	Μ.Ο.	ΔΙΑΦΟΡΑΣ Μ.Ο.
ΙΑΝ	4918,90	4255,62	-663,28	-13,48%	163,96	141,85	-22,11	-13,48%
ΦΕΒ	5561,70	4815,52	-746,18	-13,42%	185,39	160,52	-24,87	-13,42%
ΜΑΡ	4569,00	4903,50	334,50	7,32%	152,30	163,45	11,15	7,32%
ΑΠΡ	3786,80	3811,80	25,00	0,66%	126,23	127,06	0,83	0,66%
ΜΑΪ	2613,40	2312,07	-301,33	-11,53%	87,11	77,07	-10,04	-11,53%
ΙΟΥΝ	1254,80	1216,44	-38,36	-3,06%	41,83	40,55	-1,28	-3,06%
ΙΟΥΛ	790,80	621,27	-169,53	-21,44%	26,36	20,71	-5,65	-21,44%
ΑΥΓ	869,20	474,95	-394,25	-45,36%	28,97	15,83	-13,14	-45,36%
ΣΕΠ	1701,50	1751,46	49,96	2,94%	56,72	58,38	1,67	2,94%
ΟΚΤ	4853,40	4618,79	-234,61	-4,83%	161,78	153,96	-7,82	-4,83%
ΝΟΕ	5704,30	4693,49	-1010,81	-17,72%	190,14	156,45	-33,69	-17,72%
ΔΕΚ	6685,90	5507,70	-1178,20	-17,62%	222,86	183,59	-39,27	-17,62%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>43309,70</b>	<b>38982,62</b>	<b>-4327,08</b>	<b>-9,99%</b>	<b>1443,66</b>	<b>1299,42</b>	<b>-144,24</b>	<b>-9,99%</b>

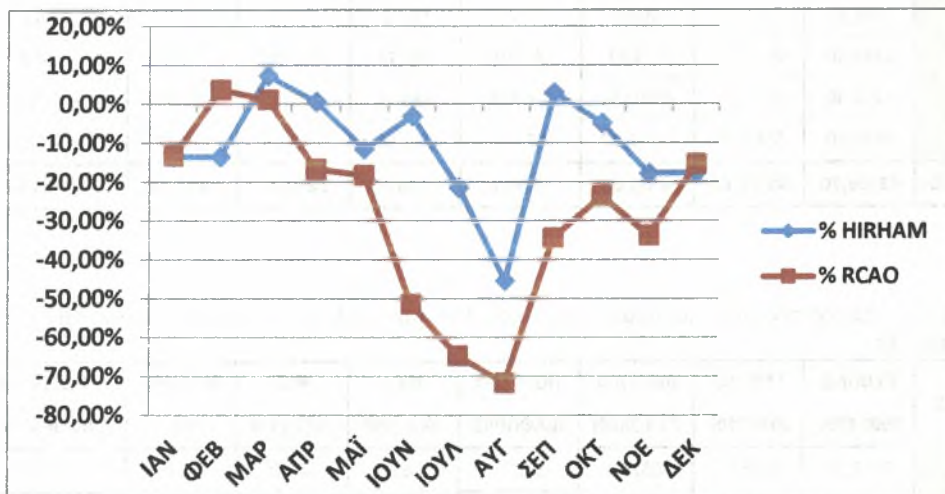
**Πίνακας 5.9:** Συγκεντρωτικός πίνακας συνολικού και μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης (mm) για το σενάριο RCAO.

ΜΗΝΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ	Μ.Ο.	Μ.Ο.	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
	1960-1990	2070-2100	ΣΥΝΟΛΩΝ	ΔΙΑΦΟΡΑΣ	1960-1990	2070-2100	Μ.Ο.	ΔΙΑΦΟΡΑΣ Μ.Ο.
ΙΑΝ	4918,90	4266,09	-652,81	-13,27%	163,96	142,20	-21,76	-13,27%
ΦΕΒ	5561,70	5769,61	207,91	3,74%	185,39	192,32	6,93	3,74%
ΜΑΡ	4569,00	4621,22	52,22	1,14%	152,30	154,04	1,74	1,14%
ΑΠΡ	3786,80	3157,53	-629,27	-16,62%	126,23	105,25	-20,98	-16,62%
ΜΑΪ	2613,40	2136,47	-476,93	-18,25%	87,11	71,22	-15,90	-18,25%
ΙΟΥΝ	1254,80	610,75	-644,05	-51,33%	41,83	20,36	-21,47	-51,33%
ΙΟΥΛ	790,80	279,40	-511,40	-64,67%	26,36	9,31	-17,05	-64,67%
ΑΥΓ	869,20	245,65	-623,55	-71,74%	28,97	8,19	-20,78	-71,74%
ΣΕΠ	1701,50	1117,14	-584,36	-34,34%	56,72	37,24	-19,48	-34,34%
ΟΚΤ	4853,40	3710,16	-1143,24	-23,56%	161,78	123,67	-38,11	-23,56%
ΝΟΕ	5704,30	3783,35	-1920,95	-33,68%	190,14	126,11	-64,03	-33,68%
ΔΕΚ	6685,90	5667,86	-1018,04	-15,23%	222,86	188,93	-33,93	-15,23%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>43309,70</b>	<b>35365,24</b>	<b>-7944,46</b>	<b>-18,34%</b>	<b>1443,66</b>	<b>1178,84</b>	<b>-264,82</b>	<b>-18,34%</b>

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Οι συγκεντρωτικοί πίνακες οι οποίοι παρουσιάζουν τις προβλέψεις για τα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης όλων των μηνών και σύμφωνα και με τα δύο μοντέλα παρατίθενται στο παράρτημα (Πίνακες Π150 και Π151).



**Διάγραμμα 5.9:** Σύγκριση των τιμών πρόβλεψης μηνιαίου ύψους βροχής (mm) για το διάστημα των ετών 2070 – 2100 μεταξύ των δύο μοντέλων και των πραγματικών του παρελθόντος (1960 – 1990).



**Διάγραμμα 5.10:** Σύγκριση των ποσοστιαίων διαφορών μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης (mm) των προβλέψεων των δύο μοντέλων σε σχέση με τις πραγματικές μετρήσεις του βροχομετρικού σταθμού Ελάτης για το διάστημα ετών 1960 – 1990.

Από τους Πίνακες 5.8 και 5.9 παρατηρείται ότι σε ετήσια βάση κατά το μοντέλο HIRHAM θα έχουμε μία μείωση των βροχοπτώσεων κατά 10% περίπου, ενώ κατά το μοντέλο RCAO κατά 18,34%. Σημαντικότερο δε είναι το γεγονός ότι η μεταβολή της βροχόπτωσης που εμφανίζεται ανά μήνα είναι ιδιαίτερα έντονη. Συγκεκριμένα, για το μοντέλο HIRHAM κατά τους θερινούς μήνες Ιούλιο και Αύγουστο παρατηρείται μείωση των βροχοπτώσεων της τάξεως του 21% και 45% αντίστοιχα. Για τους θερινούς μήνες το μοντέλο RCAO εμφανίζει ακόμη πιο έντονη μείωση των βροχοπτώσεων της τάξεως του 51% τον Ιούνιο, 65% τον Ιούλιο και 72% τον Αύγουστο. Επίσης, το μοντέλο HIRHAM εμφανίζει μικρή αύξηση των βροχοπτώσεων από 0,6% έως 7,5% για τους μήνες Σεπτέμβριο, Μάρτιο και Απρίλιο. Για τους υπόλοιπους μήνες, το μοντέλο HIRHAM εμφανίζει επίσης σημαντικές μειώσεις της βροχόπτωσης από -3% έως -18%. Όσον αφορά το μοντέλο RCAO, αύξηση των βροχοπτώσεων εμφανίζει μόνο κατά τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο της τάξεως

του 1% έως 4%. Οι υπόλοιποι μήνες για το μοντέλο RCAO εμφανίζουν έντονη μείωση των βροχοπτώσεων της τάξεως από -13% έως 34%. Αυτά τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ανησυχητικά διότι οι έντονες μειώσεις των βροχοπτώσεων εμφανίζονται τους θερινούς μήνες, κατά τους οποίους οι ανάγκες για νερό άρδευσης κυρίως είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Αντιθέτως, οι μικρές αυξήσεις των βροχοπτώσεων που παρατηρούνται εμφανίζονται κατά τους μήνες που χαρακτηρίζονται από υψηλή βροχόπτωση. Αυτό το φαινόμενο θα αυξήσει την πιθανότητα πλημμυρικών συμβάντων. Και τα δύο παραπάνω συμπεράσματα για τους θερινούς μήνες και για τους μήνες με υψηλή βροχόπτωση επιβάλλουν την κατασκευή του φράγματος της Πύλης Τρικάλων. Η κατασκευή του φράγματος της Πύλης Τρικάλων θα καταστήσει εφικτή την αναχαίτιση επικίνδυνων πλημμυρικών φαινομένων αλλά θα αυξήσει και το υδατικό δυναμικό της περιοχής εφόσον θα αποθηκεύεται νερό ικανό να καλύψει τις μελλοντικά αυξημένες ανάγκες σε νερό άρδευσης.

Οι πίνακες 5.8 και 5.9 καθώς και τα διαγράμματα 5.9 και 5.10 μας δίνουν αφενός μια πιο γενική αφετέρου πιο σαφή εικόνα όσον αφορά τις προβλέψεις των δύο μοντέλων για την χρονική περίοδο της έρευνας. Αξιοσημείωτη είναι η παρουσία αρνητικής ποσοστιαίας έκφρασης των μέσων όρων σε μηνιαίο επίπεδο. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται σχεδόν σε ολόκληρο το εύρος της χρονικής περιόδου, με ελάχιστες εξαιρέσεις εκείνες του Μαρτίου, Απριλίου και Σεπτεμβρίου κατά το HIRHAM και Φεβρουαρίου και Μαρτίου κατά το RCAO, γεγονός που υποδηλώνει μειώσεις των βροχοπτώσεων κατά τους υπολοίπους μήνες. Αυτή η μείωση εκφράζεται εν συνεχεία και μέσω των γενικών συνόλων διαφοράς συνόλων, Μέσων Όρων και ποσοστιαίας διαφοράς.

## 5.7 Συμπεράσματα

1. Η εφαρμογή της μεθόδου της Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης για κάθε μοντέλο και για κάθε μήνα ξεχωριστά σε σχέση με τα δεδομένα του βροχομετρικού σταθμού Ελάτης (1989 – 1990) έδωσαν ισχυρή συσχέτιση με τον σταθμό Ελάτης. Η ισχυρή αυτή συσχέτιση είναι εμφανής από τις ιδιαίτερα υψηλές τιμές συντελεστών συσχέτισης  $R^2$  των γραμμών τάσεων με εύρος από  $R^2 = 0,9131$  έως  $R^2 = 0,996$ .
2. Από τη συνολική διερεύνηση μπορεί να διεξαχθεί το συμπέρασμα πως το μοντέλο **HIRHAM** προσεγγίζει πιο ρεαλιστικά μια μελλοντική κατάσταση βροχοπτώσεων στην περιοχή του Πορταϊκού. Σημαντικό ρόλο για αυτή τη διαπίστωση παίζει το εύρος των τιμών που λαμβάνει ο συντελεστής συσχέτισης ( $R^2$ ) των δύο μοντέλων κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και η διαφορά του συνολικού ύψους βροχής για τα έτη 1960 – 1989 των δύο μοντέλων με τις control τιμές σε σχέση με τα δεδομένα του σταθμού Ελάτης. Συγκεκριμένα το μοντέλο HIRHAM διαφέρει κατά -14,1% ενώ το μοντέλο RCAO κατά -34,9%.
3. Προβλέπεται σημαντική μείωση των ετήσιων βροχοπτώσεων κατά τα μελλοντικά έτη 2070 – 2100 και συγκεκριμένα για το μοντέλο RCAO να προβλέπεται μείωση κατά 18,5% περίπου και για το μοντέλο HIRHAM επίσης μείωση κατά 10% περίπου.

4. Παρατηρείται μια σημαντική απόκλιση στις προβλέψεις των δύο μοντέλων όσον αφορά τους καλοκαιρινούς μήνες με το μοντέλο RCAO να εμφανίζει ιδιαίτερα άνυδρα καλοκαίρια με μείωση της βροχόπτωσης από 51% έως 72%, ενώ το μοντέλο HIRHAM να εμφανίζει μείωση από 3% έως 45%.
5. Από την διερεύνηση των κλιματικών αλλαγών που θα επέλθουν σύμφωνα με τα μοντέλα HIRHAM και RCAO στην υδρολογική λεκάνη του φράγματος του Πορταϊκού ποταμού συμπεραίνεται η αναγκαιότητα της κατασκευής του φράγματος για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, για την αναχαίτιση πιθανών έντονων πλημμυρικών φαινομένων και δεύτερον για την κάλυψη των αυξημένων αρδευτικών αναγκών που θα προκύψουν εξαιτίας της μειωμένης βροχόπτωσης των θερινών μηνών.

## Αναφορές

Ανακρίβη, Α. (2002). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2003). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2004). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2005). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2006). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2007). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2008). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2009). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ανακρίβη, Α. (2010). Η υδρολογική ανάλυση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πορταϊκού. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

# Βιβλιογραφία

## 1. Ελληνική Βιβλιογραφία

- **Ασάρας Θ., 1980.** Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον (Κ. Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ., 44-54.
- **Βαφειάδης Μαργαρίτης (Μάριος) :** Έλεγχος και αποκατάσταση της ομογένειας σειρών δεδομένων με τη μέθοδο της διπλής αθροιστικής καμπύλης. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, ΑΠΘ.
- **Βρουχάκης Ι., Βουβαλίδης Κ., Σφέικος Α., Μαργώνη Σ., 2004.** Η Ανάπτυξη του Υδρογραφικού Δικτύου του Πορταϊκού Ποταμού της Θεσσαλίας Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ. Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη.
- **Γκούμας, Κ., Ιανουάριος 2006 :** Οι αρδεύσεις στη Θεσσαλική Πεδιάδα: Επιπτώσεις στα υπόγεια και επιφανειακά νερά, Πρακτικά ημερίδας «Υδατικοί Πόροι και Γεωργία», σ. 39–53, Ελληνική Υδροτεχνική Ένωση, Θεσσαλονίκη.
- **Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, 2011.** Οι Κοινωνικές Διαστάσεις της Κλιματικής Αλλαγής.
- **Καψωμενάκης Ιωάννης και άλλοι, 2011:** Σενάρια Ανθρωπογενούς Παρέμβασης στην Κλιματική Αλλαγή και τα Προγράμματα PRUDENCE και ENSEMBLES.
- **Κουτσογιάννης Δ. και άλλοι, 1997.** Ερευνητικό Έργο : Αναβάθμιση και επικαιροποίηση της Υδρολογικής Πληροφορίας της Θεσσαλίας. ΤΕΥΧΟΣ 1 Επικαιροποίηση Υδρομετεωρολογικών Δεδομένων . Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- **Κουτσογιάννης Δ. 2000 .** Υδρομετεωρολογία, Πιθανή Μέγιστη Κατακρήμνιση. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- **Κωτούλας Δ., 2001.** Ορεινή Υδρονομική Τόμος Ι - Τα ρεόντα Ύδατα. Τμήμα Εκδόσεων Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.



- **Λέκκας Ε., 1988.** Γεωλογική δομή και γεωδυναμική εξέλιξη της οροσειράς του Κόζιακα (Δυτική Θεσσαλία). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών., 21-44 & 225.
- **Μαντούζα Ανδρομάχη, 2008 :** Διπλωματική Εργασία : Ανάλυση της Λεκάνης του Ποταμού Πηνειού στα Πλαίσια της Οδηγίας 2000/60 με Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Θεσσαλονίκη.
- **Παπαζάχος Β. Κ. και άλλοι, 2001.** Τα ρήγματα που προκάλεσαν τους γνωστούς ισχυρούς σεισμούς στην Ελλάδα και τη γύρω περιοχή από τον 5<sup>ο</sup> αιώνα π. Χ. μέχρι σήμερα. 2<sup>ο</sup> Παν. Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνητής σεισμολογίας Τ.Ε.Ε., Θεσσαλονίκη.
- **Παπασταματίου Α., Μουγιάρης Ν., 1986.** Ο σεισμός των Σοφάδων της 30<sup>ης</sup> Απριλή 1954 – Παρατηρήσεις υπαίθρου του Γιάννη Παπασταματίου, ΙΓΜΕ, Γεωλογικές Και Γεωφυσικές Μελέτες
- **Σωτηριάδης Α. & Ψιλοβίκος Α., 1984.** Ασκήσεις Γεωμορφολογίας. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 46-47.
- **Τέγος Α., 2005.** Διπλωματική Εργασία : Συνδυασμένη προσομοίωση υδρολογικών-υδρογεωλογικών διεργασιών και λειτουργίας υδροσυστήματος Δυτικής Θεσσαλίας. Ε. Μ. Π., Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.
- **Ψιλοβίκος Α., 1990.** Η επίδραση της νεοτεκτονικής στη διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων της νοτιοδυτικής Ροδόπης. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρίας XXII., 171-182.

