

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΗΣ
ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΙΚΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

ΕΥΤΥΧΙΑ ΡΟΥΣΗ
ΓΕΩΓΡΑΦΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Θεσσαλονίκη, 2008

Πρόλογος

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης έχει τίτλο «Συμβολή στη μελέτη της θερμοκρασίας της Μεσογείου με τη χρήση στοιχείων Περιοχικών Μοντέλων Κυκλοφορίας». Εκπονήθηκε κατά τις μεταπτυχιακές μου σπουδές στον Τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Παναγιώτη Μαχαίρα, καθηγητή, επιβλέποντα της εν λόγω διατριβής ειδίκευσης, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και για την άριστη συνεργασία και βοήθειά του κατά την εκπόνησή της.

Επίσης, την κ. Χριστίνα Αναγνωστοπούλου, λέκτορα, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, για τις πολύτιμες συμβουλές και τη βοήθειά της σε όλα τα επίπεδα.

Τον κ. Θεόδωρο Μαυρομάτη, λέκτορα, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, για τις εποικοδομητικές του παρατηρήσεις.

Την κ. Κωνσταντία Τολίκα, διδάκτορα, συνεργάτη και φίλη για όλες τις συμβουλές και τη συμπαράσταση.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας για την άριστη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, και ειδικότερα τον κ. Θεόδωρο Καρακώστα, καθηγητή, ο οποίος ήταν ο πρώτος που με καλωσόρισε στο χώρο αυτό και στάθηκε δίπλα μου με το διαρκές του ενδιαφέρον.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω και στον κ. Χαράλαμπο Φείδα, επίκουρο καθηγητή, ο οποίος υπήρξε ο πρώτος άνθρωπος που ενέπνευσε την αγάπη μου για την επιστήμη της Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας κατά τις προπτυχιακές μου σπουδές στο τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια και τους φίλους μου που βρίσκονται πάντα δίπλα μου, στηρίζοντάς με σε όλους τους τομείς της ζωής μου.

Ευτυχία Ρούση

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	3
Κεφάλαιο 2. Θεωρητικό Υπόβαθρο	5
2.1. Μεσογειακό Κλίμα	5
2.2. Εκτιμήσεις για το κλίμα.....	9
2.3. Κλιματικά Μοντέλα	13
2.3.1. Περιγραφή του RCM ALADIN	14
2.4. Αξιολόγηση μοντέλων	16
Κεφάλαιο 3. Δεδομένα και Μεθοδολογία	20
3.1. Δεδομένα	20
3.2. Μεθοδολογία	23
Κεφάλαιο 4. Μελέτη της Θερμοκρασίας της Μεσογείου.....	27
4.1. Στατιστική ανάλυση της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας της Μεσογείου.....	27
4.2. Μελέτη των τάσεων της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας	32
4.3. Μελέτη πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών	37
4.3.1. Ανατολική Μεσόγειος	37
4.3.2. Κεντρική Μεσόγειος	43
4.3.3. Δυτική Μεσόγειος.....	47
4.4. Σύνοψη	53
Κεφάλαιο 5. Αξιολόγηση μοντέλου σε ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες	58
5.1. Στατιστική ανάλυση των σημείων πλέγματος	58
5.2. Τάσεις των σημείων πλέγματος	68
5.2.1. Ανατολική Μεσόγειος	68
5.2.2. Κεντρική Μεσόγειος	74
5.2.3. Δυτική Μεσόγειος.....	76
5.3. Σύνοψη	79
Κεφάλαιο 6. Αξιολόγηση μοντέλου σε ακραίες θερμοκρασίες	83
6.1. Ακραίες θερμοκρασίες των χρονοσειρών	83
6.2. Ακραίες θερμοκρασίες των σημείων πλέγματος	87
6.3. Τάσεις δεικτών ακραίων θερμοκρασιών.....	97
6.4. Σύνοψη	103
Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα-Συζήτηση	106
Βιβλιογραφία	111
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	116
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	147
Περίληψη	168
Abstract.....	169

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια το ενδεχόμενο μιας πλανητικής κλιματικής αλλαγής έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα, με αποτέλεσμα πολλές εργασίες και ερευνητικά προγράμματα να στρέφονται προς αυτή την κατεύθυνση. Μια τέτοια κλιματική αλλαγή θα είχε ποικίλες επιδράσεις σε πολλούς τομείς όπως το περιβάλλον, η οικονομία, οι κοινωνικές δομές και γενικότερα η ανθρώπινη δραστηριότητα (γεωργία, διαχείριση υδάτινων αποθεμάτων, κ.τ.λ.). Η κλιματολογία είναι η κατ' εξοχήν επιστήμη που μελετά την πιθανότητα αλλά και το εύρος μιας τέτοιας κλιματικής αλλαγής (IPCC, 2007).

Το πιο χρήσιμο, αλλά και το πιο ελπιδοφόρο εργαλείο που έχουν στη διάθεσή τους οι κλιματολόγοι είναι τα Περιοχικά (ή Περιφερειακά) Κλιματικά Μοντέλα (Regional Climate Models-RCMs), τα οποία παρέχουν σήμερα οριζόντια ανάλυση της τάξεως των 25km (Gallardo et al., 2001). Τα RCMs χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση του κλιματικού συστήματος, επιτρέποντας τον υπολογισμό των διάφορων κλιματικών παραμέτρων στο χώρο και στο χρόνο, λαμβάνοντας υπόψη τις σχέσεις με τα γειτονικά τους σημεία εφαρμόζοντας γνωστούς νόμους που διέπουν την ατμόσφαιρα. Πρέπει, βέβαια, να τονιστεί ότι ακόμη και τα πιο σύγχρονα και εξελιγμένα κλιματικά μοντέλα περιέχουν μεγάλες αβεβαιότητες στα αποτελέσματά τους. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι οι φυσικές σχέσεις που ελέγχουν την εξέλιξη των μετεωρολογικών φαινομένων είναι ακόμη ανεπαρκώς γνωστές και για αυτό το λόγο γίνονται σφάλματα, αλλά και διάφορες απαραίτητες προσεγγίσεις (Moberg and Jones, 2004). Επομένως, τα αποτελέσματα των μοντέλων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με πολύ μεγάλη προσοχή, και να αντιμετωπίζονται ως σενάρια του πιθανού μελλοντικού κλίματος και όχι ως πρόγνωσή του.

Το κλίμα της Μεσογείου είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο, κυρίως λόγω της τοπογραφίας της, καθώς πρόκειται για μια «κλειστή» θάλασσα, η οποία αποτελείται από πολλά νησιά, χερσονήσους, κόλπους και μικρότερα πελάγη, αλλά και σημαντικές οροσειρές στα παράλια της. Οι ιδιαιτερότητες αυτές δυσχεραίνουν την προσομοίωση του κλίματος στην περιοχή μέσω κλιματικών μοντέλων. Η μικρή ανάλυση των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας (General Circulation Models) δεν επιτρέπει τη λεπτομερή εξέταση του κλιματικού αυτού συστήματος, με αποτέλεσμα ορισμένες πρωταρχικής σημασίας διαδικασίες να μην μπορούν να προσομοιωθούν ρεαλιστικά. Για το λόγο αυτό τα RCMs έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμα στην προσομοίωση του μεσογειακού κλίματος, αλλά ακόμη οι σχετικές μελέτες είναι ανεπαρκείς (IPCC, 2007).