## 2. Ξένη Βιβλιογραφία

- **Caputo R., 1990.** Geological and structural study of the recent and active brittle deformation of the Neogene - Quaternary basins of Thessaly. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Επιστ. Επ. Τμ. Γεωλογίας, τ.12.
- **Dickinson R. E. et al., 1989.** A regional climate model for the Western US.
- **Denman, K.L. et al., 2007.** Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- **Giorgi F. et al., 1991.** Use of a limited area model nested in general circulation model for regional climate simulation in Europe.

- **Hesselbjerg Christensen J. 2005.** Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects. DKMI, Denmark.
- **Horton R., 1945.** Erosional development of streams and their drainage basin : Hydrological approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Amer. Bull., 56, 275-370.
- **Houghton J.T. et al., 2001.** Climate Change 2001: The Scientific Basis IPCC, New York.
- **McKenzie, D., Molnar, P. & Davies, D., 1970.** Plate tectonics of the Red Sea and East Africa.
- **Mearns L. O. et al., 2001.** Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC.
- **Mountrakis D. et. Al., 2006.** Neotectonic and seismological data concerning major active faults, and the stress regimes of Northern Greece.
- **Nakićenović et al., 2000.** Special Report on Emissions Scenarios (SRES) . Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- **National Research Council, 1994.** Estimating Bounds on Extreme Precipitation Events Committee on Meteorologic Analysis, Prediction and Research, Board on Atmospheric Sciences and Climate In Progress.
- **Papazachos B. C., Comninakis B. E., 1971.** Geophysical and tectonic features of the Aegean arc.
- **Papazachos B. C. et al., 1999.** Rupture zones in the Aegean Region.
- **Stern Nicholas, 2006.** Review on the Economics of Climate Change, London School of Economics.
- **Strahler A. N., 1952.** Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Bulletin Geolog. Societ. Americ., 63, 1117-1142.
- **Strahler A. N., 1954.** Quantitative geomorphology of erosional landscapes. 19th Inter. Geol. Cong. (Algeries), 341-354.
- **Strahler A. N., 1957.** Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions, American Geophysical Union, 38, 913-920.
- **Strahler A. N., 1958.** Dimensional analysis of watershed geomorphology. Geological Society of America Bulletin, 60, 279-299.
- **Strahler A. N., 1964.** Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In CHOW, V. T., (Ed.) Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, Section 14, 54p.

### 3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- **Climate and Environmental Physics, University of Bern**  
<http://www.climate.unibe.ch/>
- <http://el.wikipedia.org>
- <http://geogr.eduportal.gr/Glossary.htm> – Γλωσσάρι Γεωγραφικών Όρων
- <http://earth.google.com>
- **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** <http://www.ipcc.ch>
- **World Meteorological Organization** <http://www.wmo.int>

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙ. Μετρήσεις βροχόπτωσης μετεωρολογικού σταθμού Ελάτης

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ (mm)											
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1960	102,3	51,6	146,0	80,40	39,40	22,20	49,40	14,6	5,70	54,70	142,7	304,3
1961	107,7	196,2	380,5	89,40	34,50	35,40	4,60	4,80	186,9	195,0	169,9	176,4
1962	327,9	499,5	154,1	109,8	125,9	31,80	12,30	60,3	16,90	250,3	351,2	349,8
1963	102,8	92,00	155,9	77,90	129,8	49,50	26,70	34,2	105,0	301,8	90,40	257,8
1964	218,0	196,6	156,3	294,1	172,1	104,8	29,70	13,5	2,50	111,2	183,2	277,8
1965	321,3	124,3	193,6	162,3	149,9	120,4	14,00	28,1	65,20	86,30	396,2	232,5
1966	101,8	124,3	95,00	215,4	99,20	27,90	113,9	16,2	89,00	187,0	472,3	256,0
1967	181,1	97,10	92,10	61,30	105,9	61,00	0,80	35,9	65,90	73,60	84,30	183,7
1968	159,9	242,9	194,9	42,90	39,40	31,80	14,60	21,8	92,80	182,0	163,7	320,1
1969	139,0	166,5	114,1	50,40	82,90	48,70	52,80	10,1	19,00	18,70	146,2	323,0
1970	179,9	259,1	313,4	44,10	43,00	24,90	13,00	39,1	67,10	94,40	85,50	202,0
1971	221,4	163,0	146,6	275,4	63,90	17,20	81,40	48,4	51,40	93,30	245,9	129,3
1972	201,7	195,2	225,2	55,60	52,60	21,20	24,70	83,7	65,10	312,7	99,50	51,80
1973	97,20	320,5	143,8	281,3	83,70	32,90	2,10	9,10	123,3	269,8	154,9	208,7
1974	40,40	244,4	96,60	86,10	83,40	74,70	17,10	61,8	26,50	284,7	218,6	62,20
1975	117,1	236,7	122,6	163,1	50,50	37,70	42,90	49,0	26,70	125,9	203,9	195,4
1976	86,50	60,90	38,20	101,6	33,30	25,90	3,50	22,1	105,5	171,4	165,6	361,8
1977	227,8	140,6	119,5	159,6	53,10	18,60	6,70	4,90	187,6	37,60	169,9	251,0
1978	214,5	263,0	58,50	198,0	184,6	25,60	49,70	21,3	26,80	97,60	114,5	222,0
1979	215,3	155,5	297,2	114,7	127,1	31,90	0,30	14,9	25,90	315,4	213,2	261,3
1980	352,1	203,7	56,30	92,30	91,60	38,00	12,80	28,1	64,70	364,2	150,9	282,1
1981	61,00	214,1	257,0	157,2	150,0	45,50	8,40	26,6	64,00	151,0	133,2	367,6
1982	51,70	127,2	69,90	28,60	41,20	79,10	49,50	26,0	27,10	154,6	211,5	212,1
1983	155,5	309,6	166,7	217,6	65,00	22,40	16,00	58,8	48,00	101,7	202,0	290,5
1984	243,8	75,80	154,2	177,3	83,40	12,40	17,70	5,40	5,70	8,30	167,1	140,4
1985	214,1	317,0	126,8	72,70	94,40	117,0	15,60	34,6	49,50	160,7	326,5	145,4
1986	331,2	160,9	233,6	106,9	82,00	32,10	7,80	25,6	2,30	194,6	64,10	139,1
1987	109,3	134,8	120,5	75,90	25,50	19,40	3,50	0,50	27,30	189,1	212,9	129,6
1988	28,50	129,8	120,2	100,2	91,60	39,90	93,20	3,60	18,80	119,8	233,4	209,6
1989	8,10	58,90	19,70	94,70	134,5	4,90	6,10	66,2	39,30	146,0	131,1	142,6

**Π2.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Ιανουάριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	102,30	132,11	102,30	132,11
2	107,70	43,26	210,00	175,37
3	327,90	41,79	537,90	217,16
4	102,80	89,35	640,70	306,50
5	218,00	120,61	858,70	427,12
6	321,30	274,53	1180,00	701,65
7	101,80	99,52	1281,80	801,17
8	181,10	91,94	1462,90	893,11
9	159,90	45,73	1622,80	938,83
10	139,00	59,07	1761,80	997,91
11	179,90	146,54	1941,70	1144,44
12	221,40	166,84	2163,10	1311,28
13	201,70	100,66	2364,80	1411,94
14	97,20	50,34	2462,00	1462,28
15	40,40	162,50	2502,40	1624,77
16	117,10	104,52	2619,50	1729,29
17	86,50	273,49	2706,00	2002,78
18	227,80	50,65	2933,80	2053,44
19	214,50	121,83	3148,30	2175,26
20	215,30	10,63	3363,60	2185,90
21	352,10	69,77	3715,70	2255,67
22	61,00	143,32	3776,70	2398,99
23	51,70	116,89	3828,40	2515,87
24	155,50	80,26	3983,90	2596,13
25	243,80	51,36	4227,70	2647,49
26	214,10	164,43	4441,80	2811,91
27	331,20	26,84	4773,00	2838,76
28	109,30	36,96	4882,30	2875,71
29	28,50	29,64	4910,80	2905,35
30	8,10	113,76	4918,90	3019,11

**Π3.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Φεβρουάριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

<b>ΗΜΕΡΑ</b>	<b>ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ</b>	<b>HIRHAM CONTROL</b>	<b>ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ</b>	<b>ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM</b>
<b>1</b>	51,60	36,94	51,60	36,94
<b>2</b>	196,20	43,37	247,80	80,31
<b>3</b>	499,50	143,30	747,30	223,62
<b>4</b>	92,00	20,27	839,30	243,89
<b>5</b>	196,60	119,84	1035,90	363,73
<b>6</b>	124,30	57,51	1160,20	421,24
<b>7</b>	124,30	83,75	1284,50	504,99
<b>8</b>	97,10	110,18	1381,60	615,16
<b>9</b>	242,90	206,62	1624,50	821,78
<b>10</b>	166,50	30,61	1791,00	852,39
<b>11</b>	259,10	158,69	2050,10	1011,08
<b>12</b>	163,00	32,64	2213,10	1043,72
<b>13</b>	195,20	170,72	2408,30	1214,43
<b>14</b>	320,50	96,20	2728,80	1310,63
<b>15</b>	244,40	125,51	2973,20	1436,14
<b>16</b>	236,70	56,47	3209,90	1492,61
<b>17</b>	60,90	141,39	3270,80	1634,00
<b>18</b>	140,60	21,39	3411,40	1655,39
<b>19</b>	263,00	176,13	3674,40	1831,52
<b>20</b>	155,50	30,72	3829,90	1862,24
<b>21</b>	203,70	81,29	4033,60	1943,54
<b>22</b>	214,10	239,41	4247,70	2182,95
<b>23</b>	127,20	249,12	4374,90	2432,07
<b>24</b>	309,60	75,31	4684,50	2507,38
<b>25</b>	75,80	122,18	4760,30	2629,56
<b>26</b>	317,00	42,04	5077,30	2671,61
<b>27</b>	160,90	39,39	5238,20	2710,99
<b>28</b>	134,80	120,00	5373,00	2830,99
<b>29</b>	129,80	38,24	5502,80	2869,23
<b>30</b>	58,90	52,88	5561,70	2922,10

**Π4.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Μάρτιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	146,00	20,86	146,00	20,86
2	380,50	39,25	526,50	60,10
3	154,10	34,19	680,60	94,30
4	155,90	66,89	836,50	161,18
5	156,30	111,08	992,80	272,27
6	193,60	200,33	1186,40	472,60
7	95,00	109,68	1281,40	582,27
8	92,10	135,67	1373,50	717,94
9	194,90	56,41	1568,40	774,36
10	114,10	110,93	1682,50	885,28
11	313,40	182,36	1995,90	1067,64
12	146,60	17,80	2142,50	1085,45
13	225,20	178,63	2367,70	1264,08
14	143,80	151,34	2511,50	1415,41
15	96,60	82,68	2608,10	1498,10
16	122,60	168,07	2730,70	1666,16
17	38,20	133,08	2768,90	1799,24
18	119,50	53,39	2888,40	1852,63
19	58,50	112,22	2946,90	1964,84
20	297,20	56,36	3244,10	2021,21
21	56,30	126,87	3300,40	2148,08
22	257,00	167,74	3557,40	2315,82
23	69,90	148,87	3627,30	2464,69
24	166,70	109,43	3794,00	2574,12
25	154,20	114,12	3948,20	2688,24
26	126,80	92,46	4075,00	2780,70
27	233,60	81,64	4308,60	2862,35
28	120,50	120,19	4429,10	2982,53
29	120,20	50,66	4549,30	3033,19
30	19,70	211,63	4569,00	3244,82



**Π5.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Απρίλιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	80,40	84,46	80,40	84,46
2	89,40	112,75	169,80	197,21
3	109,80	192,54	279,60	389,76
4	77,90	105,48	357,50	495,24
5	294,10	88,57	651,60	583,80
6	162,30	147,33	813,90	731,13
7	215,40	123,04	1029,30	854,17
8	61,30	51,91	1090,60	906,08
9	42,90	116,44	1133,50	1022,52
10	50,40	98,91	1183,90	1121,43
11	44,10	113,88	1228,00	1235,31
12	275,40	125,18	1503,40	1360,50
13	55,60	62,93	1559,00	1423,43
14	281,30	99,78	1840,30	1523,21
15	86,10	119,13	1926,40	1642,34
16	163,10	173,38	2089,50	1815,72
17	101,60	138,19	2191,10	1953,91
18	159,60	92,22	2350,70	2046,13
19	198,00	93,33	2548,70	2139,46
20	114,70	121,47	2663,40	2260,93
21	92,30	136,33	2755,70	2397,26
22	157,20	80,71	2912,90	2477,97
23	28,60	121,26	2941,50	2599,23
24	217,60	144,91	3159,10	2744,14
25	177,30	149,85	3336,40	2893,99
26	72,70	193,21	3409,10	3087,20
27	106,90	115,41	3516,00	3202,61
28	75,90	267,68	3591,90	3470,29
29	100,20	84,90	3692,10	3555,19
30	94,70	92,14	3786,80	3647,33

**Π6.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Μάιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	39,40	167,69	39,40	167,69
2	34,50	84,55	73,90	252,25
3	125,90	128,55	199,80	380,79
4	129,80	121,94	329,60	502,73
5	172,10	127,45	501,70	630,18
6	149,90	87,02	651,60	717,20
7	99,20	95,44	750,80	812,65
8	105,90	141,20	856,70	953,84
9	39,40	84,66	896,10	1038,50
10	82,90	111,29	979,00	1149,79
11	43,00	84,63	1022,00	1234,42
12	63,90	147,11	1085,90	1381,54
13	52,60	89,29	1138,50	1470,83
14	83,70	47,52	1222,20	1518,35
15	83,40	108,09	1305,60	1626,44
16	50,50	114,81	1356,10	1741,26
17	33,30	93,87	1389,40	1835,13
18	53,10	50,47	1442,50	1885,60
19	184,60	134,25	1627,10	2019,85
20	127,10	70,76	1754,20	2090,62
21	91,60	153,59	1845,80	2244,21
22	150,00	39,74	1995,80	2283,95
23	41,20	37,53	2037,00	2321,48
24	65,00	49,39	2102,00	2370,87
25	83,40	119,76	2185,40	2490,63
26	94,40	117,99	2279,80	2608,62
27	82,00	79,71	2361,80	2688,33
28	25,50	92,32	2387,30	2780,65
29	91,60	92,79	2478,90	2873,44
30	134,50	119,06	2613,40	2992,50

Π7. Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Ιούνιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	22,20	64,47	22,20	64,47
2	35,40	46,35	57,60	110,82
3	31,80	137,14	89,40	247,96
4	49,50	48,46	138,90	296,42
5	104,80	107,13	243,70	403,55
6	120,40	144,54	364,10	548,09
7	27,90	132,47	392,00	680,55
8	61,00	144,06	453,00	824,61
9	31,80	115,05	484,80	939,66
10	48,70	72,49	533,50	1012,15
11	24,90	96,35	558,40	1108,50
12	17,20	105,93	575,60	1214,43
13	21,20	94,31	596,80	1308,74
14	32,90	72,71	629,70	1381,44
15	74,70	109,99	704,40	1491,43
16	37,70	102,46	742,10	1593,89
17	25,90	131,29	768,00	1725,18
18	18,60	54,62	786,60	1779,80
19	25,60	66,06	812,20	1845,87
20	31,90	56,53	844,10	1902,40
21	38,00	91,66	882,10	1994,05
22	45,50	99,97	927,60	2094,03
23	79,10	88,66	1006,70	2182,69
24	22,40	131,40	1029,10	2314,09
25	12,40	75,77	1041,50	2389,86
26	117,00	56,31	1158,50	2446,18
27	32,10	128,58	1190,60	2574,76
28	19,40	112,85	1210,00	2687,61
29	39,90	103,94	1249,90	2791,55
30	4,90	103,47	1254,80	2895,02