Η παρούσα διατριβή έρχεται να συμβάλει προς αυτή την κατεύθυνση, καθώς αφορά στην αξιολόγηση των προσομοιώσεων ενός RCM για την περιοχή της

Μεσογείου. Συγκεκριμένα, τα προσομοιωμένα στοιχεία θερμοκρασίας για την περασμένη περίοδο 1958-2001 του RCM Aladin συγκρίνονται με τα πραγματικά δεδομένα που προέρχονται από 18 σταθμούς της Μεσογείου. Κατ' αυτό τον τρόπο γίνεται προσπάθεια αξιολόγησης του μοντέλου, που πραγματοποιείται σε εποχιακή βάση. Η αξιολόγηση αυτή αφορά τρεις βασικές κατευθύνσεις. Η πρώτη σχετίζεται με το ποια παράμετρος μεταξύ της μέσης ελάχιστης, μέσης μέγιστης και των δεικτών ακραίας θερμοκρασίας προσομοιώνεται καλύτερα. Η δεύτερη αφορά στην εποχή που προκύπτουν τα καλύτερα αποτελέσματα, και η τρίτη σε ποια επιμέρους περιοχή της Μεσογείου αποδεικνύεται πιο αξιόπιστο το μοντέλο. Η αξιολόγηση κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη γιατί αποτελεί τη βάση για περαιτέρω χρήση του κλιματικού μοντέλου στην κατασκευή πιθανών σεναρίων και συνεπώς στην εκτίμηση μελλοντικών κλιματικών αλλαγών.

Κεφάλαιο 2. Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1. Μεσογειακό Κλίμα

Η περιοχή της Μεσογείου, λόγω των ιδιαίτερων μορφολογικών, γεωγραφικών, ιστορικών και κοινωνικών χαρακτηριστικών της, έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων πολλών ειδικοτήτων. Λόγω του ξεχωριστού της χαρακτήρα, έχει δώσει το όνομα της σε έναν από τους πιο χαρακτηριστικούς τύπους κλίματος. Πρόκειται για το μεσογειακό τύπο κλίματος, που παρουσιάζεται, εκτός βέβαια από τις ακτές που περιβάλλουν τη Μεσόγειο θάλασσα, και σε άλλες περιοχές του πλανήτη, που συνήθως βρίσκονται στις δυτικές πλευρές των ηπείρων και σε γεωγραφικά πλάτη μεταξύ των 30 και 45°. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τις περιοχές: Νότια Αφρική, Χιλή, Μεξικό, Καλιφόρνια, νότια και νοτιοδυτική Αυστραλία (σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1. Περιοχές του πλανήτη που χαρακτηρίζονται από το μεσογειακό τύπο κλίματος (Πηγή: www.nps.gov/samo/researchlearningcenter/pages/abo_australia.html).

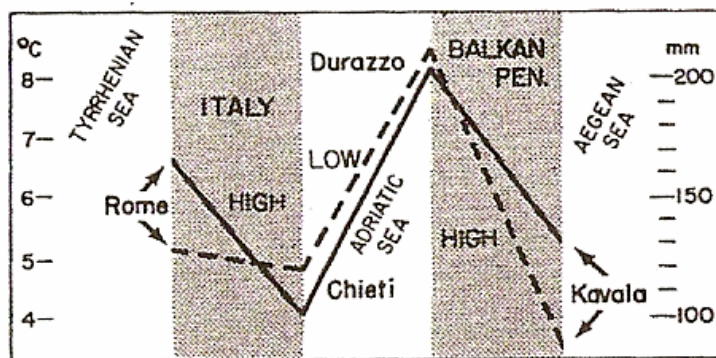
Το μεσογειακό, λοιπόν, κλίμα χαρακτηρίζεται από ήπιους και υγρούς χειμώνες και αρκετά ζεστά και ξηρά καλοκαίρια. Χαρακτηριστικό είναι το έλλειμμα νερού στο έδαφος που παρατηρείται συχνά το καλοκαίρι και είναι αποτέλεσμα των εκτεταμένων περιόδων ξηρασίας. Η μέση θερμοκρασία των θερινών μηνών είναι, συνήθως, μεγαλύτερη των 22°C. Η έντονη διαφορά που σημειώνεται μεταξύ των υγρών χειμώνων και των ξηρών καλοκαιριών οφείλεται στην εποχιακή εναλλαγή της κυριαρχίας της κυκλωνικής κυκλοφορίας κατά το χειμώνα και της αντικυκλωνικής κατά το καλοκαίρι.

Στις περισσότερες περιοχές, το μεσογειακό κλίμα περιορίζεται μόνο σε σχετικά στενές παράκτιες ζώνες. Σημαντική εξαίρεση στον παραπάνω κανόνα αποτελεί η ίδια η περιοχή της Μεσογείου. Εδώ το μεσογειακό κλίμα εισχωρεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τη θάλασσα. Αυτή η εκτεταμένη διείσδυση του μεσογειακού τύπου κλίματος κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στην ύπαρξη της Μεσογείου θάλασσας, η οποία είναι πολύ θερμή και κατά τους ψυχρούς μήνες, έτσι ώστε, αφενός να ευνοεί την κυκλογένεση και αφετέρου να εμπλουτίζει με υδρατμούς τις αέριες μάζες που έρχονται από το βορρά και να τις καθιστά έτσι υγρές και ασταθείς (Bolle, 2003).

Η κατανομή της θερμοκρασίας στη Μεσόγειο είναι το σύνθετο αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης των τριών ηπείρων που την περιβάλλουν καθώς και της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας που επικρατεί στην περιοχή. Τόσο η ζέστη κατά το καλοκαίρι, όσο και το κρύο το χειμώνα, μετριαζονται από την παρακείμενη θάλασσα της Μεσογείου. Αν εξαιρεθούν οι περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, τα πιο ψυχρά σημεία είναι αυτά που βρίσκονται κοντά σε ασυνέχειες του υψομέτρου και επηρεάζονται από τους βόρειους ανέμους που καναλίζονται προς το νότο. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι ακτές του βορείου Αιγαίου, οι βόρειες ακτές της Ανατολίας και η νότια Γαλλία (Trewartha, 1961).

Σε γενικές γραμμές, σημειώνεται μια μείωση της χειμερινής θερμοκρασίας κατά μήκος των μεσογειακών ακτών, από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Αυτό συμβαίνει επειδή προς την κατεύθυνση αυτή, η επιρροή του Ατλαντικού μειώνεται ενώ αυξάνεται αυτή της ηπειρωτικής έκτασης της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης. Συγκεκριμένα, οι αέριες μάζες που εισβάλλουν στη Γαλλία μπορούν να χαρακτηριστούν ως θαλάσσιες πολικές (**m**aritime **P**olar), αλλά αυτές που εισέρχονται στην ανατολική Ευρώπη είναι ηπειρωτικές πολικές (**c**ontinental **P**olar) και συνεπώς ψυχρότερες. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι η ισόθερμη των 0°C, βρίσκεται 10° γεωγραφικού πλάτους νοτιότερα στα Βαλκάνια από ότι στην Ιταλία (Trewartha, 1961).