**Π8.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Ιούλιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	49,40	92,83	49,40	92,83
2	4,60	82,61	54,00	175,44
3	12,30	56,76	66,30	232,20
4	26,70	49,81	93,00	282,02
5	29,70	67,97	122,70	349,98
6	14,00	48,52	136,70	398,50
7	113,90	56,23	250,60	454,73
8	0,80	112,35	251,40	567,08
9	14,60	81,87	266,00	648,95
10	52,80	45,40	318,80	694,36
11	13,00	92,31	331,80	786,66
12	81,40	82,89	413,20	869,55
13	24,70	173,00	437,90	1042,55
14	2,10	53,31	440,00	1095,86
15	17,10	48,98	457,10	1144,84
16	42,90	90,49	500,00	1235,34
17	3,50	103,75	503,50	1339,08
18	6,70	70,76	510,20	1409,84
19	49,70	103,26	559,90	1513,11
20	0,30	63,71	560,20	1576,82
21	12,80	37,94	573,00	1614,75
22	8,40	128,28	581,40	1743,04
23	49,50	61,22	630,90	1804,25
24	16,00	101,81	646,90	1906,06
25	17,70	130,72	664,60	2036,78
26	15,60	45,05	680,20	2081,83
27	7,80	51,12	688,00	2132,94
28	3,50	170,16	691,50	2303,11
29	93,20	93,26	784,70	2396,37
30	6,10	69,52	790,80	2465,89

**Π9.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Αύγουστο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	14,60	21,03	14,60	21,03
2	4,80	65,24	19,40	86,27
3	60,30	88,40	79,70	174,67
4	34,20	9,29	113,90	183,96
5	13,50	40,45	127,40	224,41
6	28,10	75,11	155,50	299,52
7	16,20	102,84	171,70	402,36
8	35,90	88,77	207,60	491,13
9	21,80	91,85	229,40	582,98
10	10,10	82,20	239,50	665,18
11	39,10	28,22	278,60	693,40
12	48,40	109,17	327,00	802,57
13	83,70	52,69	410,70	855,26
14	9,10	75,57	419,80	930,83
15	61,80	133,78	481,60	1064,61
16	49,00	56,10	530,60	1120,71
17	22,10	83,53	552,70	1204,24
18	4,90	74,75	557,60	1278,99
19	21,30	93,99	578,90	1372,98
20	14,90	70,41	593,80	1443,39
21	28,10	70,91	621,90	1514,30
22	26,60	122,14	648,50	1636,44
23	26,00	66,84	674,50	1703,27
24	58,80	57,26	733,30	1760,53
25	5,40	53,10	738,70	1813,63
26	34,60	72,98	773,30	1886,61
27	25,60	126,02	798,90	2012,63
28	0,50	97,97	799,40	2110,60
29	3,60	102,57	803,00	2213,17
30	66,20	108,32	869,20	2321,48

**Π10.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Σεπτέμβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	5,70	41,01	5,70	41,01
2	186,90	21,83	192,60	62,84
3	16,90	40,50	209,50	103,35
4	105,00	23,97	314,50	127,32
5	2,50	48,78	317,00	176,10
6	65,20	18,90	382,20	195,00
7	89,00	28,51	471,20	223,51
8	65,90	48,59	537,10	272,09
9	92,80	38,81	629,90	310,91
10	19,00	95,32	648,90	406,23
11	67,10	72,83	716,00	479,06
12	51,40	156,61	767,40	635,66
13	65,10	47,54	832,50	683,20
14	123,30	82,40	955,80	765,59
15	26,50	29,42	982,30	795,01
16	26,70	16,70	1009,00	811,72
17	105,50	40,53	1114,50	852,25
18	187,60	9,42	1302,10	861,67
19	26,80	35,41	1328,90	897,08
20	25,90	100,41	1354,80	997,49
21	64,70	68,53	1419,50	1066,02
22	64,00	75,09	1483,50	1141,11
23	27,10	102,44	1510,60	1243,55
24	48,00	43,83	1558,60	1287,38
25	5,70	115,93	1564,30	1403,31
26	49,50	18,75	1613,80	1422,05
27	2,30	21,88	1616,10	1443,93
28	27,30	32,07	1643,40	1476,00
29	18,80	50,66	1662,20	1526,65
30	39,30	34,47	1701,50	1561,12

**Π11.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Οκτώβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	54,70	61,89	54,70	61,89
2	195,00	55,92	249,70	117,81
3	250,30	21,65	500,00	139,46
4	301,80	66,28	801,80	205,74
5	111,20	22,32	913,00	228,05
6	86,30	97,43	999,30	325,48
7	187,00	74,71	1186,30	400,19
8	73,60	233,13	1259,90	633,32
9	182,00	124,55	1441,90	757,87
10	18,70	80,69	1460,60	838,56
11	94,40	43,37	1555,00	881,93
12	93,30	48,70	1648,30	930,64
13	312,70	157,27	1961,00	1087,91
14	269,80	61,45	2230,80	1149,35
15	284,70	16,10	2515,50	1165,45
16	125,90	65,12	2641,40	1230,58
17	171,40	70,10	2812,80	1300,67
18	37,60	20,28	2850,40	1320,95
19	97,60	84,38	2948,00	1405,33
20	315,40	53,23	3263,40	1458,56
21	364,20	81,25	3627,60	1539,81
22	151,00	91,70	3778,60	1631,51
23	154,60	105,86	3933,20	1737,38
24	101,70	64,98	4034,90	1802,35
25	8,30	35,20	4043,20	1837,56
26	160,70	36,79	4203,90	1874,35
27	194,60	90,70	4398,50	1965,04
28	189,10	87,69	4587,60	2052,73
29	119,80	86,72	4707,40	2139,44
30	146,00	72,18	4853,40	2211,62

**Π12.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Νοέμβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	142,70	139,01	142,70	139,01
2	169,90	156,62	312,60	295,63
3	351,20	68,36	663,80	363,99
4	90,40	131,24	754,20	495,23
5	183,20	116,28	937,40	611,51
6	396,20	115,99	1333,60	727,51
7	472,30	109,75	1805,90	837,26
8	84,30	102,51	1890,20	939,77
9	163,70	203,12	2053,90	1142,89
10	146,20	103,91	2200,10	1246,80
11	85,50	113,11	2285,60	1359,91
12	245,90	164,57	2531,50	1524,48
13	99,50	299,16	2631,00	1823,64
14	154,90	102,97	2785,90	1926,61
15	218,60	231,90	3004,50	2158,51
16	203,90	44,46	3208,40	2202,97
17	165,60	56,38	3374,00	2259,35
18	169,90	167,37	3543,90	2426,72
19	114,50	276,69	3658,40	2703,40
20	213,20	40,85	3871,60	2744,25
21	150,90	163,60	4022,50	2907,85
22	133,20	92,64	4155,70	3000,49
23	211,50	190,38	4367,20	3190,87
24	202,00	182,80	4569,20	3373,67
25	167,10	71,06	4736,30	3444,73
26	326,50	138,72	5062,80	3583,45
27	64,10	120,10	5126,90	3703,55
28	212,90	137,36	5339,80	3840,91
29	233,40	88,18	5573,20	3929,09
30	131,10	214,07	5704,30	4143,16



**Π13.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου HIRHAM για τον μήνα Δεκέμβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	HIRHAM CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM
1	304,30	95,01	304,30	95,01
2	176,40	76,08	480,70	171,09
3	349,80	172,99	830,50	344,08
4	257,80	276,78	1088,30	620,86
5	277,80	217,61	1366,10	838,47
6	232,50	214,68	1598,60	1053,15
7	256,00	127,02	1854,60	1180,17
8	183,70	77,79	2038,30	1257,96
9	320,10	30,18	2358,40	1288,14
10	323,00	99,60	2681,40	1387,74
11	202,00	268,51	2883,40	1656,25
12	129,30	121,02	3012,70	1777,27
13	51,80	111,57	3064,50	1888,84
14	208,70	87,07	3273,20	1975,90
15	62,20	114,62	3335,40	2090,52
16	195,40	113,31	3530,80	2203,84
17	361,80	191,43	3892,60	2395,27
18	251,00	205,28	4143,60	2600,55
19	222,00	47,82	4365,60	2648,37
20	261,30	66,22	4626,90	2714,59
21	282,10	279,65	4909,00	2994,24
22	367,60	208,10	5276,60	3202,35
23	212,10	81,11	5488,70	3283,46
24	290,50	112,38	5779,20	3395,84
25	140,40	136,14	5919,60	3531,98
26	145,40	66,73	6065,00	3598,71
27	139,10	165,97	6204,10	3764,69
28	129,60	81,22	6333,70	3845,91
29	209,60	30,96	6543,30	3876,87
30	142,60	15,02	6685,90	3891,89

**Π14.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Ιανουάριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	102,30	64,23	102,30	64,23
2	107,70	76,16	210,00	140,39
3	327,90	58,67	537,90	199,06
4	102,80	86,64	640,70	285,70
5	218,00	179,23	858,70	464,93
6	321,30	89,95	1180,00	554,88
7	101,80	83,55	1281,80	638,44
8	181,10	135,23	1462,90	773,67
9	159,90	58,30	1622,80	831,98
10	139,00	29,45	1761,80	861,42
11	179,90	102,20	1941,70	963,63
12	221,40	79,27	2163,10	1042,89
13	201,70	127,56	2364,80	1170,45
14	97,20	29,43	2462,00	1199,88
15	40,40	163,73	2502,40	1363,61
16	117,10	127,37	2619,50	1490,98
17	86,50	171,47	2706,00	1662,45
18	227,80	75,02	2933,80	1737,48
19	214,50	59,70	3148,30	1797,18
20	215,30	38,29	3363,60	1835,47
21	352,10	81,96	3715,70	1917,43
22	61,00	62,61	3776,70	1980,04
23	51,70	143,09	3828,40	2123,13
24	155,50	91,50	3983,90	2214,63
25	243,80	57,94	4227,70	2272,57
26	214,10	121,75	4441,80	2394,32
27	331,20	55,27	4773,00	2449,59
28	109,30	40,25	4882,30	2489,84
29	28,50	59,78	4910,80	2549,62
30	8,10	113,72	4918,90	2663,34

**Π15.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Φεβρουάριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	51,6	11,63	51,60	11,63
2	196,20	9,95	247,80	21,58
3	499,50	80,12	747,30	101,70
4	92,00	23,30	839,30	125,00
5	196,60	89,48	1035,90	214,48
6	124,30	116,20	1160,20	330,68
7	124,30	123,96	1284,50	454,64
8	97,10	135,51	1381,60	590,15
9	242,90	190,91	1624,50	781,06
10	166,50	59,93	1791,00	840,99
11	259,10	114,86	2050,10	955,85
12	163,00	55,45	2213,10	1011,30
13	195,20	170,29	2408,30	1181,59
14	320,50	35,91	2728,80	1217,49
15	244,40	77,59	2973,20	1295,08
16	236,70	22,89	3209,90	1317,97
17	60,90	76,02	3270,80	1393,98
18	140,60	33,40	3411,40	1427,38
19	263,00	89,08	3674,40	1516,46
20	155,50	16,92	3829,90	1533,38
21	203,70	146,46	4033,60	1679,84
22	214,10	144,07	4247,70	1823,91
23	127,20	253,70	4374,90	2077,61
24	309,60	108,29	4684,50	2185,90
25	75,80	30,19	4760,30	2216,09
26	317,00	34,46	5077,30	2250,55
27	160,90	63,59	5238,20	2314,14
28	134,80	101,83	5373,00	2415,97
29	129,80	25,75	5502,80	2441,72
30	58,90	71,54	5561,70	2513,26

**Π16.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Μάρτιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	146,00	3,08	146,00	3,08
2	380,50	34,80	526,50	37,88
3	154,10	24,67	680,60	62,55
4	155,90	163,70	836,50	226,26
5	156,30	123,44	992,80	349,70
6	193,60	215,78	1186,40	565,48
7	95,00	42,70	1281,40	608,18
8	92,10	91,67	1373,50	699,85
9	194,90	68,84	1568,40	768,70
10	114,10	57,56	1682,50	826,26
11	313,40	174,26	1995,90	1000,52
12	146,60	9,20	2142,50	1009,71
13	225,20	182,65	2367,70	1192,36
14	143,80	118,55	2511,50	1310,91
15	96,60	72,73	2608,10	1383,64
16	122,60	119,74	2730,70	1503,38
17	38,20	191,79	2768,90	1695,17
18	119,50	72,05	2888,40	1767,22
19	58,50	88,95	2946,90	1856,16
20	297,20	36,78	3244,10	1892,95
21	56,30	112,77	3300,40	2005,71
22	257,00	101,44	3557,40	2107,15
23	69,90	99,35	3627,30	2206,50
24	166,70	31,07	3794,00	2237,57
25	154,20	102,71	3948,20	2340,28
26	126,80	97,87	4075,00	2438,15
27	233,60	59,04	4308,60	2497,19
28	120,50	129,70	4429,10	2626,89
29	120,20	36,75	4549,30	2663,64
30	19,70	126,36	4569,00	2790,00

Π17. Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Απρίλιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	80,40	36,28	80,40	36,28
2	89,40	89,86	169,80	126,14
3	109,80	117,76	279,60	243,90
4	77,90	66,52	357,50	310,41
5	294,10	69,17	651,60	379,59
6	162,30	200,84	813,90	580,42
7	215,40	79,17	1029,30	659,59
8	61,30	54,45	1090,60	714,05
9	42,90	143,64	1133,50	857,69
10	50,40	124,67	1183,90	982,36
11	44,10	53,99	1228,00	1036,35
12	275,40	80,24	1503,40	1116,59
13	55,60	65,27	1559,00	1181,87
14	281,30	105,45	1840,30	1287,31
15	86,10	33,97	1926,40	1321,28
16	163,10	203,37	2089,50	1524,65
17	101,60	118,40	2191,10	1643,05
18	159,60	114,90	2350,70	1757,95
19	198,00	49,88	2548,70	1807,82
20	114,70	137,09	2663,40	1944,91
21	92,30	186,44	2755,70	2131,34
22	157,20	22,77	2912,90	2154,12
23	28,60	85,99	2941,50	2240,11
24	217,60	84,20	3159,10	2324,30
25	177,30	57,66	3336,40	2381,96
26	72,70	153,55	3409,10	2535,51
27	106,90	78,27	3516,00	2613,78
28	75,90	174,52	3591,90	2788,30
29	100,20	110,64	3692,10	2898,94
30	94,70	258,23	3786,80	3157,17

**Π18.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Μάιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	39,40	139,74	39,40	139,74
2	34,50	47,03	73,90	186,77
3	125,90	164,80	199,80	351,58
4	129,80	49,56	329,60	401,14
5	172,10	128,84	501,70	529,98
6	149,90	47,63	651,60	577,61
7	99,20	16,38	750,80	593,99
8	105,90	13,58	856,70	607,57
9	39,40	60,77	896,10	668,34
10	82,90	121,66	979,00	789,99
11	43,00	149,11	1022,00	939,10
12	63,90	61,56	1085,90	1000,66
13	52,60	7,95	1138,50	1008,61
14	83,70	10,84	1222,20	1019,45
15	83,40	155,16	1305,60	1174,61
16	50,50	113,71	1356,10	1288,32
17	33,30	124,01	1389,40	1412,33
18	53,10	28,84	1442,50	1441,16
19	184,60	100,80	1627,10	1541,96
20	127,10	41,55	1754,20	1583,51
21	91,60	122,04	1845,80	1705,55
22	150,00	92,24	1995,80	1797,79
23	41,20	8,80	2037,00	1806,59
24	65,00	34,19	2102,00	1840,78
25	83,40	38,99	2185,40	1879,77
26	94,40	62,01	2279,80	1941,78
27	82,00	87,61	2361,80	2029,39
28	25,50	33,39	2387,30	2062,78
29	91,60	35,05	2478,90	2097,84
30	134,50	145,73	2613,40	2243,56

Π19. Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Ιούνιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	22,20	27,64	22,20	27,64
2	35,40	16,57	57,60	44,21
3	31,80	27,32	89,40	71,53
4	49,50	8,83	138,90	80,36
5	104,80	85,98	243,70	166,34
6	120,40	12,16	364,10	178,49
7	27,90	21,64	392,00	200,13
8	61,00	72,80	453,00	272,93
9	31,80	114,72	484,80	387,65
10	48,70	42,35	533,50	430,00
11	24,90	2,41	558,40	432,41
12	17,20	14,31	575,60	446,72
13	21,20	66,39	596,80	513,11
14	32,90	49,11	629,70	562,22
15	74,70	100,62	704,40	662,84
16	37,70	149,54	742,10	812,38
17	25,90	12,38	768,00	824,76
18	18,60	59,16	786,60	883,91
19	25,60	7,56	812,20	891,48
20	31,90	3,92	844,10	895,40
21	38,00	18,57	882,10	913,97
22	45,50	15,98	927,60	929,95
23	79,10	54,95	1006,70	984,91
24	22,40	132,82	1029,10	1117,73
25	12,40	7,52	1041,50	1125,25
26	117,00	9,98	1158,50	1135,23
27	32,10	15,63	1190,60	1150,87
28	19,40	18,91	1210,00	1169,77
29	39,90	56,05	1249,90	1225,82
30	4,90	36,14	1254,80	1261,96