Επιπλέον, ισχύει ο γενικός κανόνας ότι οι ανατολικές ακτές των χερσονήσων της Μεσογείου είναι πιο ψυχρές και ξηρές το χειμώνα, απ' ότι οι δυτικές ακτές, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.2. Οι τελευταίες, λόγω του ότι βρίσκονται στην προσήνεμη πλευρά, δέχονται σε μεγαλύτερο βαθμό τη μετριαστική επίδραση της θάλασσας. Επίσης, καθεμιά από τις πιο ψυχρές σε σχέση με τη θάλασσα χερσονήσους, κατά το χειμώνα, τείνει να δημιουργεί αντικυκλωνική κυκλοφορία ενώ οι ενδιάμεσες θάλασσες κυκλωνική. Αυτή η διάταξη των βαρομετρικών συστημάτων έχει ως αποτέλεσμα θερμός και υγρός αέρας να μεταφέρεται από το νότο προς τις δυτικές ακτές και ψυχρότερος, ξηρός αέρας ηπειρωτικής προέλευσης προς τις ανατολικές ακτές. Από τις τρεις μεγάλες χερσονήσους της Μεσογείου, οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ δυτικών και ανατολικών ακτών είναι πιο έντονη στη βαλκανική (Trewartha, 1961).



Σχήμα 2.2. Οι διαφορές στη θερμοκρασία (συνεχόμενη γραμμή) και τη βροχόπτωση (διακεκομμένη γραμμή) μεταξύ των ανατολικών και δυτικών πλευρών των χερσονήσων της Μεσογείου (Trewartha, 1961).

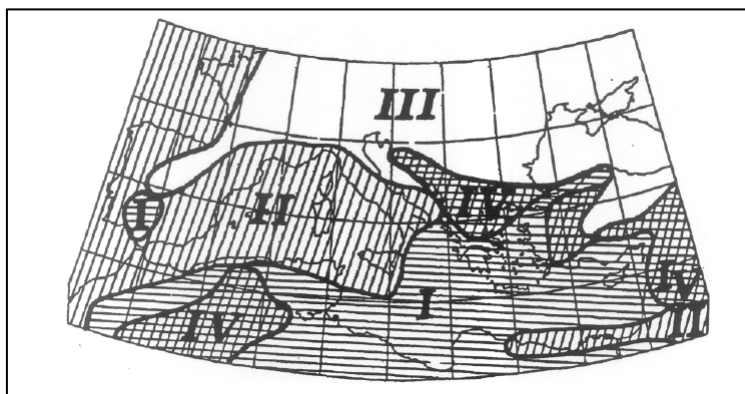
Σύμφωνα με τους Balafoutis and Arseni-Papadimitriou (1996), η μελέτη της κατανομής της θερμοκρασίας έδειξε ότι η μεσογειακή λεκάνη θερμοκρασιακά μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις διακριτές περιοχές (Σχήμα 2.3) με εντελώς διαφορετική θερμοκρασιακή συμπεριφορά, που οφείλεται σε παράγοντες ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας, αναγλύφου και τοπογραφίας, υψομέτρου, ηπειρωτικότητας, της θέσης του υποτροπικού αεροχειμάρρου και άλλων.

Η πρώτη περιοχή κυριαρχεί επάνω από το ανατολικό τμήμα της Μεσογείου, με μοναδική εξαίρεση τις ακτές της Αιγύπτου. Η ίδια κλιματική κατηγορία συναντάται και σε μια στενή παράκτια ζώνη της ΒΔ Αφρικής, καθώς και σε τμήμα της Ισπανίας, βόρεια του Γιβραλτάρ. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από χαμηλά υψόμετρα και κατά τη διάρκεια του θέρους υφίσταται άμεσα ή έμμεσα την επίδραση της αφρικανικής ηπείρου με τη μορφή εισβολής θερμών και ξερών τροπικών αερίων μαζών, αφού ο υποτροπικός αεροχειμάρρος βρίσκεται επάνω ακριβώς από την περιοχή αυτή κατά το θέρος. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το δυτικό τμήμα της ζώνης αυτής επηρεάζεται από τον Ατλαντικό ωκεανό, ενώ το ανατολικό ελέγχεται από τη θερμή θάλασσα και από το Μεσογειακό Μέτωπο, το οποίο εκτείνεται μεταξύ Λιβύης και Λιβάνου. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος εδώ είναι μικρό, τονίζοντας την ηπιότητα του κλίματος.

Η δεύτερη ομάδα κυριαρχεί επάνω από το δυτικό τμήμα της Μεσογείου, καλύπτοντας τις νότιες ακτές της δυτικής Ευρώπης και τις βόρειες ακτές της ΒΔ Αφρικής. Ακόμη μια απομονωμένη νησίδα εντοπίζεται στις ακτές της Αιγύπτου και στο νότιο Ισραήλ. Το καθεστώς της θερμοκρασίας χαρακτηρίζεται από χαμηλό ετήσιο θερμομετρικό εύρος, ενώ ο θερμότερος μήνας στην περιοχή είναι ο Αύγουστος, δηλαδή εδώ παρατηρείται θερμοκρασιακή υστέρηση, που χαρακτηρίζει ωκεάνια επίδραση, τονίζοντας με τον τρόπο αυτό τον καθοριστικό ρόλο της θάλασσας στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας.

Η τρίτη ζώνη περιλαμβάνει περιοχές στα βόρεια της μεσογειακής λεκάνης που είτε βρίσκονται μακριά από τη θάλασσα, είτε έχουν σημαντικό υψόμετρο. Οι περιοχές αυτές παρουσιάζουν καθαρά ηπειρωτικό χαρακτήρα με μεγάλο θερμομετρικό εύρος. Τα νότια κράσπεδα της ζώνης αυτής εμφανίζονται στην κεντρική Ισπανία, στη βόρεια Ιταλία και την Αδριατική, καθώς και στην ενδοχώρα της Τουρκίας. Κατά το χειμώνα η μέση μηνιαία θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλή, καθώς οι περιοχές αυτές δέχονται πολύ συχνά την εισβολή ψυχρών αερίων μαζών απλό τη βόρεια και βορειοανατολική Ευρώπη.

Τέλος, η τέταρτη ζώνη περιλαμβάνει μεμονωμένες περιοχές μέσα στον ευρύτερο μεσογειακό χώρο, που καλύπτουν τμήμα των νοτιότερων Βαλκανίων και της βορειότερης Ελλάδας, εκτεταμένες περιοχές της οροσειράς του Άτλαντα, καθώς και τμήματα της Μικράς Ασίας και της Μέσης Ανατολής. Στις περιοχές αυτές εμφανίζεται το μεγαλύτερο μέσο ετήσιο θερμομετρικό εύρος, που οφείλεται στο υψόμετρο και την ηπειρωτικότητα. Το ανατολικό τμήμα της ζώνης αυτής υφίσταται κατά το θέρος την προς δυσμάς εξάπλωση του χαμηλού των Ινδιών. Κατά το χειμώνα η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες εξαιτίας της επίδρασης της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης. Η περιοχή του Άτλαντα, αποτελεί ξεχωριστή υπό-ομάδα μέσα στη ζώνη αυτή, και τα κύρια αίτια της δημιουργίας της είναι το μεγάλο υψόμετρο, η απόσταση από τη θάλασσα και ο υπήνεμος χαρακτήρας των ανατολικών κλιτύων, αφού η δυτική πλευρά αποκόπτει την ροή του αέρα που έρχεται από τον Ατλαντικό.