**Π20.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Ιούλιο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	49,40	13,54	49,40	13,54
2	4,60	7,77	54,00	21,30
3	12,30	2,67	66,30	23,98
4	26,70	4,10	93,00	28,08
5	29,70	14,38	122,70	42,45
6	14,00	14,44	136,70	56,89
7	113,90	8,44	250,60	65,33
8	0,80	4,27	251,40	69,60
9	14,60	0,95	266,00	70,55
10	52,80	9,34	318,80	79,89
11	13,00	7,70	331,80	87,59
12	81,40	8,33	413,20	95,91
13	24,70	22,53	437,90	118,45
14	2,10	3,00	440,00	121,45
15	17,10	2,97	457,10	124,41
16	42,90	69,62	500,00	194,04
17	3,50	6,59	503,50	200,62
18	6,70	5,63	510,20	206,26
19	49,70	0,02	559,90	206,27
20	0,30	2,63	560,20	208,90
21	12,80	11,45	573,00	220,34
22	8,40	40,85	581,40	261,20
23	49,50	10,74	630,90	271,94
24	16,00	42,53	646,90	314,47
25	17,70	17,34	664,60	331,80
26	15,60	3,66	680,20	335,46
27	7,80	0,27	688,00	335,73
28	3,50	20,04	691,50	355,77
29	93,20	25,10	784,70	380,87
30	6,10	13,37	790,80	394,23



**Π21.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Αύγουστο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	14,60	0,00	14,60	0,00
2	4,80	4,28	19,40	4,28
3	60,30	35,82	79,70	40,10
4	34,20	0,33	113,90	40,43
5	13,50	37,23	127,40	77,66
6	28,10	16,03	155,50	93,69
7	16,20	5,50	171,70	99,19
8	35,90	5,39	207,60	104,58
9	21,80	19,39	229,40	123,97
10	10,10	22,56	239,50	146,53
11	39,10	2,86	278,60	149,39
12	48,40	29,01	327,00	178,40
13	83,70	25,71	410,70	204,11
14	9,10	55,70	419,80	259,81
15	61,80	22,17	481,60	281,98
16	49,00	14,77	530,60	296,75
17	22,10	54,32	552,70	351,07
18	4,90	4,83	557,60	355,90
19	21,30	55,98	578,90	411,88
20	14,90	22,86	593,80	434,74
21	28,10	27,02	621,90	461,76
22	26,60	47,64	648,50	509,40
23	26,00	47,52	674,50	556,91
24	58,80	4,55	733,30	561,46
25	5,40	5,67	738,70	567,13
26	34,60	15,34	773,30	582,48
27	25,60	15,46	798,90	597,94
28	0,50	0,74	799,40	598,68
29	3,60	19,55	803,00	618,23
30	66,20	69,94	869,20	688,17

**Π22.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Σεπτέμβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	5,70	36,63	5,70	36,63
2	186,90	32,90	192,60	69,53
3	16,90	84,21	209,50	153,74
4	105,00	25,68	314,50	179,42
5	2,50	34,90	317,00	214,32
6	65,20	121,62	382,20	335,94
7	89,00	13,34	471,20	349,28
8	65,90	7,89	537,10	357,17
9	92,80	41,53	629,90	398,70
10	19,00	38,91	648,90	437,61
11	67,10	49,33	716,00	486,94
12	51,40	45,88	767,40	532,82
13	65,10	3,02	832,50	535,84
14	123,30	111,10	955,80	646,94
15	26,50	41,28	982,30	688,22
16	26,70	42,55	1009,00	730,77
17	105,50	31,26	1114,50	762,03
18	187,60	47,34	1302,10	809,37
19	26,80	14,40	1328,90	823,77
20	25,90	19,45	1354,80	843,21
21	64,70	52,31	1419,50	895,52
22	64,00	44,16	1483,50	939,68
23	27,10	34,39	1510,60	974,07
24	48,00	27,20	1558,60	1001,27
25	5,70	33,75	1564,30	1035,02
26	49,50	75,15	1613,80	1110,16
27	2,30	92,95	1616,10	1203,11
28	27,30	46,56	1643,40	1249,67
29	18,80	4,74	1662,20	1254,41
30	39,30	25,33	1701,50	1279,74

**Π23.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Οκτώβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	54,70	27,15	54,70	27,15
2	195,00	135,86	249,70	163,01
3	250,30	68,01	500,00	231,02
4	301,80	61,45	801,80	292,46
5	111,20	31,72	913,00	324,18
6	86,30	180,09	999,30	504,27
7	187,00	128,99	1186,30	633,27
8	73,60	11,77	1259,90	645,03
9	182,00	87,98	1441,90	733,01
10	18,70	45,51	1460,60	778,52
11	94,40	68,72	1555,00	847,23
12	93,30	47,37	1648,30	894,60
13	312,70	73,49	1961,00	968,09
14	269,80	53,39	2230,80	1021,49
15	284,70	32,23	2515,50	1053,71
16	125,90	113,47	2641,40	1167,18
17	171,40	46,97	2812,80	1214,15
18	37,60	27,72	2850,40	1241,87
19	97,60	91,55	2948,00	1333,42
20	315,40	80,49	3263,40	1413,91
21	364,20	86,09	3627,60	1500,01
22	151,00	189,75	3778,60	1689,76
23	154,60	262,25	3933,20	1952,01
24	101,70	57,40	4034,90	2009,41
25	8,30	5,95	4043,20	2015,36
26	160,70	78,66	4203,90	2094,02
27	194,60	178,63	4398,50	2272,65
28	189,10	153,83	4587,60	2426,48
29	119,80	94,05	4707,40	2520,53
30	146,00	98,02	4853,40	2618,55

**Π24.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Νοέμβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	142,70	198,95	142,70	198,95
2	169,90	91,12	312,60	290,06
3	351,20	186,40	663,80	476,46
4	90,40	170,66	754,20	647,12
5	183,20	140,53	937,40	787,66
6	396,20	179,68	1333,60	967,34
7	472,30	198,07	1805,90	1165,41
8	84,30	257,81	1890,20	1423,22
9	163,70	192,45	2053,90	1615,67
10	146,20	38,64	2200,10	1654,31
11	85,50	140,12	2285,60	1794,44
12	245,90	96,83	2531,50	1891,26
13	99,50	73,18	2631,00	1964,44
14	154,90	126,73	2785,90	2091,18
15	218,60	109,55	3004,50	2200,73
16	203,90	69,40	3208,40	2270,13
17	165,60	56,81	3374,00	2326,94
18	169,90	140,38	3543,90	2467,33
19	114,50	117,89	3658,40	2585,22
20	213,20	100,33	3871,60	2685,55
21	150,90	97,59	4022,50	2783,14
22	133,20	114,07	4155,70	2897,21
23	211,50	78,06	4367,20	2975,27
24	202,00	295,71	4569,20	3270,98
25	167,10	21,82	4736,30	3292,80
26	326,50	135,57	5062,80	3428,37
27	64,10	155,73	5126,90	3584,11
28	212,90	136,86	5339,80	3720,97
29	233,40	134,66	5573,20	3855,63
30	131,10	196,44	5704,30	4052,07

**Π25.** Ημερήσια Ύψη Βροχόπτωσης βροχομετρικού σταθμού Ελάτης και αντίστοιχες εκτιμήσεις μοντέλου RCAO για τον μήνα Δεκέμβριο των ετών 1960 – 1989. Παρουσίαση αποτελεσμάτων κατόπιν εφαρμογής της Διπλής Αθροιστικής μεθόδου στα δεδομένα.

ΗΜΕΡΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΥ	RCAO CONTROL	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO
1	304,30	102,29	304,30	102,29
2	176,40	53,18	480,70	155,47
3	349,80	219,77	830,50	375,24
4	257,80	238,05	1088,30	613,29
5	277,80	74,33	1366,10	687,62
6	232,50	308,62	1598,60	996,23
7	256,00	64,26	1854,60	1060,49
8	183,70	73,07	2038,30	1133,56
9	320,10	48,20	2358,40	1181,76
10	323,00	65,30	2681,40	1247,07
11	202,00	92,57	2883,40	1339,64
12	129,30	124,15	3012,70	1463,79
13	51,80	98,55	3064,50	1562,34
14	208,70	76,96	3273,20	1639,30
15	62,20	142,20	3335,40	1781,49
16	195,40	132,45	3530,80	1913,94
17	361,80	154,93	3892,60	2068,87
18	251,00	42,43	4143,60	2111,30
19	222,00	43,58	4365,60	2154,87
20	261,30	119,28	4626,90	2274,15
21	282,10	100,78	4909,00	2374,94
22	367,60	203,16	5276,60	2578,09
23	212,10	116,77	5488,70	2694,86
24	290,50	127,55	5779,20	2822,40
25	140,40	133,02	5919,60	2955,43
26	145,40	57,20	6065,00	3012,63
27	139,10	114,34	6204,10	3126,97
28	129,60	93,21	6333,70	3220,18
29	209,60	16,48	6543,30	3236,65
30	142,60	67,51	6685,90	3304,16

**Π26.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Ιανουάριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	102,30	132,1	132,11	100,60	100,60	166,46	34,10
1961-62	107,70	175,4	175,37	32,25	132,85	217,97	51,50
1962-63	327,90	217,2	217,16	35,66	168,51	274,93	56,96
1963-64	102,80	306,5	306,50	26,81	195,32	317,75	42,82
1964-65	218,00	427,1	427,12	90,31	285,62	461,98	144,23
1965-66	321,30	701,6	701,65	63,38	349,00	563,21	101,23
1966-67	101,80	801,2	801,17	117,20	466,20	750,40	187,19
1967-68	181,10	893,1	893,11	46,77	512,97	825,10	74,70
1968-69	159,90	938,8	938,83	143,83	656,80	1054,82	229,72
1969-70	139,00	997,9	997,91	114,74	771,54	1238,08	183,26
1970-71	179,90	1144,4	1144,44	81,51	853,05	1368,27	130,19
1971-72	221,40	1311,3	1311,28	104,55	957,60	1535,26	166,99
1972-73	201,70	1411,9	1411,94	291,90	1249,50	2001,48	466,22
1973-74	97,20	1462,3	1462,28	56,08	1305,58	2091,05	89,57
1974-75	40,40	1624,8	1624,77	23,94	1329,52	2129,28	38,23
1975-76	117,10	1729,3	1729,29	111,24	1440,76	2306,95	177,67
1976-77	86,50	2002,8	2002,78	86,05	1526,81	2444,39	137,44
1977-78	227,80	2053,4	2053,44	145,04	1671,84	2676,04	231,65
1978-79	214,50	2175,3	2175,26	19,91	1691,75	2707,83	31,79
1979-80	215,30	2185,9	2185,90	157,40	1849,15	2959,22	251,39
1980-81	352,10	2255,7	2255,67	27,80	1876,94	3003,62	44,40
1981-82	61,00	2399,0	2398,99	18,43	1895,37	3033,06	29,44
1982-83	51,70	2515,9	2515,87	56,46	1951,83	3123,23	90,18
1983-84	155,50	2596,1	2596,13	85,43	2037,26	3259,67	136,44
1984-85	243,80	2647,5	2647,49	50,46	2087,72	3340,27	80,59
1985-86	214,10	2811,9	2811,91	254,90	2342,62	3747,39	407,13
1986-87	331,20	2838,8	2838,76	154,49	2497,11	3994,14	246,75
1987-88	109,30	2875,7	2875,71	135,16	2632,27	4210,01	215,88
1988-89	28,50	2905,3	2905,35	28,29	2660,56	4255,20	45,18
1989-90	8,10	3019,1	3019,11	83,14	2743,69	4387,98	132,78
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4918,90</b>			<b>2743,69</b>			<b>4255,62</b>
<b>M.O</b>	<b>163,96</b>			<b>91,46</b>			<b>141,85</b>

**Π27.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Φεβρουάριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	51,6	51,60	36,94	32,12	32,12	336,67	336,67
1961-62	196,20	247,80	80,31	74,91	107,03	472,50	135,83
1962-63	499,50	747,30	223,62	29,36	136,39	525,74	53,24
1963-64	92,00	839,30	243,89	20,73	157,12	563,32	37,58
1964-65	196,60	1035,90	363,73	112,99	270,11	768,19	204,87
1965-66	124,30	1160,20	421,24	84,49	354,60	921,39	153,20
1966-67	124,30	1284,50	504,99	17,65	372,25	953,40	32,01
1967-68	97,10	1381,60	615,16	94,27	466,52	1124,34	170,94
1968-69	242,90	1624,50	821,78	97,97	564,50	1301,99	177,65
1969-70	166,50	1791,00	852,39	138,17	702,67	1552,53	250,54
1970-71	259,10	2050,10	1011,08	124,98	827,65	1779,15	226,62
1971-72	163,00	2213,10	1043,72	62,85	890,50	1893,11	113,97
1972-73	195,20	2408,30	1214,43	278,33	1168,83	2397,79	504,67
1973-74	320,50	2728,80	1310,63	9,80	1178,63	2415,56	17,77
1974-75	244,40	2973,20	1436,14	39,28	1217,91	2486,79	71,23
1975-76	236,70	3209,90	1492,61	56,32	1274,23	2588,90	102,11
1976-77	60,90	3270,80	1634,00	34,33	1308,56	2651,15	62,25
1977-78	140,60	3411,40	1655,39	130,46	1439,02	2887,70	236,55
1978-79	263,00	3674,40	1831,52	61,52	1500,54	2999,25	111,55
1979-80	155,50	3829,90	1862,24	116,02	1616,56	3209,63	210,38
1980-81	203,70	4033,60	1943,54	88,89	1705,45	3370,80	161,17
1981-82	214,10	4247,70	2182,95	84,29	1789,74	3523,64	152,84
1982-83	127,20	4374,90	2432,07	73,70	1863,44	3657,27	133,63
1983-84	309,60	4684,50	2507,38	39,87	1903,31	3729,57	72,30
1984-85	75,80	4760,30	2629,56	48,46	1951,77	3817,44	87,86
1985-86	317,00	5077,30	2671,61	67,06	2018,83	3939,04	121,60
1986-87	160,90	5238,20	2710,99	80,26	2099,09	4084,57	145,54
1987-88	134,80	5373,00	2830,99	190,67	2289,76	4430,30	345,73
1988-89	129,80	5502,80	2869,23	120,49	2410,25	4648,78	218,47
1989-90	58,90	5561,70	2922,10	91,96	2502,21	4815,52	166,74
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5561,70</b>			<b>2502,21</b>			<b>4815,52</b>
<b>M.O</b>	<b>185,39</b>			<b>83,41</b>			<b>160,52</b>

**Π28.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Μάρτιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	146,00	146,0	20,86	195,74	195,74	778,62	778,62
1961-62	380,50	526,5	60,10	59,33	255,07	855,91	77,29
1962-63	154,10	680,6	94,30	106,76	361,83	994,99	139,08
1963-64	155,90	836,5	161,18	57,75	419,58	1070,23	75,24
1964-65	156,30	992,8	272,27	106,75	526,33	1209,30	139,07
1965-66	193,60	1186,4	472,60	127,56	653,89	1375,48	166,18
1966-67	95,00	1281,4	582,27	79,64	733,52	1479,22	103,75
1967-68	92,10	1373,5	717,94	107,77	841,29	1619,62	140,40
1968-69	194,90	1568,4	774,36	106,35	947,64	1758,16	138,55
1969-70	114,10	1682,5	885,28	68,39	1016,03	1847,27	89,10
1970-71	313,40	1995,9	1067,64	23,86	1039,89	1878,34	31,08
1971-72	146,60	2142,5	1085,45	88,37	1128,26	1993,47	115,13
1972-73	225,20	2367,7	1264,08	142,48	1270,74	2179,09	185,62
1973-74	143,80	2511,5	1415,41	63,10	1333,84	2261,30	82,21
1974-75	96,60	2608,1	1498,10	113,26	1447,10	2408,85	147,55
1975-76	122,60	2730,7	1666,16	251,57	1698,67	2736,59	327,74
1976-77	38,20	2768,9	1799,24	168,57	1867,25	2956,20	219,61
1977-78	119,50	2888,4	1852,63	75,09	1942,34	3054,02	97,83
1978-79	58,50	2946,9	1964,84	96,17	2038,50	3179,30	125,28
1979-80	297,20	3244,1	2021,21	92,78	2131,29	3300,18	120,87
1980-81	56,30	3300,4	2148,08	216,58	2347,87	3582,33	282,15
1981-82	257,00	3557,4	2315,82	152,55	2500,42	3781,07	198,73
1982-83	69,90	3627,3	2464,69	174,11	2674,52	4007,88	226,82
1983-84	166,70	3794,0	2574,12	74,81	2749,33	4105,34	97,46
1984-85	154,20	3948,2	2688,24	78,57	2827,90	4207,70	102,36
1985-86	126,80	4075,0	2780,70	53,36	2881,26	4277,21	69,51
1986-87	233,60	4308,6	2862,35	47,54	2928,80	4339,15	61,94
1987-88	120,50	4429,1	2982,53	73,73	3002,54	4435,21	96,06
1988-89	120,20	4549,3	3033,19	20,48	3023,01	4461,89	26,68
1989-90	19,70	4569,0	3244,82	338,99	3362,00	4903,50	441,62
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4569,00</b>			<b>3362,00</b>			<b>4903,50</b>
<b>M.O</b>	<b>152,3</b>			<b>112,07</b>			<b>163,45</b>