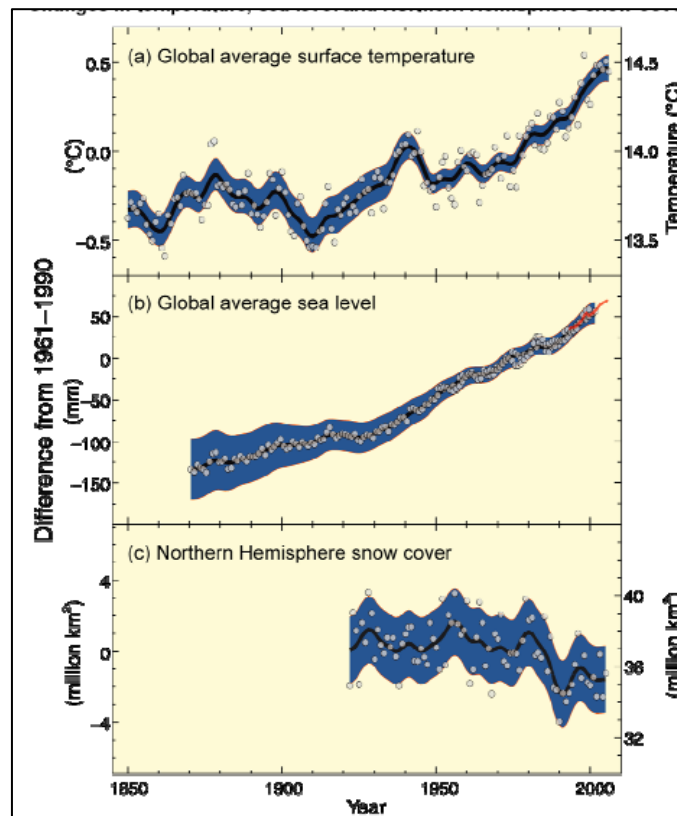


Σχήμα 2.3. Οι τέσσερις θερμοκρασιακές περιοχές της Μεσογείου (Balafoutis and Arseni-Papadimitriou, 1996).

2.2. Εκτιμήσεις για το κλίμα

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC), ο όρος «κλιματική αλλαγή» αναφέρεται στη μεταβολή της κατάστασης του κλίματος που μπορεί να διαπιστωθεί (π.χ. με τη χρήση στατιστικών ελέγχων) μέσω αλλαγών στο μέσο όρο ή/και στη μεταβλητότητα των παραμέτρων του κλίματος. Οι αλλαγές αυτές παρουσιάζουν εμμονή για σχετικά μεγάλη χρονική περίοδο-συνήθως κάποιων δεκαετιών ή και περισσότερο. Πρόκειται για αλλαγή που μπορεί να οφείλεται, είτε στη φυσική μεταβλητότητα του κλίματος, είτε στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Με αυτή την έννοια χρησιμοποιείται ο όρος κλιματική αλλαγή και στην παρούσα μελέτη.

Το Νοέμβριο του 2007, παρουσιάστηκε η τέταρτη έκθεση του IPCC, σύμφωνα με την οποία η θέρμανση του πλανήτη αποτελεί πλέον αδιαμφισβήτητο γεγονός. Αυτό επιβεβαιώνεται από παρατηρήσεις αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του αέρα του πλανήτη και της θερμοκρασίας των ωκεανών, του εκτεταμένου λιωσίματος χιονιού και πάγου, και της ανόδου της μέσης στάθμης της θάλασσας (σχήμα 2.4). Μάλιστα, έντεκα από τα τελευταία δώδεκα έτη (1995-2006) κατατάσσονται ανάμεσα στα δώδεκα θερμότερα που έχουν καταγραφεί κατά την περίοδο που υπάρχουν οι ενόργανες μετεωρολογικές παρατηρήσεις (1850). Η τρίτη έκθεση του IPCC έδινε τάση αύξησης της θερμοκρασίας ίση με $0,6^{\circ}\text{C}$ για την περίοδο 1901-2000, ενώ η τέταρτη έκθεση δίνει $0,74^{\circ}\text{C}$ για την περίοδο 1906-2005, διαφορά ιδιαίτερα σημαντική και κρίσιμη. Επιπλέον, η αυξητική τάση της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε στη διάρκεια της τελευταίας πεντηκονταετίας είναι σχεδόν διπλάσια από την αντίστοιχη της εκατονταετούς περιόδου 1906-2005. Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας παρατηρείται σε όλο τον πλανήτη, η μεγαλύτερη της όμως ένταση σημειώνεται στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη του βορείου ημισφαιρίου. Συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία στην περιοχή της Αρκτικής έχει αυξηθεί με ρυθμό σχεδόν διπλάσιο από αυτόν της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας στα τελευταία εκατό χρόνια. Επίσης, η ξηρά θερμάνθηκε με μεγαλύτερους ρυθμούς απ' ό,τι οι ωκεανοί. Παρατηρήσεις από το 1961 μέχρι σήμερα, δείχνουν ότι η θερμοκρασία των ωκεανών έχει αυξηθεί ακόμη και σε μεγάλα βάθη-έως και τα 3000 μέτρα. Τέλος, ραδιοβολίσεις και δορυφορικά δεδομένα δείχνουν αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμούς ανάλογους αυτών της επιφάνειας, στην κατώτερη και μέση τροπόσφαιρα.



Σχήμα 2.4. Παρατηρούμενες αλλαγές στη μέση θερμοκρασία επιφάνειας (α), στο μέσο επίπεδο της θάλασσας (β) και στην έκταση της χιονοκάλυψης στο βόρειο ημισφαίριο (γ). Οι διαφορές έχουν υπολογιστεί με βάση τις μέσες τιμές της περιόδου 1961-1990. Οι καμπύλες παρουσιάζουν τις μέσες τιμές δέκα ετών, ενώ οι κύκλοι τις ετήσιες τιμές. Οι μπλε σκιασμένες περιοχές παρουσιάζουν τα διαστήματα εμπιστοσύνης (IPCC, 2007).

Σημαντικό, όμως είναι να αναφερθεί μια σύνοψη των εκτιμήσεων της τέταρτης έκθεσης του IPCC για το μέλλον του κλίματος. Αναφέρεται, λοιπόν, ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αλλά και ενδείξεις, ότι η συνέχιση της ίδιας πολιτικής των κρατών στο θέμα των κλιματικών αλλαγών θα έχει σαν αποτέλεσμα οι παγκόσμιες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GreenHouse Gases-GHG) να συνεχίσουν να αυξάνονται για τις επόμενες δεκαετίες. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα στις επόμενες δύο δεκαετίες να σημειωθεί αύξηση της θερμοκρασίας κατά $0,2^{\circ}\text{C}$ περίπου ανά δεκαετία, αύξηση που προκύπτει από ένα μεγάλο εύρος διαφορετικών σεναρίων εκπομπής (Special Report on Emission Scenarios of IPCC, 2007). Τονίζεται ότι, ακόμη κι αν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου παρέμεναν σταθερές στα επίπεδα του 2000, θα σημειωνόταν αύξηση της θερμοκρασίας κατά $0,1^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία. Η εξέλιξη της θερμοκρασίας μετά τις δύο επόμενες δεκαετίες εξαρτάται ισχυρά από το σενάριο εκπομπών που υιοθετείται. Ενδεικτικά, αύξηση κατά $0,6^{\circ}\text{C}$ αναμένεται σε περίπτωση που οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου παραμείνουν στα επίπεδα του 2000, ενώ αύξηση κατά 4°C εάν η κατάσταση του πλανήτη προσεγγίζει το σενάριο A1FI, το οποίο υποθέτει ραγδαία οικονομική ανάπτυξη και τεχνολογία που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των διαφόρων κλιματικών μοντέλων, φαίνεται πως το κλίμα της Μεσογείου θα ακολουθήσει τη γενική τάση που προβλέπεται για όλον τον πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στη θερμοκρασία, η πρώτη έκθεση του IPCC, που εκπονήθηκε το 1992, ανέφερε ότι εφόσον οι συγκεντρώσεις των GHGs παραμείνουν σταθερές, αναμένεται μέχρι το 2100 αύξηση 2,5-3°C πάνω από τη Μεσόγειο θάλασσα, 3-4°C στις παράκτιες περιοχές και 4-4,5°C στις περισσότερες από τις υπόλοιπες περιοχές. Οι μεγαλύτεροι ρυθμοί αύξησης της θερμοκρασίας αναμένεται να σημειωθούν στη βόρεια Αφρική, στην ανατολική Τουρκία και την Ουκρανία ενώ οι μικρότεροι πάνω από τη θάλασσα της Μεσογείου. Οι διαφορές αυτές ανάμεσα σε θαλάσσιες και μη περιοχές είναι λογικές καθώς οι αλλαγές της θερμοκρασίας πάνω από τη θάλασσα συντελούνται με πολύ πιο αργούς ρυθμούς από ότι πάνω από τη στεριά, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας της πρώτης.

Σύμφωνα με την τρίτη έκθεση του IPCC (2000) αποδίδεται στην περιοχή της Μεσογείου αύξηση της θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή της βόρειας Ευρώπης, αλλά και από το μέσο όρο του πλανήτη. Η αύξηση κατά το χειμώνα είναι επίσης μεγαλύτερη στη Μεσόγειο, αλλά όχι σημαντικά. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η μικρότερη αύξηση φαίνεται να σημειώνεται στα νότια τμήματα της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, ενώ η μεγαλύτερη στα βόρεια.

Όσον αφορά στη βροχόπτωση, η τρίτη έκθεση του IPCC (2000), εκτιμά πως αυτή θα αυξηθεί στις περισσότερες τροπικές περιοχές του πλανήτη, θα μειωθεί στις υποτροπικές και θα αυξηθεί σε μικρό βαθμό στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Ειδικά για την περιοχή της Μεσογείου, πρέπει να αναφερθεί ότι, τα κλιματικά μοντέλα δεν έχουν ακόμη καταφέρει να προσομοιώσουν ικανοποιητικά την τοπική κατανομή της βροχόπτωσης. Κάποια γενικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει, είναι ότι αναμένεται για την περίοδο 2071-2100 μείωση της βροχόπτωσης του καλοκαιριού μέχρι και 40% συγκριτικά με την περίοδο ελέγχου 1961-1990. Αντίθετα, η χειμερινή βροχόπτωση αναμένεται να αυξηθεί σύμφωνα με τα περισσότερα μοντέλα, αλλά όχι σε πολύ μεγάλο βαθμό. Σύμφωνα με πολλούς μελετητές (Cubasch et al., 1996; Palutikof and Wigley, 1996), η ασυμφωνία των αποτελεσμάτων των διάφορων κλιματικών μοντέλων είναι τόσο μεγάλη έτσι ώστε είναι πολύ δύσκολο οι εκτιμήσεις τους να βρίσκονται σε ικανοποιητικό επίπεδο σημαντικότητας. Κοινό όμως σημείο των αποτελεσμάτων των περισσότερων μοντέλων είναι η μείωση της ετήσιας βροχόπτωσης στο μεγαλύτερο τμήμα της Μεσογείου που βρίσκεται νότια των 45° γεωγραφικού πλάτους, και αύξησή της βόρεια των 45°.

Η τάση προς επικράτηση μεγάλων περιόδων ξηρασίας σε συνδυασμό με το ότι η βροχόπτωση αναμένεται να συγκεντρώνεται σε λιγότερα, αλλά πιο ραγδαία επεισόδια που θα εκδηλώνονται σε ερημοποιημένες περιοχές και θα προκαλούν πλημμύρες, αποτελεί μεγάλη απειλή για τα μεσογειακά οικοσυστήματα, καθώς και για

την οικονομία και την ανθρώπινη ζωή. Επομένως, η επαρκής γνώση σχετικά με αυτά τα θέματα και τη συσχέτισή τους με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή είναι κάτι περισσότερο από αναγκαία για την εύρεση λύσεων με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη της περιοχής (IPCC, 2007).

Πρωταρχικής σημασίας είναι και η μελέτη των ακραίων καιρικών φαινομένων σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, η μεταβλητότητα των οποίων αναμένεται να αυξηθεί. Σύμφωνα με την Karas (1997) οι αρχές της δεκαετίας του 1990 χαρακτηρίζονται από ακραία επεισόδια ξηρασίας σε μεγάλο μέρος της Μεσογείου. Ειδικότερα, το 1995 η βροχόπτωση που μετρήθηκε στη δυτική Μεσόγειο ήταν μικρότερη από το 75% της κανονικής. Αντίθετα, κατά τους χειμώνες του 1991/2 και 1992/3 εκδηλώθηκαν χιονοπτώσεις σε περιοχές της βόρειας Αφρικής και της ανατολικής Ευρώπης, όπου αυτές είναι ιδιαίτερα σπάνιες. Επίσης, οι θερμοκρασίες της περιόδου Δεκεμβρίου-Μαρτίου 1992/3 ήταν οι χαμηλότερες που έχουν ποτέ σημειωθεί στην Τουρκία και την Ιερουσαλήμ. Κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου 1993 σε μεγάλες περιοχές της νοτιοανατολικής Γαλλίας, δυτικής Ισπανίας, κεντρικής Πορτογαλίας, Κορσικής και βόρειου Μαρόκου, καταγράφηκε βροχόπτωση δύο με τρεις φορές μεγαλύτερη της κανονικής. Σε αυτή την περίοδο, σημειώθηκε το μεγαλύτερο καταγεγραμμένο ύψος βροχής στη Μαδρίτη, ενώ Ελλάδα και Ισραήλ υπέστησαν σοβαρές πλημμύρες στα μέσα του Νοέμβρη του ίδιου έτους. Το 1995, επικράτησαν ιδιαίτερα υγρές συνθήκες στην Αίγυπτο, την Τυνησία και τη Λιβύη. Κατά τον Hurrell (1995) τόσο οι ασυνήθιστα χαμηλές θερμοκρασίες στην ανατολική Μεσόγειο, όσο και οι συνθήκες ξηρασίας σε ολόκληρη την περιοχή φαίνεται να σχετίζονται ισχυρά με τις ιδιαίτερα μεγάλες τιμές του δείκτη NAO (North Atlantic Oscillation), που άρχισαν να σημειώνονται από τη δεκαετία του 1980 και μετά. Επίσης, οι αλλαγές αυτές στη Μεσόγειο συνδέθηκαν από τους Trenberth and Shea (1997) με το φαινόμενο ENSO (El Niño Southern Oscillation), το οποίο υπέστη μεγάλες αλλαγές από το 1976 έως και το 1996, με χαρακτηριστική επικράτηση των επεισοδίων El Niño και σπάνιες περιπτώσεις εμφάνισης επεισοδίων La Niña. Βέβαια, το κατά πόσο οι αλλαγές στη φύση των NAO και ENSO συνδέονται ή οφείλονται στην αύξηση της συγκέντρωσης των GHGs, δεν έχει ακόμη αποδειχθεί.