**Π29.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Απρίλιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	80,40	80,4	84,46	109,64	109,64	117,89	117,89
1961-62	89,40	169,8	197,21	57,29	166,94	181,61	63,73
1962-63	109,80	279,6	389,76	177,56	344,50	379,13	197,51
1963-64	77,90	357,5	495,24	144,45	488,94	539,80	160,67
1964-65	294,10	651,6	583,80	82,17	571,11	631,20	91,40
1965-66	162,30	813,9	731,13	161,43	732,55	810,77	179,57
1966-67	215,40	1029,3	854,17	266,71	999,26	1107,45	296,68
1967-68	61,30	1090,6	906,08	133,38	1132,64	1255,81	148,36
1968-69	42,90	1133,5	1022,52	134,25	1266,88	1405,14	149,33
1969-70	50,40	1183,9	1121,43	121,94	1388,82	1540,77	135,64
1970-71	44,10	1228	1235,31	127,02	1515,84	1682,06	141,29
1971-72	275,40	1503,4	1360,50	62,30	1578,14	1751,37	69,30
1972-73	55,60	1559	1423,43	117,96	1696,10	1882,57	131,21
1973-74	281,30	1840,3	1523,21	57,51	1753,61	1946,54	63,97
1974-75	86,10	1926,4	1642,34	100,14	1853,75	2057,93	111,39
1975-76	163,10	2089,5	1815,72	96,67	1950,42	2165,46	107,53
1976-77	101,60	2191,1	1953,91	146,96	2097,37	2328,93	163,47
1977-78	159,60	2350,7	2046,13	188,42	2285,79	2538,52	209,59
1978-79	198,00	2548,7	2139,46	128,19	2413,98	2681,11	142,59
1979-80	114,70	2663,4	2260,93	28,22	2442,21	2712,50	31,40
1980-81	92,30	2755,7	2397,26	39,68	2481,88	2756,64	44,14
1981-82	157,20	2912,9	2477,97	84,07	2565,95	2850,15	93,51
1982-83	28,60	2941,5	2599,23	170,69	2736,64	3040,02	189,87
1983-84	217,60	3159,1	2744,14	62,64	2799,29	3109,70	69,68
1984-85	177,30	3336,4	2893,99	100,96	2900,24	3222,00	112,30
1985-86	72,70	3409,1	3087,20	167,31	3067,56	3408,11	186,11
1986-87	106,90	3516	3202,61	89,22	3156,78	3507,35	99,24
1987-88	75,90	3591,9	3470,29	113,70	3270,47	3633,82	126,47
1988-89	100,20	3692,1	3555,19	25,41	3295,88	3662,08	28,26
1989-90	94,70	3786,8	3647,33	134,59	3430,47	3811,80	149,71
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3786,80</b>			<b>3430,47</b>			<b>3811,80</b>
<b>M.O</b>	<b>126,23</b>			<b>114,35</b>			<b>127,06</b>

**Π30.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Μάιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	39,40	39,4	167,69	46,91	46,91	-70,87	-177,24
1961-62	34,50	73,9	252,25	61,06	107,97	-15,74	55,14
1962-63	125,90	199,8	380,79	147,21	255,18	117,19	132,93
1963-64	129,80	329,6	502,73	97,86	353,05	205,57	88,37
1964-65	172,10	501,7	630,18	130,34	483,39	323,27	117,70
1965-66	149,90	651,6	717,20	122,07	605,45	433,50	110,23
1966-67	99,20	750,8	812,65	139,88	745,34	559,81	126,32
1967-68	105,90	856,7	953,84	104,97	850,31	654,60	94,79
1968-69	39,40	896,1	1038,50	37,58	887,89	688,54	33,93
1969-70	82,90	979	1149,79	182,31	1070,20	853,17	164,63
1970-71	43,00	1022	1234,42	146,79	1216,99	985,72	132,55
1971-72	63,90	1085,9	1381,54	102,16	1319,15	1077,97	92,25
1972-73	52,60	1138,5	1470,83	64,99	1384,14	1136,66	58,69
1973-74	83,70	1222,2	1518,35	108,92	1493,06	1235,02	98,36
1974-75	83,40	1305,6	1626,44	35,62	1528,69	1267,19	32,17
1975-76	50,50	1356,1	1741,26	105,64	1634,33	1362,59	95,39
1976-77	33,30	1389,4	1835,13	121,95	1756,27	1472,70	110,12
1977-78	53,10	1442,5	1885,60	35,54	1791,81	1504,80	32,09
1978-79	184,60	1627,1	2019,85	112,27	1904,08	1606,18	101,38
1979-80	127,10	1754,2	2090,62	84,66	1988,74	1682,62	76,45
1980-81	91,60	1845,8	2244,21	24,09	2012,82	1704,37	21,75
1981-82	150,00	1995,8	2283,95	97,63	2110,45	1792,53	88,16
1982-83	41,20	2037	2321,48	133,57	2244,02	1913,15	120,62
1983-84	65,00	2102	2370,87	66,16	2310,18	1972,89	59,74
1984-85	83,40	2185,4	2490,63	65,19	2375,37	2031,76	58,86
1985-86	94,40	2279,8	2608,62	85,86	2461,22	2109,29	77,53
1986-87	82,00	2361,8	2688,33	77,88	2539,10	2179,61	70,32
1987-88	25,50	2387,3	2780,65	91,42	2630,52	2262,16	82,55
1988-89	91,60	2478,9	2873,44	72,02	2702,54	2327,20	65,04
1989-90	134,50	2613,4	2992,50	101,03	2803,57	2418,43	91,24
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2613,40</b>			<b>2803,57</b>			<b>2312,07</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>87,11</b>			<b>93,45</b>			<b>77,07</b>

**Π31.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Ιούνιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	22,20	22,2	64,47	133,58	133,58	100,84	100,84
1961-62	35,40	57,6	110,82	47,04	180,61	121,25	20,41
1962-63	31,80	89,4	247,96	117,92	298,53	172,42	51,17
1963-64	49,50	138,9	296,42	55,54	354,07	196,52	24,10
1964-65	104,80	243,7	403,55	126,94	481,02	251,60	55,09
1965-66	120,40	364,1	548,09	79,75	560,77	286,21	34,61
1966-67	27,90	392	680,55	34,39	595,16	301,13	14,92
1967-68	61,00	453	824,61	152,06	747,22	367,12	65,98
1968-69	31,80	484,8	939,66	71,64	818,86	398,21	31,09
1969-70	48,70	533,5	1012,15	93,47	912,33	438,76	40,56
1970-71	24,90	558,4	1108,50	67,33	979,66	467,98	29,22
1971-72	17,20	575,6	1214,43	57,23	1036,89	492,82	24,83
1972-73	21,20	596,8	1308,74	81,56	1118,46	528,21	35,39
1973-74	32,90	629,7	1381,44	97,18	1215,63	570,38	42,17
1974-75	74,70	704,4	1491,43	137,92	1353,55	630,22	59,85
1975-76	37,70	742,1	1593,89	66,02	1419,57	658,87	28,65
1976-77	25,90	768	1725,18	122,60	1542,18	712,08	53,20
1977-78	18,60	786,6	1779,80	40,69	1582,86	729,73	17,65
1978-79	25,60	812,2	1845,87	40,82	1623,68	747,44	17,71
1979-80	31,90	844,1	1902,40	43,33	1667,01	766,25	18,80
1980-81	38,00	882,1	1994,05	28,63	1695,64	778,67	12,42
1981-82	45,50	927,6	2094,03	113,11	1808,75	827,75	49,08
1982-83	79,10	1006,7	2182,69	84,44	1893,19	864,39	36,64
1983-84	22,40	1029,1	2314,09	142,31	2035,49	926,14	61,75
1984-85	12,40	1041,5	2389,86	90,51	2126,01	965,42	39,28
1985-86	117,00	1158,5	2446,18	110,27	2236,28	1013,27	47,85
1986-87	32,10	1190,6	2574,76	129,35	2365,63	1069,40	56,13
1987-88	19,40	1210	2687,61	118,42	2484,05	1120,78	51,39
1988-89	39,90	1249,9	2791,55	133,18	2617,23	1178,58	57,79
1989-90	4,90	1254,8	2895,02	87,26	2704,49	1216,44	37,87
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1254,80</b>			<b>2704,49</b>			<b>1216,44</b>
<b>M.O</b>	<b>41,83</b>			<b>90,15</b>			<b>40,55</b>

**Π32.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Ιούλιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	49,40	49,4	92,83	50,47	50,47	64,93	64,93
1961-62	4,60	54	175,44	5,08	55,55	66,55	1,62
1962-63	12,30	66,3	232,20	63,21	118,76	86,68	20,13
1963-64	26,70	93	282,02	70,80	189,56	109,22	22,54
1964-65	29,70	122,7	349,98	112,93	302,48	145,18	35,96
1965-66	14,00	136,7	398,50	117,43	419,92	182,57	37,39
1966-67	113,90	250,6	454,73	76,02	495,93	206,78	24,21
1967-68	0,80	251,4	567,08	98,56	594,50	238,16	31,38
1968-69	14,60	266	648,95	40,05	634,55	250,92	12,75
1969-70	52,80	318,8	694,36	60,64	695,19	270,23	19,31
1970-71	13,00	331,8	786,66	55,58	750,77	287,92	17,70
1971-72	81,40	413,2	869,55	28,41	779,18	296,97	9,05
1972-73	24,70	437,9	1042,55	45,35	824,53	311,41	14,44
1973-74	2,10	440	1095,86	30,75	855,28	321,20	9,79
1974-75	17,10	457,1	1144,84	86,14	941,42	348,63	27,43
1975-76	42,90	500	1235,34	40,70	982,12	361,59	12,96
1976-77	3,50	503,5	1339,08	63,68	1045,80	381,87	20,28
1977-78	6,70	510,2	1409,84	42,52	1088,32	395,41	13,54
1978-79	49,70	559,9	1513,11	96,59	1184,91	426,17	30,76
1979-80	0,30	560,2	1576,82	7,82	1192,73	428,65	2,49
1980-81	12,80	573	1614,75	58,10	1250,83	447,16	18,50
1981-82	8,40	581,4	1743,04	27,74	1278,57	455,99	8,83
1982-83	49,50	630,9	1804,25	15,23	1293,80	460,84	4,85
1983-84	16,00	646,9	1906,06	69,51	1363,32	482,97	22,13
1984-85	17,70	664,6	2036,78	121,99	1485,31	521,82	38,84
1985-86	15,60	680,2	2081,83	60,54	1545,84	541,09	19,28
1986-87	7,80	688	2132,94	87,46	1633,30	568,94	27,85
1987-88	3,50	691,5	2303,11	24,98	1658,28	576,89	7,95
1988-89	93,20	784,7	2396,37	29,60	1687,88	586,32	9,43
1989-90	6,10	790,8	2465,89	109,76	1797,64	621,27	34,95
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>790,80</b>			<b>1797,64</b>			<b>621,27</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>26,36</b>			<b>59,92</b>			<b>20,71</b>

**Π33.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Αύγουστο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	14,60	14,6	21,03	23,42	23,42	36,25	36,25
1961-62	4,80	19,4	86,27	28,66	52,08	47,36	11,10
1962-63	60,30	79,7	174,67	34,22	86,30	60,62	13,26
1963-64	34,20	113,9	183,96	16,28	102,58	66,93	6,31
1964-65	13,50	127,4	224,41	90,89	193,47	102,14	35,21
1965-66	28,10	155,5	299,52	64,76	258,23	127,23	25,09
1966-67	16,20	171,7	402,36	92,46	350,69	163,05	35,82
1967-68	35,90	207,6	491,13	35,78	386,47	176,91	13,86
1968-69	21,80	229,4	582,98	31,04	417,51	188,94	12,03
1969-70	10,10	239,5	665,18	64,29	481,80	213,85	24,91
1970-71	39,10	278,6	693,40	41,25	523,05	229,83	15,98
1971-72	48,40	327	802,57	13,48	536,53	235,05	5,22
1972-73	83,70	410,7	855,26	71,01	607,53	262,56	27,51
1973-74	9,10	419,8	930,83	9,85	617,39	266,38	3,82
1974-75	61,80	481,6	1064,61	29,80	647,19	277,93	11,55
1975-76	49,00	530,6	1120,71	11,00	658,20	282,19	4,26
1976-77	22,10	552,7	1204,24	44,88	703,07	299,58	17,39
1977-78	4,90	557,6	1278,99	18,90	721,97	306,90	7,32
1978-79	21,30	578,9	1372,98	50,02	771,99	326,28	19,38
1979-80	14,90	593,8	1443,39	100,85	872,84	365,35	39,07
1980-81	28,10	621,9	1514,30	16,88	889,72	371,89	6,54
1981-82	26,60	648,5	1636,44	30,93	920,65	383,87	11,98
1982-83	26,00	674,5	1703,27	30,79	951,44	395,80	11,93
1983-84	58,80	733,3	1760,53	27,30	978,74	406,38	10,58
1984-85	5,40	738,7	1813,63	9,25	988,00	409,96	3,58
1985-86	34,60	773,3	1886,61	40,62	1028,61	425,70	15,74
1986-87	25,60	798,9	2012,63	18,35	1046,97	432,81	7,11
1987-88	0,50	799,4	2110,60	22,83	1069,80	441,66	8,84
1988-89	3,60	803	2213,17	10,60	1080,40	445,76	4,11
1989-90	66,20	869,2	2321,48	75,33	1155,73	474,95	29,19
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>869,20</b>			<b>1155,73</b>			<b>474,95</b>
<b>M.O</b>	<b>28,97</b>			<b>38,52</b>			<b>15,83</b>

**Π34.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Σεπτέμβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	5,70	5,7	41,01	11,42	11,42	171,26	171,26
1961-62	186,90	192,6	62,84	21,14	32,56	194,04	22,78
1962-63	16,90	209,5	103,35	50,28	82,84	248,22	54,18
1963-64	105,00	314,5	127,32	128,92	211,76	387,16	138,94
1964-65	2,50	317	176,10	38,76	250,52	428,93	41,77
1965-66	65,20	382,2	195,00	65,50	316,01	499,52	70,59
1966-67	89,00	471,2	223,51	85,18	401,20	591,32	91,80
1967-68	65,90	537,1	272,09	37,93	439,13	632,20	40,88
1968-69	92,80	629,9	310,91	75,16	514,29	713,20	81,00
1969-70	19,00	648,9	406,23	34,60	548,88	750,48	37,28
1970-71	67,10	716	479,06	27,40	576,28	780,01	29,53
1971-72	51,40	767,4	635,66	7,97	584,26	788,61	8,59
1972-73	65,10	832,5	683,20	86,80	671,06	882,16	93,55
1973-74	123,30	955,8	765,59	28,68	699,75	913,07	30,91
1974-75	26,50	982,3	795,01	86,29	786,03	1006,06	92,99
1975-76	26,70	1009	811,72	49,59	835,62	1059,50	53,44
1976-77	105,50	1114,5	852,25	71,47	907,09	1136,52	77,03
1977-78	187,60	1302,1	861,67	42,15	949,24	1181,95	45,43
1978-79	26,80	1328,9	897,08	27,37	976,61	1211,45	29,50
1979-80	25,90	1354,8	997,49	34,11	1010,72	1248,21	36,76
1980-81	64,70	1419,5	1066,02	17,76	1028,48	1267,35	19,14
1981-82	64,00	1483,5	1141,11	42,41	1070,89	1313,05	45,70
1982-83	27,10	1510,6	1243,55	38,12	1109,01	1354,13	41,08
1983-84	48,00	1558,6	1287,38	57,47	1166,48	1416,07	61,94
1984-85	5,70	1564,3	1403,31	12,78	1179,26	1429,84	13,77
1985-86	49,50	1613,8	1422,05	50,21	1229,47	1483,95	54,11
1986-87	2,30	1616,1	1443,93	101,59	1331,06	1593,44	109,49
1987-88	27,30	1643,4	1476,00	44,34	1375,41	1641,23	47,79
1988-89	18,80	1662,2	1526,65	48,42	1423,82	1693,41	52,18
1989-90	39,30	1701,5	1561,12	53,87	1477,69	1751,46	58,06
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1701,50</b>			<b>1477,69</b>			<b>1751,46</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>56,72</b>			<b>49,26</b>			<b>58,38</b>