2.3. Κλιματικά Μοντέλα

Η επίδραση μιας ενδεχόμενης κλιματικής αλλαγής στην κοινωνία και στα οικοσυστήματα, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε τοπικό επίπεδο, είναι ένα θέμα που απασχολεί ιδιαίτερα τους επιστήμονες τις τελευταίες δεκαετίες. Τα πιο σημαντικά εργαλεία στην εκτίμηση μιας τέτοιας κλιματικής αλλαγής, είναι τα λεγόμενα Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (General Circulation Models-GCMs), τα οποία παράγουν τρισδιάστατες αριθμητικές προσομοιώσεις της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και των ηπείρων, βασιζόμενες σε αναπαραστάσεις των σχετικών δυναμικών και φυσικών διαδικασιών (Noguer et al., 1998). Όμως, παρά τη μεγάλη τους χρησιμότητα, τα GCMs έχουν σχετικά μικρή χωρική οριζόντια ανάλυση, της τάξεως των 250Km, με αποτέλεσμα να μην είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην προσομοίωση του κλίματος σε μικρότερες περιοχές, σε τοπικό δηλαδή επίπεδο. Για το λόγο αυτό, είναι αναγκαίος ο λεγόμενος υποβιβασμός κλίμακας, ο οποίος συνίσταται από διάφορες τεχνικές που επιτρέπουν την έμμεση εξαγωγή πληροφορίας μεγάλης κλίμακας από τα GCMs. Οι μέθοδοι υποβιβασμού κλίμακας χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις στατιστικές και τις δυναμικές, καθεμία από τις οποίες έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της.

Σύμφωνα με τους Gallardo et al. (2001), οι στατιστικές μέθοδοι υποβιβασμού κλίμακας βασίζονται σε κλιματικές χρονοσειρές, παλαιοκλιματολογικά δεδομένα και παράγωγα των GCMs. Αφορούν στη δημιουργία στατιστικών ή και εμπειρικών σχέσεων μεταξύ των τοπικών κλιματικών μεταβλητών κάποιας περιοχής (εξαρτημένες μεταβλητές- predictants) και των μεγάλης κλίμακας ατμοσφαιρικών μεταβλητών (ανεξάρτητες μεταβλητές- predictors). Σύμφωνα με τους Giorgi et al. (2001), οι στατιστικές μέθοδοι χωρίζονται περαιτέρω σε γεννήτριες καιρού-μετεωρολογικών παραμέτρων (weather generators), εμπειρικές συναρτήσεις μετάβασης (transfer functions) και συνοπτικής προσέγγισης-τύπων κυκλοφορίας (weather typing). Κατά τους Kostoroulou et al. (2007) οι διάφορες στατιστικές μέθοδοι υποβιβασμού κλίμακας, αν και δεν παρέχουν προσομοιώσεις λεπτομερείς όσο οι δυναμικές, είναι αρκετά απλές στην εφαρμογή τους και για το λόγο αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές.

Οι δυναμικές μέθοδοι υποβιβασμού κλίμακας περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση ενός μοντέλου μεγαλύτερης ανάλυσης πάνω από την περιοχή ενδιαφέροντος. Τέτοια μοντέλα είναι τα GCMs μεταβλητής ανάλυσης και τα Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα (Regional Climate Models-RCMs), με τα τελευταία να χρησιμοποιούνται πολύ περισσότερο. Τα RCMs βασίζονται στις ίδιες θεμελιώδεις αρχές με τα GCMs, με τη διαφορά ότι δεν εφαρμόζονται σε ολόκληρη την υδρόγειο αλλά σε περιορισμένο τμήμα της (Gallardo et al., 2001). Επομένως, τα RCMs απαιτούν τη χρήση τιμών στα

όρια τους (οριακές συνθήκες-lateral boundary values), οι οποίες συνήθως τους παρέχονται από ένα GCM με τη χρήση μιας μονόδρομης μεθόδου εμφύτευσης (one-way nesting technique). Οι δυναμικές, λοιπόν, μέθοδοι υποβιβασμού κλίμακας, απαιτούν μεγαλύτερη υπολογιστική δύναμη και έχουν μεγαλύτερο κόστος, αλλά παρέχουν προσομοιώσεις σε πολύ μεγάλες χωρικές κλίμακες (Kostoroulou et al., 2007).

Οι πρώτες προσπάθειες χρήσης των RCMs έγιναν από τους Dickinson et al. (1989) και Giorgi and Bates (1989), οι οποίοι χρησιμοποίησαν μοντέλα οριζόντιας ανάλυσης 60km για την προσομοίωση του κλίματος στις δυτικές Η.Π.Α., με έμφαση στη βροχόπτωση και την υδρολογία της περιοχής. Στις πρώτες μελέτες τα RCMs ενσωματώνταν σε πεδία τιμών από σταθμούς, από πραγματικές δηλαδή παρατηρήσεις (perfect boundary-conditions runs). Τα τελευταία όμως χρόνια, η αυξανόμενη υπολογιστική ισχύς επέτρεψε την εμφύτευση των RCMs μέσα σε GCMs, επιτρέποντας έτσι μεγαλύτερη χρονική και χωρική ανάλυση. Τα RCMs σήμερα παρέχουν χωρική ανάλυση της τάξεως των 25km, αποτελώντας έτσι το πιο χρήσιμο, αλλά και το πιο ελπιδοφόρο εργαλείο στη διάθεση των κλιματολόγων.

2.3.1. Περιγραφή του RCM ALADIN

Στην παρούσα μελέτη εφαρμόζεται μια μέθοδος δυναμικού υποβιβασμού κλίμακας για την προσομοίωση του κλίματος στην περιοχή της Μεσογείου. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται το RCM ALADIN (Aire Limitée Adaptation Dynamique INitialisation) το οποίο λαμβάνει οριακές τιμές από τα δεδομένα ERA40 (reanalysis data).