**Π35.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Οκτώβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	54,70	54,7	61,89	120,04	120,04	228,74	228,74
1961-62	195,00	249,7	117,81	169,02	289,06	604,83	376,09
1962-63	250,30	500	139,46	70,80	359,86	762,37	157,54
1963-64	301,80	801,8	205,74	106,37	466,23	999,08	236,70
1964-65	111,20	913	228,05	68,76	534,99	1152,08	153,00
1965-66	86,30	999,3	325,48	22,66	557,65	1202,50	50,42
1966-67	187,00	1186,3	400,19	27,00	584,65	1262,57	60,07
1967-68	73,60	1259,9	633,32	83,79	668,44	1449,02	186,45
1968-69	182,00	1441,9	757,87	74,12	742,56	1613,95	164,92
1969-70	18,70	1460,6	838,56	60,77	803,33	1749,18	135,23
1970-71	94,40	1555	881,93	36,60	839,93	1830,61	81,44
1971-72	93,30	1648,3	930,64	22,11	862,03	1879,81	49,20
1972-73	312,70	1961	1087,91	23,87	885,91	1932,92	53,12
1973-74	269,80	2230,8	1149,35	19,67	905,58	1976,69	43,77
1974-75	284,70	2515,5	1165,45	42,94	948,52	2072,24	95,55
1975-76	125,90	2641,4	1230,58	64,80	1013,31	2216,43	144,19
1976-77	171,40	2812,8	1300,67	10,88	1024,19	2240,64	24,21
1977-78	37,60	2850,4	1320,95	62,99	1087,18	2380,81	140,17
1978-79	97,60	2948	1405,33	22,87	1110,05	2431,69	50,88
1979-80	315,40	3263,4	1458,56	26,95	1137,00	2491,67	59,98
1980-81	364,20	3627,6	1539,81	44,24	1181,24	2590,10	98,43
1981-82	151,00	3778,6	1631,51	84,75	1265,99	2778,68	188,57
1982-83	154,60	3933,2	1737,38	161,40	1427,38	3137,82	359,14
1983-84	101,70	4034,9	1802,35	129,73	1557,12	3426,50	288,68
1984-85	8,30	4043,2	1837,56	36,15	1593,27	3506,94	80,44
1985-86	160,70	4203,9	1874,35	72,86	1666,13	3669,08	162,14
1986-87	194,60	4398,5	1965,04	137,78	1803,91	3975,67	306,59
1987-88	189,10	4587,6	2052,73	208,23	2012,14	4439,02	463,35
1988-89	119,80	4707,4	2139,44	17,64	2029,79	4478,28	39,25
1989-90	146,00	4853,4	2211,62	63,15	2092,93	4618,79	140,51
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4853,40</b>			<b>2092,93</b>			<b>4618,79</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>161,78</b>			<b>69,76</b>			<b>153,96</b>

**Π36.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Νοέμβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	142,70	142,7	139,01	102,62	102,62	404,77	404,77
1961-62	169,90	312,6	295,63	165,74	268,36	624,50	219,73
1962-63	351,20	663,8	363,99	56,13	324,50	698,92	74,42
1963-64	90,40	754,2	495,23	233,96	558,45	1009,09	310,16
1964-65	183,20	937,4	611,51	44,22	602,68	1067,72	58,63
1965-66	396,20	1333,6	727,51	75,80	678,48	1168,21	100,49
1966-67	472,30	1805,9	837,26	63,96	742,44	1253,00	84,80
1967-68	84,30	1890,2	939,77	111,05	853,49	1400,23	147,23
1968-69	163,70	2053,9	1142,89	167,70	1021,19	1622,55	222,32
1969-70	146,20	2200,1	1246,80	72,15	1093,34	1718,20	95,65
1970-71	85,50	2285,6	1359,91	110,40	1203,74	1864,56	146,36
1971-72	245,90	2531,5	1524,48	108,23	1311,97	2008,04	143,48
1972-73	99,50	2631	1823,64	110,52	1422,48	2154,56	146,51
1973-74	154,90	2785,9	1926,61	79,45	1501,93	2259,89	105,33
1974-75	218,60	3004,5	2158,51	216,98	1718,91	2547,54	287,65
1975-76	203,90	3208,4	2202,97	58,05	1776,96	2624,50	76,96
1976-77	165,60	3374	2259,35	32,98	1809,93	2668,22	43,72
1977-78	169,90	3543,9	2426,72	260,65	2070,58	3013,76	345,55
1978-79	114,50	3658,4	2703,40	58,53	2129,11	3091,35	77,59
1979-80	213,20	3871,6	2744,25	166,08	2295,18	3311,53	220,17
1980-81	150,90	4022,5	2907,85	33,39	2328,57	3355,79	44,27
1981-82	133,20	4155,7	3000,49	73,13	2401,71	3452,75	96,96
1982-83	211,50	4367,2	3190,87	202,33	2604,04	3720,98	268,23
1983-84	202,00	4569,2	3373,67	77,81	2681,84	3824,13	103,15
1984-85	167,10	4736,3	3444,73	61,33	2743,17	3905,43	81,30
1985-86	326,50	5062,8	3583,45	140,46	2883,63	4091,65	186,22
1986-87	64,10	5126,9	3703,55	83,57	2967,21	4202,45	110,80
1987-88	212,90	5339,8	3840,91	137,93	3105,13	4385,30	182,85
1988-89	233,40	5573,2	3929,09	37,91	3143,05	4435,57	50,26
1989-90	131,10	5704,3	4143,16	194,55	3337,60	4693,49	257,93
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5704,30</b>			<b>3337,60</b>			<b>4693,49</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>190,14</b>			<b>111,25</b>			<b>156,45</b>



**Π37.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου HIRHAM για το μήνα Δεκέμβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (HIRHAM scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM	HIRHAM SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ HIRHAM SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	304,30	304,3	95,01	92,21	92,21	212,40	212,40
1961-62	176,40	480,7	171,09	40,99	133,20	279,98	67,58
1962-63	349,80	830,5	344,08	147,93	281,13	523,89	243,91
1963-64	257,80	1088,3	620,86	146,74	427,87	765,84	241,95
1964-65	277,80	1366,1	838,47	60,98	488,85	866,38	100,54
1965-66	232,50	1598,6	1053,15	241,83	730,67	1265,11	398,73
1966-67	256,00	1854,6	1180,17	57,06	787,74	1359,19	94,08
1967-68	183,70	2038,3	1257,96	245,98	1033,71	1764,76	405,57
1968-69	320,10	2358,4	1288,14	86,93	1120,64	1908,09	143,33
1969-70	323,00	2681,4	1387,74	191,37	1312,01	2223,62	315,53
1970-71	202,00	2883,4	1656,25	56,63	1368,64	2316,98	93,36
1971-72	129,30	3012,7	1777,27	50,86	1419,50	2400,84	83,86
1972-73	51,80	3064,5	1888,84	38,33	1457,83	2464,04	63,20
1973-74	208,70	3273,2	1975,90	72,84	1530,67	2584,14	120,10
1974-75	62,20	3335,4	2090,52	116,86	1647,53	2776,82	192,68
1975-76	195,40	3530,8	2203,84	33,17	1680,70	2831,51	54,69
1976-77	361,80	3892,6	2395,27	57,50	1738,20	2926,32	94,81
1977-78	251,00	4143,6	2600,55	228,59	1966,79	3303,23	376,91
1978-79	222,00	4365,6	2648,37	105,56	2072,35	3477,28	174,05
1979-80	261,30	4626,9	2714,59	33,29	2105,64	3532,16	54,88
1980-81	282,10	4909	2994,24	31,36	2137,00	3583,86	51,71
1981-82	367,60	5276,6	3202,35	46,11	2183,11	3659,90	76,03
1982-83	212,10	5488,7	3283,46	208,01	2391,13	4002,87	342,98
1983-84	290,50	5779,2	3395,84	30,56	2421,69	4053,26	50,39
1984-85	140,40	5919,6	3531,98	181,82	2603,51	4353,05	299,79
1985-86	145,40	6065	3598,71	88,90	2692,41	4499,63	146,58
1986-87	139,10	6204,1	3764,69	172,06	2864,47	4783,31	283,69
1987-88	129,60	6333,7	3845,91	231,69	3096,15	5165,32	382,01
1988-89	209,60	6543,3	3876,87	99,87	3196,02	5329,98	164,66
1989-90	142,60	6685,9	3891,89	107,79	3303,81	5507,70	177,72
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>6685,90</b>			<b>3303,81</b>			<b>5507,70</b>
<b>M.O</b>	<b>222,86</b>			<b>110,13</b>			<b>183,59</b>

**Π38.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Ιανουάριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	102,30	102,30	64,23	44,80	44,80	126,07	126,07
1961-62	107,70	210,00	140,39	52,39	97,19	223,09	97,02
1962-63	327,90	537,90	199,06	32,79	129,98	283,81	60,72
1963-64	102,80	640,70	285,70	40,27	170,24	358,38	74,57
1964-65	218,00	858,70	464,93	155,02	325,27	645,46	287,08
1965-66	321,30	1180,00	554,88	31,59	356,85	703,95	58,49
1966-67	101,80	1281,80	638,44	56,97	413,82	809,45	105,50
1967-68	181,10	1462,90	773,67	37,89	451,71	879,62	70,17
1968-69	159,90	1622,80	831,98	100,13	551,84	1065,05	185,43
1969-70	139,00	1761,80	861,42	98,86	650,70	1248,12	183,07
1970-71	179,90	1941,70	963,63	104,88	755,59	1442,35	194,23
1971-72	221,40	2163,10	1042,89	205,10	960,69	1822,17	379,82
1972-73	201,70	2364,80	1170,45	174,55	1135,23	2145,40	323,23
1973-74	97,20	2462,00	1199,88	41,86	1177,09	2222,92	77,52
1974-75	40,40	2502,40	1363,61	47,71	1224,80	2311,27	88,35
1975-76	117,10	2619,50	1490,98	54,63	1279,44	2412,44	101,17
1976-77	86,50	2706,00	1662,45	26,95	1306,39	2462,36	49,91
1977-78	227,80	2933,80	1737,48	66,86	1373,25	2586,17	123,81
1978-79	214,50	3148,30	1797,18	35,29	1408,54	2651,52	65,35
1979-80	215,30	3363,60	1835,47	133,09	1541,62	2897,98	246,46
1980-81	352,10	3715,70	1917,43	49,96	1591,59	2990,50	92,52
1981-82	61,00	3776,70	1980,04	22,85	1614,44	3032,81	42,32
1982-83	51,70	3828,40	2123,13	16,53	1630,97	3063,43	30,61
1983-84	155,50	3983,90	2214,63	24,81	1655,78	3109,38	45,95
1984-85	243,80	4227,70	2272,57	44,44	1700,22	3191,67	82,29
1985-86	214,10	4441,80	2394,32	126,36	1826,58	3425,67	234,00
1986-87	331,20	4773,00	2449,59	166,28	1992,86	3733,59	307,93
1987-88	109,30	4882,30	2489,84	83,09	2075,94	3887,46	153,86
1988-89	28,50	4910,80	2549,62	100,74	2176,69	4074,02	186,56
1989-90	8,10	4918,90	2663,34	103,72	2280,41	4266,09	192,07
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4918,90</b>			<b>2280,41</b>			<b>4266,09</b>
<b>M.O</b>	<b>163,96</b>			<b>76,01</b>			<b>142,20</b>

**Π39.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Φεβρουάριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	51,60	51,60	11,63	39,55	39,55	338,30	338,30
1961-62	196,20	247,80	21,58	62,74	102,29	471,45	133,15
1962-63	499,50	747,30	101,70	51,88	154,16	581,55	110,09
1963-64	92,00	839,30	125,00	24,73	178,89	634,02	52,48
1964-65	196,60	1035,90	214,48	153,75	332,64	960,32	326,29
1965-66	124,30	1160,20	330,68	130,89	463,53	1238,10	277,78
1966-67	124,30	1284,50	454,64	37,92	501,45	1318,58	80,48
1967-68	97,10	1381,60	590,15	76,45	577,90	1480,81	162,24
1968-69	242,90	1624,50	781,06	142,50	720,40	1783,23	302,42
1969-70	166,50	1791,00	840,99	164,74	885,14	2132,85	349,62
1970-71	259,10	2050,10	955,85	33,41	918,55	2203,75	70,90
1971-72	163,00	2213,10	1011,30	43,34	961,88	2295,72	91,97
1972-73	195,20	2408,30	1181,59	205,52	1167,41	2731,89	436,17
1973-74	320,50	2728,80	1217,49	33,55	1200,96	2803,10	71,21
1974-75	244,40	2973,20	1295,08	31,76	1232,72	2870,50	67,40
1975-76	236,70	3209,90	1317,97	105,73	1338,45	3094,88	224,38
1976-77	60,90	3270,80	1393,98	62,70	1401,14	3227,93	133,05
1977-78	140,60	3411,40	1427,38	132,71	1533,85	3509,57	281,64
1978-79	263,00	3674,40	1516,46	96,64	1630,49	3714,67	205,09
1979-80	155,50	3829,90	1533,38	75,99	1706,48	3875,94	161,27
1980-81	203,70	4033,60	1679,84	33,67	1740,16	3947,40	71,46
1981-82	214,10	4247,70	1823,91	84,83	1824,98	4127,43	180,03
1982-83	127,20	4374,90	2077,61	110,87	1935,86	4362,73	235,30
1983-84	309,60	4684,50	2185,90	70,52	2006,38	4512,40	149,67
1984-85	75,80	4760,30	2216,09	33,31	2039,70	4583,10	70,70
1985-86	317,00	5077,30	2250,55	108,91	2148,61	4814,24	231,14
1986-87	160,90	5238,20	2314,14	103,22	2251,83	5033,29	219,05
1987-88	134,80	5373,00	2415,97	132,22	2384,05	5313,89	280,60
1988-89	129,80	5502,80	2441,72	121,53	2505,58	5571,81	257,92
1989-90	58,90	5561,70	2513,26	93,20	2598,78	5769,61	197,80
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5561,70</b>			<b>2598,78</b>			<b>5769,61</b>
<b>M.O</b>	<b>185,39</b>			<b>86,63</b>			<b>192,32</b>

**Π40.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Μάρτιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	146,00	146,00	3,08	211,53	211,53	725,29	725,29
1961-62	380,50	526,50	37,88	65,16	276,69	823,71	98,42
1962-63	154,10	680,60	62,55	64,41	341,10	921,01	97,30
1963-64	155,90	836,50	226,26	77,70	418,80	1038,38	117,36
1964-65	156,30	992,80	349,70	116,06	534,86	1213,70	175,32
1965-66	193,60	1186,40	565,48	93,38	628,23	1354,75	141,05
1966-67	95,00	1281,40	608,18	112,94	741,17	1525,35	170,60
1967-68	92,10	1373,50	699,85	112,20	853,37	1694,83	169,48
1968-69	194,90	1568,40	768,70	109,89	963,26	1860,83	166,00
1969-70	114,10	1682,50	826,26	38,27	1001,53	1918,64	57,81
1970-71	313,40	1995,90	1000,52	3,37	1004,90	1923,73	5,09
1971-72	146,60	2142,50	1009,71	58,26	1063,16	2011,73	88,00
1972-73	225,20	2367,70	1192,36	173,74	1236,90	2274,18	262,45
1973-74	143,80	2511,50	1310,91	44,40	1281,30	2341,25	67,07
1974-75	96,60	2608,10	1383,64	55,53	1336,83	2425,13	83,88
1975-76	122,60	2730,70	1503,38	256,32	1593,15	2812,32	387,19
1976-77	38,20	2768,90	1695,17	100,95	1694,09	2964,81	152,49
1977-78	119,50	2888,40	1767,22	55,90	1749,99	3049,25	84,44
1978-79	58,50	2946,90	1856,16	123,90	1873,89	3236,41	187,16
1979-80	297,20	3244,10	1892,95	191,53	2065,42	3525,73	289,32
1980-81	56,30	3300,40	2005,71	152,98	2218,40	3756,81	231,08
1981-82	257,00	3557,40	2107,15	124,17	2342,57	3944,38	187,57
1982-83	69,90	3627,30	2206,50	91,95	2434,52	4083,27	138,89
1983-84	166,70	3794,00	2237,57	113,15	2547,66	4254,19	170,92
1984-85	154,20	3948,20	2340,28	25,00	2572,66	4291,95	37,76
1985-86	126,80	4075,00	2438,15	97,35	2670,02	4439,01	147,06
1986-87	233,60	4308,60	2497,19	54,13	2724,14	4520,77	81,76
1987-88	120,50	4429,10	2626,89	9,63	2733,77	4535,32	14,55
1988-89	120,20	4549,30	2663,64	2,30	2736,07	4538,79	3,47
1989-90	19,70	4569,00	2790,00	54,57	2790,64	4621,22	82,43
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4569,00</b>			<b>2790,64</b>			<b>4621,22</b>
<b>M.O</b>	<b>152,30</b>			<b>93,02</b>			<b>154,04</b>