Το ALADIN είναι ουσιαστικά ένα μοντέλο αριθμητικής πρόγνωσης καιρού περιορισμένης περιοχής (Limited Area Model-LAM) που κατασκευάστηκε μέσω συνεργασίας πολλών οργανισμών με επικεφαλής τη Meteo-France. Τα προγνωστικά μοντέλα αυτού του είδους, τρέχουν σε επιχειρησιακό επίπεδο για διάστημα έως και τριών ημερών. Ενώ η εφαρμογή τους για διαστήματα μεγαλύτερα από αυτά δεν έχει νόημα για την πρόγνωση του καιρού, θα μπορούσε να αποδειχτεί χρήσιμη για άλλους ερευνητικούς σκοπούς. Μία τέτοια εφαρμογή είναι η χρήση ενός μοντέλου LAM ως εργαλείο για το δυναμικό υποβιβασμό κλίμακας, δηλαδή για την κατασκευή ενός RCM. Σε μια τέτοια περίπτωση εφαρμογής, το μοντέλο δε θα πρέπει να αναμένεται να προβλέπει μεμονωμένα επεισόδια με μεγάλη ακρίβεια, αλλά να δίνει μια ορθή κλιματολογία, δηλαδή χωρικά και χρονικά στατιστικά δεδομένα των κλιματικών παραγόντων (Huth et al., 2003). Η ιδέα της χρήσης των LAMs στην κλιματολογία,

πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και θεωρείται πλέον ιδιαίτερα συμφέρουσα, μιας και μειώνεται το αριθμητικό κόστος των προσομοιώσεων.

Το μοντέλο ALADIN μπορεί να περιγραφεί ως ένα τρισδιάστατο, βαροκλινικό σύστημα βασικών εξισώσεων που χρησιμοποιεί ένα ημι-λαγκρανσιανό (semi-Lagrangian), ημι-πεπλεγμένο (semi-implicit)¹ σχήμα αριθμητικής ολοκλήρωσης (numerical integration) και αρχικοποίηση ψηφιακού φίλτρου (digital filter initialisation). Η οριζόντια χωρική ανάλυση του ALADIN είναι 25km. Οι φυσικές παραμετροποιήσεις που περιλαμβάνονται στο μοντέλο είναι οι εξής² (Huth et al., 2003):

- σχήμα παραμετροποίησης βαρυτικών κυμάτων (gravity wave drag parameterization),
- σχήμα παραμετροποίησης οριζόντιας διάχυσης,
- σχήμα παραμετροποίησης κατακόρυφης διάχυσης και οριακού στρώματος,
- βελτιωμένη έκδοση σχήματος αλληλεπίδρασης εδάφους-βιόσφαιρας-ατμόσφαιρας (Interaction Soil Biosphere Atmosphere), που περιλαμβάνει μια αναλυτική (explicit) παραμετροποίηση ψύξης του εδάφους (ανεξάρτητες μεταβλητές στο σχήμα ISBA είναι η θερμοκρασία επιφάνειας, η μέση θερμοκρασία εδάφους, και η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό),
- απλοποιημένο σχήμα παραμετροποίησης της χιονοκάλυψης,
- απλοποιημένο σχήμα παραμετροποίησης της ακτινοβολίας που καλείται σε κάθε χρονικό βήμα,
- σχήμα παραμετροποίησης της κατακόρυφης μεταφοράς (convection),
- απλοποιημένο σχήμα μεγάλης κλίμακας νέφωσης και υετού,
- διαγνωστική μέθοδος σχετική με τα νέφη και την περιεκτικότητά τους σε νερό/πάγο,
- τα χαρακτηριστικά του εδάφους (υφή, βάθος) εξαρτώνται από το χώρο (point-dependent) ενώ τα χαρακτηριστικά της βλάστησης εξαρτώνται και από το μήνα του έτους (point and month-depended).

¹ Η ημι-πεπλεγμένη μέθοδος εφαρμόζεται συχνά στα μοντέλα και συνίσταται στο χειρισμό των όρων των εξισώσεων που σχετίζονται με βαρυτικά κύματα με πεπλεγμένες (implicit) μεθόδους, ενώ των όρων που σχετίζονται με μεταφορά και κύματα Rossby με αναλυτικές (explicit) μεθόδους.

² Περισσότερα τεχνικά χαρακτηριστικά του μοντέλου είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα http://www.cnrm.meteo.fr/gmgec/site_engl/modelisation_numerique_en.html (Meteo France), αλλά και στην εργασία Bubnová et al. (1995).

2.4. Αξιολόγηση μοντέλων

Παρά το γεγονός ότι έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος από τη στιγμή που έγιναν οι πρώτες μελέτες βασισμένες στα RCMs, ακόμη τα μοντέλα αυτά παρουσιάζουν συστηματικά ή και τυχαία σφάλματα στην προσομοίωση σημαντικών κλιματικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία και η βροχόπτωση. Στην ενότητα αυτή αναφέρονται κάποιες από τις μελέτες που έχουν ασχοληθεί με την αξιολόγηση κλιματικών μοντέλων.

Στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects) πραγματοποιήθηκε μία σύγκριση των προσομοιώσεων 10 διαφορετικών RCMs τόσο μεταξύ τους, όσο και με πραγματικά δεδομένα για την περίοδο ελέγχου 1961-1990 για την ευρύτερη περιοχή της Ευρώπης. Σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε υπερεκτίμηση της θερμοκρασίας κατά το χειμώνα και το καλοκαίρι και μία τάση υποεκτίμησής της κατά τις μεταβατικές εποχές. Συγκεκριμένα για την περιοχή της Μεσογείου, η θερμοκρασία υποεκτιμάται από τα μοντέλα σε όλες τις εποχές (Jacob et al., 2007).

Οι Moberg and Jones (2004) επιχείρησαν μια αξιολόγηση του RCM HadRM3P του Hadley Center. Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για την ευρύτερη περιοχή της Ευρώπης για την περίοδο 1961-1990 και έδωσε χρονοσειρές ημερήσιας ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας για διάφορα σημεία πλέγματος. Οι προσομοιωμένες αυτές χρονοσειρές συγκρίθηκαν με τις χρονοσειρές παρατηρήσεων από 185 σταθμούς της Ευρώπης. Προέκυψε ότι το μοντέλο λειτουργεί σε γενικές γραμμές ικανοποιητικά στην περιοχή της Μεγάλης Βρετανίας, αλλά και σε περιοχές που βρίσκονται σε γεωγραφικά πλάτη μεταξύ των 50 και 55°, δίνοντας σφάλματα μικρότερα των 0,5°C. Σε πολλές άλλες περιοχές, όμως, της Ευρώπης, σημειώθηκαν αρκετά μεγάλες διαφορές μεταξύ των προσομοιωμένων και των παρατηρούμενων θερμοκρασιών, τέτοιες που σε ορισμένες περιπτώσεις έφτασαν και τους 15°C. Πρέπει να αναφερθεί ότι, ενώ προέκυψαν τόσο υποεκτιμήσεις, όσο και υπερεκτιμήσεις των παραμέτρων της θερμοκρασίας, επικρατεί η υπερεκτίμηση. Χαρακτηριστικό είναι το ότι η μέγιστη θερμοκρασία των περιοχών που βρίσκονται νοτιότερα από τις 45° γεωγραφικού πλάτους, υπερεκτιμάται συστηματικά από το μοντέλο, γεγονός που οι ερευνητές αποδίδουν στις διαδικασίες ξήρανσης του εδάφους που αυτό περιέχει.