**Π41.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Απρίλιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	80,40	80,40	36,28	34,05	34,05	99,53	99,53
1961-62	89,40	169,80	126,14	74,55	108,60	196,40	96,86
1962-63	109,80	279,60	243,90	116,26	224,86	347,46	151,06
1963-64	77,90	357,50	310,41	105,77	330,63	484,90	137,44
1964-65	294,10	651,60	379,59	38,18	368,81	534,51	49,61
1965-66	162,30	813,90	580,42	212,31	581,13	810,38	275,87
1966-67	215,40	1029,30	659,59	59,16	640,29	887,26	76,88
1967-68	61,30	1090,60	714,05	175,41	815,70	1115,19	227,93
1968-69	42,90	1133,50	857,69	150,20	965,91	1310,36	195,17
1969-70	50,40	1183,90	982,36	38,70	1004,61	1360,65	50,29
1970-71	44,10	1228,00	1036,35	83,87	1088,48	1469,62	108,97
1971-72	275,40	1503,40	1116,59	18,99	1107,47	1494,30	24,68
1972-73	55,60	1559,00	1181,87	96,35	1203,82	1619,50	125,20
1973-74	281,30	1840,30	1287,31	3,48	1207,30	1624,02	4,53
1974-75	86,10	1926,40	1321,28	166,10	1373,41	1839,85	215,83
1975-76	163,10	2089,50	1524,65	84,23	1457,63	1949,29	109,44
1976-77	101,60	2191,10	1643,05	152,36	1609,99	2147,27	197,97
1977-78	159,60	2350,70	1757,95	101,91	1711,90	2279,68	132,41
1978-79	198,00	2548,70	1807,82	73,36	1785,26	2375,00	95,32
1979-80	114,70	2663,40	1944,91	23,46	1808,72	2405,49	30,48
1980-81	92,30	2755,70	2131,34	11,66	1820,38	2420,63	15,15
1981-82	157,20	2912,90	2154,12	86,34	1906,72	2532,83	112,19
1982-83	28,60	2941,50	2240,11	107,45	2014,17	2672,45	139,62
1983-84	217,60	3159,10	2324,30	55,41	2069,58	2744,44	71,99
1984-85	177,30	3336,40	2381,96	62,72	2132,30	2825,94	81,50
1985-86	72,70	3409,10	2535,51	80,06	2212,36	2929,97	104,03
1986-87	106,90	3516,00	2613,78	65,45	2277,80	3015,01	85,04
1987-88	75,90	3591,90	2788,30	49,84	2327,65	3079,77	64,77
1988-89	100,20	3692,10	2898,94	24,22	2351,87	3111,24	31,47
1989-90	94,70	3786,80	3157,17	35,63	2387,49	3157,53	46,29
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3786,80</b>			<b>2387,49</b>			<b>3157,53</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>126,23</b>			<b>79,58</b>			<b>105,25</b>

**Π42.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Μάιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	39,40	39,40	139,74	49,85	49,85	-38,86	-38,86
1961-62	34,50	73,90	186,77	12,09	61,95	-24,39	14,47
1962-63	125,90	199,80	351,58	80,60	142,55	72,05	96,44
1963-64	129,80	329,60	401,14	64,81	207,36	149,59	77,55
1964-65	172,10	501,70	529,98	88,84	296,20	255,88	106,29
1965-66	149,90	651,60	577,61	126,17	422,37	406,84	150,96
1966-67	99,20	750,80	593,99	192,19	614,55	636,79	229,94
1967-68	105,90	856,70	607,57	212,34	826,90	890,85	254,06
1968-69	39,40	896,10	668,34	48,77	875,66	949,19	58,35
1969-70	82,90	979,00	789,99	114,23	989,90	1085,87	136,68
1970-71	43,00	1022,00	939,10	54,62	1044,52	1151,23	65,36
1971-72	63,90	1085,90	1000,66	89,71	1134,23	1258,56	107,34
1972-73	52,60	1138,50	1008,61	16,35	1150,59	1278,12	19,56
1973-74	83,70	1222,20	1019,45	60,59	1211,18	1350,62	72,50
1974-75	83,40	1305,60	1174,61	5,02	1216,20	1356,63	6,01
1975-76	50,50	1356,10	1288,32	22,60	1238,80	1383,67	27,04
1976-77	33,30	1389,40	1412,33	33,13	1271,94	1423,32	39,64
1977-78	53,10	1442,50	1441,16	41,39	1313,33	1472,84	49,52
1978-79	184,60	1627,10	1541,96	82,36	1395,69	1571,38	98,54
1979-80	127,10	1754,20	1583,51	54,33	1450,02	1636,38	65,00
1980-81	91,60	1845,80	1705,55	28,16	1478,18	1670,08	33,70
1981-82	150,00	1995,80	1797,79	40,83	1519,01	1718,93	48,85
1982-83	41,20	2037,00	1806,59	87,98	1606,99	1824,20	105,27
1983-84	65,00	2102,00	1840,78	6,33	1613,32	1831,77	7,57
1984-85	83,40	2185,40	1879,77	87,00	1700,32	1935,86	104,09
1985-86	94,40	2279,80	1941,78	90,67	1790,99	2044,34	108,49
1986-87	82,00	2361,80	2029,39	20,53	1811,52	2068,91	24,56
1987-88	25,50	2387,30	2062,78	28,64	1840,16	2103,18	34,27
1988-89	91,60	2478,90	2097,84	26,39	1866,55	2134,75	31,58
1989-90	134,50	2613,40	2243,56	1,44	1867,99	2136,47	1,72
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2613,40</b>			<b>1867,99</b>			<b>2136,47</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>87,11</b>			<b>62,27</b>			<b>71,22</b>

**Π43.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Ιούνιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	22,20	22,20	27,64	22,49	22,49	107,03	107,03
1961-62	35,40	57,60	44,21	6,67	29,16	113,15	6,12
1962-63	31,80	89,40	71,53	7,30	36,47	119,85	6,70
1963-64	49,50	138,90	80,36	61,77	98,24	176,49	56,64
1964-65	104,80	243,70	166,34	132,35	230,59	297,85	121,36
1965-66	120,40	364,10	178,49	8,17	238,77	305,34	7,49
1966-67	27,90	392,00	200,13	0,42	239,19	305,73	0,39
1967-68	61,00	453,00	272,93	39,23	278,41	341,69	35,97
1968-69	31,80	484,80	387,65	13,34	291,76	353,93	12,24
1969-70	48,70	533,50	430,00	29,59	321,35	381,06	27,14
1970-71	24,90	558,40	432,41	13,89	335,24	393,80	12,74
1971-72	17,20	575,60	446,72	29,19	364,43	420,56	26,76
1972-73	21,20	596,80	513,11	10,03	374,46	429,76	9,20
1973-74	32,90	629,70	562,22	23,58	398,04	451,38	21,62
1974-75	74,70	704,40	662,84	3,09	401,13	454,22	2,84
1975-76	37,70	742,10	812,38	3,51	404,64	457,43	3,22
1976-77	25,90	768,00	824,76	20,05	424,70	475,82	18,39
1977-78	18,60	786,60	883,91	2,34	427,04	477,97	2,15
1978-79	25,60	812,20	891,48	19,94	446,98	496,25	18,28
1979-80	31,90	844,10	895,40	10,81	457,79	506,17	9,91
1980-81	38,00	882,10	913,97	0,08	457,87	506,24	0,07
1981-82	45,50	927,60	929,95	36,62	494,48	539,81	33,58
1982-83	79,10	1006,70	984,91	26,77	521,26	564,36	24,55
1983-84	22,40	1029,10	1117,73	0,19	521,45	564,54	0,17
1984-85	12,40	1041,50	1125,25	11,59	533,03	575,16	10,62
1985-86	117,00	1158,50	1135,23	9,07	542,10	583,48	8,32
1986-87	32,10	1190,60	1150,87	6,95	549,05	589,84	6,37
1987-88	19,40	1210,00	1169,77	12,39	561,44	601,21	11,36
1988-89	39,90	1249,90	1225,82	2,50	563,94	603,50	2,29
1989-90	4,90	1254,80	1261,96	7,91	571,85	610,75	7,26
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1254,80</b>			<b>571,85</b>			<b>610,75</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>41,83</b>			<b>19,06</b>			<b>20,36</b>

**Π44.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Ιούλιο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	49,40	49,40	13,54	5,61	5,61	104,30	104,30
1961-62	4,60	54,00	21,30	0,03	5,64	104,37	0,06
1962-63	12,30	66,30	23,98	0,00	5,64	104,37	0,00
1963-64	26,70	93,00	28,08	2,63	8,27	109,52	5,16
1964-65	29,70	122,70	42,45	3,90	12,17	117,15	7,63
1965-66	14,00	136,70	56,89	10,99	23,16	138,68	21,52
1966-67	113,90	250,60	65,33	0,52	23,68	139,69	1,01
1967-68	0,80	251,40	69,60	4,16	27,84	147,84	8,15
1968-69	14,60	266,00	70,55	0,35	28,20	148,53	0,69
1969-70	52,80	318,80	79,89	4,92	33,12	158,17	9,64
1970-71	13,00	331,80	87,59	0,78	33,90	159,70	1,53
1971-72	81,40	413,20	95,91	0,31	34,21	160,31	0,61
1972-73	24,70	437,90	118,45	16,17	50,38	191,98	31,67
1973-74	2,10	440,00	121,45	3,00	53,38	197,85	5,87
1974-75	17,10	457,10	124,41	11,57	64,95	220,51	22,66
1975-76	42,90	500,00	194,04	0,17	65,12	220,84	0,34
1976-77	3,50	503,50	200,62	0,13	65,25	221,09	0,24
1977-78	6,70	510,20	206,26	4,36	69,61	229,62	8,54
1978-79	49,70	559,90	206,27	0,89	70,50	231,37	1,74
1979-80	0,30	560,20	208,90	0,00	70,50	231,37	0,00
1980-81	12,80	573,00	220,34	0,44	70,94	232,22	0,86
1981-82	8,40	581,40	261,20	12,48	83,42	256,67	24,45
1982-83	49,50	630,90	271,94	0,05	83,47	256,76	0,09
1983-84	16,00	646,90	314,47	1,27	84,73	259,24	2,48
1984-85	17,70	664,60	331,80	0,00	84,73	259,24	0,00
1985-86	15,60	680,20	335,46	0,25	84,98	259,73	0,49
1986-87	7,80	688,00	335,73	6,23	91,22	271,94	12,21
1987-88	3,50	691,50	355,77	0,00	91,22	271,94	0,00
1988-89	93,20	784,70	380,87	0,00	91,22	271,94	0,00
1989-90	6,10	790,80	394,23	3,81	95,03	279,40	7,47
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>790,80</b>			<b>95,03</b>			<b>279,40</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>26,36</b>			<b>3,17</b>			<b>9,31</b>



**Π45.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Αύγουστο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	14,60	14,60	0,00	5,28	5,28	70,90	70,90
1961-62	4,80	19,40	4,28	6,91	12,19	79,44	8,54
1962-63	60,30	79,70	40,10	0,00	12,19	79,44	0,00
1963-64	34,20	113,90	40,43	0,02	12,20	79,46	0,02
1964-65	13,50	127,40	77,66	2,72	14,92	82,83	3,36
1965-66	28,10	155,50	93,69	19,00	33,92	106,32	23,49
1966-67	16,20	171,70	99,19	5,43	39,35	113,03	6,71
1967-68	35,90	207,60	104,58	10,42	49,77	125,92	12,89
1968-69	21,80	229,40	123,97	4,50	54,27	131,49	5,56
1969-70	10,10	239,50	146,53	6,16	60,43	139,10	7,61
1970-71	39,10	278,60	149,39	4,95	65,38	145,22	6,12
1971-72	48,40	327,00	178,40	0,00	65,38	145,22	0,00
1972-73	83,70	410,70	204,11	17,65	83,03	167,05	21,82
1973-74	9,10	419,80	259,81	7,37	90,41	176,17	9,12
1974-75	61,80	481,60	281,98	0,20	90,61	176,42	0,25
1975-76	49,00	530,60	296,75	3,72	94,33	181,02	4,60
1976-77	22,10	552,70	351,07	3,94	98,27	185,88	4,87
1977-78	4,90	557,60	355,90	0,23	98,50	186,17	0,29
1978-79	21,30	578,90	411,88	3,05	101,55	189,95	3,78
1979-80	14,90	593,80	434,74	0,03	101,59	189,99	0,04
1980-81	28,10	621,90	461,76	0,06	101,65	190,07	0,08
1981-82	26,60	648,50	509,40	1,79	103,44	192,28	2,21
1982-83	26,00	674,50	556,91	1,83	105,27	194,54	2,26
1983-84	58,80	733,30	561,46	0,00	105,27	194,54	0,00
1984-85	5,40	738,70	567,13	13,27	118,53	210,94	16,40
1985-86	34,60	773,30	582,48	0,13	118,66	211,10	0,15
1986-87	25,60	798,90	597,94	5,55	124,20	217,96	6,86
1987-88	0,50	799,40	598,68	1,94	126,14	220,35	2,40
1988-89	3,60	803,00	618,23	15,64	141,78	239,69	19,34
1989-90	66,20	869,20	688,17	4,82	146,60	245,65	5,96
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>869,20</b>			<b>146,60</b>			<b>245,65</b>
<b>M.O</b>	<b>28,97</b>			<b>4,89</b>			<b>8,19</b>

**Π46.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Σεπτέμβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	5,70	5,70	36,63	0,29	0,29	15,81	15,81
1961-62	186,90	192,60	69,53	3,38	3,66	20,69	4,88
1962-63	16,90	209,50	153,74	29,49	33,16	63,30	42,61
1963-64	105,00	314,50	179,42	67,48	100,64	160,81	97,51
1964-65	2,50	317,00	214,32	2,14	102,78	163,90	3,09
1965-66	65,20	382,20	335,94	25,96	128,74	201,41	37,51
1966-67	89,00	471,20	349,28	20,62	149,36	231,20	29,79
1967-68	65,90	537,10	357,17	9,53	158,89	244,97	13,77
1968-69	92,80	629,90	398,70	30,10	188,99	288,46	43,49
1969-70	19,00	648,90	437,61	8,45	197,45	300,68	12,21
1970-71	67,10	716,00	486,94	7,25	204,70	311,15	10,48
1971-72	51,40	767,40	532,82	8,12	212,81	322,88	11,73
1972-73	65,10	832,50	535,84	54,88	267,69	402,17	79,29
1973-74	123,30	955,80	646,94	19,86	287,55	430,86	28,69
1974-75	26,50	982,30	688,22	98,19	385,73	572,73	141,87
1975-76	26,70	1009,00	730,77	50,27	436,00	645,36	72,63
1976-77	105,50	1114,50	762,03	8,92	444,92	658,25	12,89
1977-78	187,60	1302,10	809,37	35,39	480,31	709,39	51,14
1978-79	26,80	1328,90	823,77	13,50	493,81	728,89	19,51
1979-80	25,90	1354,80	843,21	43,09	536,91	791,16	62,27
1980-81	64,70	1419,50	895,52	3,16	540,06	795,72	4,56
1981-82	64,00	1483,50	939,68	39,97	580,03	853,47	57,75
1982-83	27,10	1510,60	974,07	27,89	607,92	893,77	40,30
1983-84	48,00	1558,60	1001,27	38,92	646,84	950,00	56,24
1984-85	5,70	1564,30	1035,02	30,88	677,73	994,63	44,62
1985-86	49,50	1613,80	1110,16	5,00	682,73	1001,85	7,22
1986-87	2,30	1616,10	1203,11	6,88	689,60	1011,78	9,93
1987-88	27,30	1643,40	1249,67	18,29	707,89	1038,21	26,43
1988-89	18,80	1662,20	1254,41	14,74	722,63	1059,51	21,30
1989-90	39,30	1701,50	1279,74	39,88	762,52	1117,14	57,63
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1701,50</b>			<b>762,52</b>			<b>1117,14</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>56,72</b>			<b>25,42</b>			<b>37,24</b>

**Π47.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Οκτώβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	54,70	54,70	27,15	48,66	48,66	197,61	197,61
1961-62	195,00	249,70	163,01	31,09	79,75	259,15	61,53
1962-63	250,30	500,00	231,02	63,85	143,60	385,53	126,39
1963-64	301,80	801,80	292,46	92,09	235,70	567,83	182,29
1964-65	111,20	913,00	324,18	5,75	241,45	579,21	11,38
1965-66	86,30	999,30	504,27	29,61	271,05	637,82	58,61
1966-67	187,00	1186,30	633,27	34,30	305,35	705,70	67,89
1967-68	73,60	1259,90	645,03	52,34	357,70	809,31	103,61
1968-69	182,00	1441,90	733,01	61,62	419,31	931,28	121,97
1969-70	18,70	1460,60	778,52	23,66	442,97	978,11	46,83
1970-71	94,40	1555,00	847,23	65,46	508,43	1107,68	129,57
1971-72	93,30	1648,30	894,60	30,64	539,07	1168,33	60,65
1972-73	312,70	1961,00	968,09	26,67	565,74	1221,13	52,79
1973-74	269,80	2230,80	1021,49	39,57	605,31	1299,45	78,33
1974-75	284,70	2515,50	1053,71	29,27	634,58	1357,38	57,93
1975-76	125,90	2641,40	1167,18	26,48	661,05	1409,79	52,41
1976-77	171,40	2812,80	1214,15	48,59	709,65	1505,98	96,19
1977-78	37,60	2850,40	1241,87	58,13	767,77	1621,03	115,05
1978-79	97,60	2948,00	1333,42	79,87	847,64	1779,12	158,09
1979-80	315,40	3263,40	1413,91	51,79	899,43	1881,63	102,51
1980-81	364,20	3627,60	1500,01	14,71	914,14	1910,75	29,12
1981-82	151,00	3778,60	1689,76	102,98	1017,13	2114,60	203,85
1982-83	154,60	3933,20	1952,01	92,08	1109,20	2296,86	182,26
1983-84	101,70	4034,90	2009,41	69,41	1178,62	2434,26	137,40
1984-85	8,30	4043,20	2015,36	68,59	1247,21	2570,03	135,78
1985-86	160,70	4203,90	2094,02	20,69	1267,90	2610,98	40,95
1986-87	194,60	4398,50	2272,65	110,25	1378,15	2829,21	218,23
1987-88	189,10	4587,60	2426,48	200,51	1578,66	3226,10	396,89
1988-89	119,80	4707,40	2520,53	65,54	1644,20	3355,83	129,73
1989-90	146,00	4853,40	2618,55	179,01	1823,20	3710,16	354,33
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4853,40</b>			<b>1823,20</b>			<b>3710,16</b>
<b>M.O</b>	<b>161,78</b>			<b>60,77</b>			<b>123,67</b>

**Π48.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Νοέμβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	142,70	142,70	198,95	65,45	65,45	-81,93	-81,93
1961-62	169,90	312,60	290,06	252,18	317,63	292,39	374,32
1962-63	351,20	663,80	476,46	71,63	389,26	398,72	106,33
1963-64	90,40	754,20	647,12	68,19	457,45	499,93	101,21
1964-65	183,20	937,40	787,66	91,59	549,04	635,89	135,96
1965-66	396,20	1333,60	967,34	92,06	641,10	772,54	136,65
1966-67	472,30	1805,90	1165,41	101,17	742,27	922,72	150,17
1967-68	84,30	1890,20	1423,22	62,85	805,13	1016,01	93,29
1968-69	163,70	2053,90	1615,67	202,13	1007,26	1316,04	300,03
1969-70	146,20	2200,10	1654,31	84,29	1091,55	1441,16	125,11
1970-71	85,50	2285,60	1794,44	227,53	1319,08	1778,89	337,73
1971-72	245,90	2531,50	1891,26	47,23	1366,31	1849,00	70,11
1972-73	99,50	2631,00	1964,44	69,21	1435,52	1951,73	102,73
1973-74	154,90	2785,90	2091,18	78,78	1514,30	2068,67	116,94
1974-75	218,60	3004,50	2200,73	15,63	1529,94	2091,88	23,20
1975-76	203,90	3208,40	2270,13	125,94	1655,88	2278,81	186,93
1976-77	165,60	3374,00	2326,94	69,02	1724,89	2381,25	102,44
1977-78	169,90	3543,90	2467,33	148,23	1873,13	2601,28	220,03
1978-79	114,50	3658,40	2585,22	72,77	1945,90	2709,30	108,02
1979-80	213,20	3871,60	2685,55	43,59	1989,49	2774,01	64,71
1980-81	150,90	4022,50	2783,14	29,51	2019,00	2817,81	43,80
1981-82	133,20	4155,70	2897,21	129,55	2148,55	3010,10	192,29
1982-83	211,50	4367,20	2975,27	62,71	2211,26	3103,19	93,08
1983-84	202,00	4569,20	3270,98	110,34	2321,60	3266,98	163,79
1984-85	167,10	4736,30	3292,80	68,75	2390,35	3369,02	102,05
1985-86	326,50	5062,80	3428,37	27,62	2417,97	3410,02	40,99
1986-87	64,10	5126,90	3584,11	72,13	2490,09	3517,08	107,06
1987-88	212,90	5339,80	3720,97	58,54	2548,63	3603,97	86,89
1988-89	233,40	5573,20	3855,63	36,40	2585,03	3657,99	54,03
1989-90	131,10	5704,30	4052,07	84,45	2669,48	3783,35	125,36
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5704,30</b>			<b>2669,48</b>			<b>3783,35</b>
<b>Μ.Ο</b>	<b>190,14</b>			<b>88,98</b>			<b>126,11</b>

**Π49.** Συγκεντρωτικός πίνακας Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) μοντέλου RCAO για το μήνα Δεκέμβριο. Παρουσιάζονται οι τιμές του βροχομετρικού σταθμού της Ελάτης, οι τιμές του μοντέλου για την ίδια χρονική περίοδο (1960 – 1990) αλλά και για το εύρος ετών 2070 – 2100 (RCAO scenario) καθώς και τα αποτελέσματα της εκτίμησης των μελλοντικών τιμών μετά την εφαρμογή της μεθόδου Διπλής Αθροιστικής.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO	RCAO SCENARIO	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ RCAO SCEN.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ 2070 - 2100
1960-61	304,30	304,30	102,29	113,59	113,59	158,24	158,24
1961-62	176,40	480,70	155,47	87,81	201,41	336,61	178,37
1962-63	349,80	830,50	375,24	66,21	267,62	471,11	134,49
1963-64	257,80	1088,30	613,29	158,51	426,12	793,08	321,97
1964-65	277,80	1366,10	687,62	28,07	454,20	850,10	57,02
1965-66	232,50	1598,60	996,23	162,13	616,32	1179,42	329,32
1966-67	256,00	1854,60	1060,49	64,59	680,91	1310,63	131,21
1967-68	183,70	2038,30	1133,56	220,08	900,99	1757,67	447,04
1968-69	320,10	2358,40	1181,76	86,02	987,01	1932,39	174,72
1969-70	323,00	2681,40	1247,07	92,45	1079,45	2120,18	187,78
1970-71	202,00	2883,40	1339,64	128,95	1208,40	2382,10	261,92
1971-72	129,30	3012,70	1463,79	111,19	1319,59	2607,95	225,85
1972-73	51,80	3064,50	1562,34	14,18	1333,77	2636,76	28,80
1973-74	208,70	3273,20	1639,30	47,69	1381,45	2733,62	96,87
1974-75	62,20	3335,40	1781,49	95,99	1477,45	2928,61	194,99
1975-76	195,40	3530,80	1913,94	24,70	1502,15	2978,79	50,18
1976-77	361,80	3892,60	2068,87	57,80	1559,95	3096,21	117,42
1977-78	251,00	4143,60	2111,30	67,59	1627,54	3233,49	137,29
1978-79	222,00	4365,60	2154,87	72,24	1699,78	3380,24	146,74
1979-80	261,30	4626,90	2274,15	25,34	1725,12	3431,70	51,46
1980-81	282,10	4909,00	2374,94	15,88	1741,00	3463,96	32,26
1981-82	367,60	5276,60	2578,09	67,46	1808,46	3601,00	137,03
1982-83	212,10	5488,70	2694,86	181,05	1989,51	3968,75	367,76
1983-84	290,50	5779,20	2822,40	25,34	2014,85	4020,23	51,48
1984-85	140,40	5919,60	2955,43	56,65	2071,50	4135,30	115,07
1985-86	145,40	6065,00	3012,63	95,55	2167,05	4329,40	194,10
1986-87	139,10	6204,10	3126,97	212,83	2379,88	4761,71	432,31
1987-88	129,60	6333,70	3220,18	191,61	2571,49	5150,93	389,21
1988-89	209,60	6543,30	3236,65	150,54	2722,03	5456,71	305,79
1989-90	142,60	6685,90	3304,16	103,95	2825,98	5667,86	211,14
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>6685,90</b>			<b>2825,98</b>			<b>5667,86</b>
<b>M.O</b>	<b>222,86</b>			<b>94,20</b>			<b>188,93</b>

**Π150.** Συγκεντρωτικός πίνακας προβλέψεων Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) για τα έτη 2070 – 2100 σύμφωνα με το μοντέλο HIRHAM.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
2070-71	34,10	336,67	778,62	117,89		100,84	64,93	36,25	171,26	228,74	404,77	212,40
2071-72	51,50	135,83	77,29	63,73	55,14	20,41	1,62	11,10	22,78	376,09	219,73	67,58
2072-73	56,96	53,24	139,08	197,51	132,93	51,17	20,13	13,26	54,18	157,54	74,42	243,91
2073-74	42,82	37,58	75,24	160,67	88,37	24,10	22,54	6,31	138,94	236,70	310,16	241,95
2074-75	144,23	204,87	139,07	91,40	117,70	55,09	35,96	35,21	41,77	153,00	58,63	100,54
2075-76	101,23	153,20	166,18	179,57	110,23	34,61	37,39	25,09	70,59	50,42	100,49	398,73
2076-77	187,19	32,01	103,75	296,68	126,32	14,92	24,21	35,82	91,80	60,07	84,80	94,08
2077-78	74,70	170,94	140,40	148,36	94,79	65,98	31,38	13,86	40,88	186,45	147,23	405,57
2078-79	229,72	177,65	138,55	149,33	33,93	31,09	12,75	12,03	81,00	164,92	222,32	143,33
2079-80	183,26	250,54	89,10	135,64	164,63	40,56	19,31	24,91	37,28	135,23	95,65	315,53
2080-81	130,19	226,62	31,08	141,29	132,55	29,22	17,70	15,98	29,53	81,44	146,36	93,36
2081-82	166,99	113,97	115,13	69,30	92,25	24,83	9,05	5,22	8,59	49,20	143,48	83,86
2082-83	466,22	504,67	185,62	131,21	58,69	35,39	14,44	27,51	93,55	53,12	146,51	63,20
2083-84	89,57	17,77	82,21	63,97	98,36	42,17	9,79	3,82	30,91	43,77	105,33	120,10
2084-85	38,23	71,23	147,55	111,39	32,17	59,85	27,43	11,55	92,99	95,55	287,65	192,68
2085-86	177,67	102,11	327,74	107,53	95,39	28,65	12,96	4,26	53,44	144,19	76,96	54,69
2086-87	137,44	62,25	219,61	163,47	110,12	53,20	20,28	17,39	77,03	24,21	43,72	94,81
2087-88	231,65	236,55	97,83	209,59	32,09	17,65	13,54	7,32	45,43	140,17	345,55	376,91
2088-89	31,79	111,55	125,28	142,59	101,38	17,71	30,76	19,38	29,50	50,88	77,59	174,05
2089-90	251,39	210,38	120,87	31,40	76,45	18,80	2,49	39,07	36,76	59,98	220,17	54,88
2090-91	44,40	161,17	282,15	44,14	21,75	12,42	18,50	6,54	19,14	98,43	44,27	51,71
2091-92	29,44	152,84	198,73	93,51	88,16	49,08	8,83	11,98	45,70	188,57	96,96	76,03
2092-93	90,18	133,63	226,82	189,87	120,62	36,64	4,85	11,93	41,08	359,14	268,23	342,98
2093-94	136,44	72,30	97,46	69,68	59,74	61,75	22,13	10,58	61,94	288,68	103,15	50,39
2094-95	80,59	87,86	102,36	112,30	58,86	39,28	38,84	3,58	13,77	80,44	81,30	299,79
2095-96	407,13	121,60	69,51	186,11	77,53	47,85	19,28	15,74	54,11	162,14	186,22	146,58
2096-97	246,75	145,54	61,94	99,24	70,32	56,13	27,85	7,11	109,49	306,59	110,80	283,69
2097-98	215,88	345,73	96,06	126,47	82,55	51,39	7,95	8,84	47,79	463,35	182,85	382,01
2098-99	45,18	218,47	26,68	28,26	65,04	57,79	9,43	4,11	52,18	39,25	50,26	164,66
2099-100	132,78	166,74	441,62	149,71	91,24	37,87	34,95	29,19	58,06	140,51	257,93	177,72

**Π51.** Συγκεντρωτικός πίνακας προβλέψεων Μηνιαίου Ύψους Βροχόπτωσης (mm) για τα έτη 2070 – 2100 σύμφωνα με το μοντέλο RCAO.

ΥΔΡ. ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
2070-71	126,07	338,30	725,29	99,53		107,03	104,30	70,90	15,81	197,61	-81,93	158,24
2071-72	97,02	133,15	98,42	96,86	14,47	6,12	0,06	8,54	4,88	61,53	374,32	178,37
2072-73	60,72	110,09	97,30	151,06	96,44	6,70	0,00	0,00	42,61	126,39	106,33	134,49
2073-74	74,57	52,48	117,36	137,44	77,55	56,64	5,16	0,02	97,51	182,29	101,21	321,97
2074-75	287,08	326,29	175,32	49,61	106,29	121,36	7,63	3,36	3,09	11,38	135,96	57,02
2075-76	58,49	277,78	141,05	275,87	150,96	7,49	21,52	23,49	37,51	58,61	136,65	329,32
2076-77	105,50	80,48	170,60	76,88	229,94	0,39	1,01	6,71	29,79	67,89	150,17	131,21
2077-78	70,17	162,24	169,48	227,93	254,06	35,97	8,15	12,89	13,77	103,61	93,29	447,04
2078-79	185,43	302,42	166,00	195,17	58,35	12,24	0,69	5,56	43,49	121,97	300,03	174,72
2079-80	183,07	349,62	57,81	50,29	136,68	27,14	9,64	7,61	12,21	46,83	125,11	187,78
2080-81	194,23	70,90	5,09	108,97	65,36	12,74	1,53	6,12	10,48	129,57	337,73	261,92
2081-82	379,82	91,97	88,00	24,68	107,34	26,76	0,61	0,00	11,73	60,65	70,11	225,85
2082-83	323,23	436,17	262,45	125,20	19,56	9,20	31,67	21,82	79,29	52,79	102,73	28,80
2083-84	77,52	71,21	67,07	4,53	72,50	21,62	5,87	9,12	28,69	78,33	116,94	96,87
2084-85	88,35	67,40	83,88	215,83	6,01	2,84	22,66	0,25	141,87	57,93	23,20	194,99
2085-86	101,17	224,38	387,19	109,44	27,04	3,22	0,34	4,60	72,63	52,41	186,93	50,18
2086-87	49,91	133,05	152,49	197,97	39,64	18,39	0,24	4,87	12,89	96,19	102,44	117,42
2087-88	123,81	281,64	84,44	132,41	49,52	2,15	8,54	0,29	51,14	115,05	220,03	137,29
2088-89	65,35	205,09	187,16	95,32	98,54	18,28	1,74	3,78	19,51	158,09	108,02	146,74
2089-90	246,46	161,27	289,32	30,48	65,00	9,91	0,00	0,04	62,27	102,51	64,71	51,46
2090-91	92,52	71,46	231,08	15,15	33,70	0,07	0,86	0,08	4,56	29,12	43,80	32,26
2091-92	42,32	180,03	187,57	112,19	48,85	33,58	24,45	2,21	57,75	203,85	192,29	137,03
2092-93	30,61	235,30	138,89	139,62	105,27	24,55	0,09	2,26	40,30	182,26	93,08	367,76
2093-94	45,95	149,67	170,92	71,99	7,57	0,17	2,48	0,00	56,24	137,40	163,79	51,48
2094-95	82,29	70,70	37,76	81,50	104,09	10,62	0,00	16,40	44,62	135,78	102,05	115,07
2095-96	234,00	231,14	147,06	104,03	108,49	8,32	0,49	0,15	7,22	40,95	40,99	194,10
2096-97	307,93	219,05	81,76	85,04	24,56	6,37	12,21	6,86	9,93	218,23	107,06	432,31
2097-98	153,86	280,60	14,55	64,77	34,27	11,36	0,00	2,40	26,43	396,89	86,89	389,21
2098-99	186,56	257,92	3,47	31,47	31,58	2,29	0,00	19,34	21,30	129,73	54,03	305,79
2099-100	192,07	197,80	82,43	46,29	1,72	7,26	7,47	5,96	57,63	354,33	125,36	211,14