Αξιολόγηση του RCM RegCM3 πραγματοποιείται από τους Bergant et al. (2007) σχετικά με την προσομοίωση της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και της τάσης των υδρατμών στην Ευρώπη για την περίοδο 1961-2000. Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των Moberg and Jones (2004), παρατηρήθηκε υποεκτίμηση της μέσης

θερμοκρασίας στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης ενώ υπερεκτίμησή της σημειώνεται μόνο σε ορισμένες περιοχές του βορρά. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος επίσης υποεκτιμάται στις περισσότερες περιοχές. Όσον αφορά στη βροχόπτωση, τα ύψη της κατά κύριο λόγο υπερεκτιμούνται. Οι μόνες εξαιρέσεις σημειώνονται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από μεγάλα ύψη βροχόπτωσης (Άλπεις, Μεγάλη Βρετανία, Σκανδιναβία και δυτικές ακτές της Ιβηρικής χερσονήσου), τα οποία υποεκτιμούνται από το μοντέλο.

Οι Gallardo et al. (2001) έκαναν σύγκριση μεταξύ των προσομοιώσεων του RCM PROMES και πραγματικών τιμών θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για την περιοχή της Ιβηρικής χερσονήσου για την περίοδο 1961-1990. Όσον αφορά στη μέση εποχιακή θερμοκρασία, η προσομοίωση κρίθηκε αρκετά ικανοποιητική, αλλά πρέπει να αναφερθεί ότι σε γενικές γραμμές σημειώνεται υποεκτίμησή της. Αντίθετα, η βροχόπτωση υπερεκτιμάται από το μοντέλο σε όλες τις εποχές, με μεγαλύτερα σφάλματα να σημειώνονται κατά το χειμώνα-που είναι η εποχή με τα μεγαλύτερα ύψη βροχής, ενώ τα μικρότερα σφάλματα κατά το καλοκαίρι-που είναι η εποχή με τις πιο ξηρές συνθήκες. Το γεγονός αυτό δείχνει πως το RCM επιτυγχάνει να προσομοιώσει ικανοποιητικά τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν κατά το καλοκαίρι στην περιοχή αυτή. Η προσομοίωση της βροχόπτωσης της Ιβηρικής χερσονήσου μελετήθηκε και από τους Nieto and Rodríguez-Puebla (2006). Σε αυτή την περίπτωση η σύγκριση έγινε μεταξύ πραγματικών δεδομένων χειμερινής βροχόπτωσης και προσομοιώσεων τιμών από τέσσερα διαφορετικά GCMs. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα μοντέλα αναπαράγουν ικανοποιητικά τον ετήσιο κύκλο της βροχόπτωσης, αλλά και σε αυτή τη μελέτη προέκυψε υπερεκτίμηση των ποσών βροχόπτωσης. Βασικό συμπέρασμα αποτελεί το γεγονός ότι στα GCMs, λόγω μικρής ανάλυσης, δεν αντιπροσωπεύεται ικανοποιητικά η ορογραφία και η αλληλεπίδρασή της με τις δυναμικές διαδικασίες της ατμόσφαιρας.

Την προσομοίωση της χειμερινής βροχόπτωσης στην Ελλάδα από το GCM HadAM3P μελέτησαν οι Tolika et al. (2006). Η σύγκριση, λοιπόν, των προσομοιωμένων με τις πραγματικές χρονοσειρές, έδειξε ότι το μοντέλο δεν αναπαράγει ικανοποιητικά τα ύψη βροχής, πιθανότατα, σύμφωνα με τους ερευνητές, λόγω της αδυναμίας του να «συλλάβει» την πολύπλοκη ορογραφία της περιοχής, αλλά και το ρόλο του Αιγαίου πελάγους. Σε γενικές γραμμές σημειώνεται υποεκτίμηση των ποσών βροχόπτωσης, κυρίως στις περιοχές που χαρακτηρίζονται από τα μεγαλύτερα ύψη βροχής (δυτική Ελλάδα και νησιά ανατολικού Αιγαίου).

Οι Sushama et al. (2006) επιχείρησαν την αξιολόγηση του CRCM (Canadian Regional Climate Model) σχετικά με την ικανότητά του στην προσομοίωση διαφόρων παραμέτρων-περιλαμβανομένης της βροχόπτωσης-που σχετίζονται με την υδρολογία ορισμένων περιοχών του Καναδά. Η περίοδος ελέγχου ήταν η 1961-1990 και η

σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα έγινε σε μηνιαία βάση. Το μοντέλο CRCM αποτελείται από δύο εκδόσεις, τη βασική και τη βελτιωμένη. Η βασική έκδοση, παρουσιάζει σύμφωνα με τους ερευνητές, συστηματική υπερεκτίμηση των υψών βροχόπτωσης, κυρίως κατά το καλοκαίρι. Αυτό αποδίδεται στο ακατάλληλο σχήμα παραμετροποίησης του οριακού στρώματος καθώς και των διαδικασιών του εδάφους. Οι προσομοιώσεις που προέρχονται από τη βελτιωμένη έκδοση του μοντέλου παρουσιάζουν πολύ μικρότερα σφάλματα, μάλιστα το ύψος βροχόπτωσης υπερεκτιμάται σε ορισμένες από τις περιοχές μελέτης και υποεκτιμάται σε άλλες. Η βελτίωση των προσομοιώσεων θεωρείται πως οφείλεται στα πιο κατάλληλα σχήματα παραμετροποίησης που περιλαμβάνονται στην έκδοση αυτή του μοντέλου.

Οι Noguer et al. (1998) θέλησαν να διερευνήσουν τις πηγές των συστηματικών σφαλμάτων στα αποτελέσματα ενός RCM για την Ευρώπη. Για το λόγο αυτό χρησιμοποίησαν δύο διαφορετικές προσομοιώσεις του ίδιου RCM, στην καθεμία από τις οποίες λαμβάνονται διαφορετικές οριακές συνθήκες. Στη μία περίπτωση οι οριακές συνθήκες παρέχονται από ένα GCM, ενώ στην άλλη από παρατηρήσεις (perfect boundary conditions). Οι προσομοιώσεις αφορούν στη δεκαετή περίοδο 1983-1994 και στις κλιματικές παραμέτρους της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και της νεφοκάλυψης. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε επιτρέπει τη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το που οφείλονται τα σφάλματα του μοντέλου, μιας και αυτά μπορούν να διαχωριστούν σε σφάλματα του περιβάλλοντος GCM που υιοθετούνται από το RCM και σφάλματα που οφείλονται στις εσωτερικές διαδικασίες και δημιουργούνται μέσα στο ίδιο το RCM. Σύμφωνα, λοιπόν, με τα αποτελέσματα, τα σφάλματα στην προσομοίωση της νεφοκάλυψης οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις φυσικές παραμετροποιήσεις του RCM. Τα σφάλματα στη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχή. Συγκεκριμένα, κατά το καλοκαίρι τα σφάλματα αυτά αποδίδονται σε διαδικασίες του ίδιου του RCM, ενώ κατά τις υπόλοιπες εποχές θεωρείται πως συνεισφέρουν και οι δύο πηγές σφαλμάτων.

Οι Jones et al. (1995) επιχείρησαν την αξιολόγηση ορισμένων προσομοιώσεων περιόδου ελέγχου (present-day climate simulations) που προέρχονται από RCM ανάλυσης 50km για την Ευρώπη, το οποίο λαμβάνει οριακές τιμές από ένα GCM μέσω μονόδρομης μεθόδου εμφύτευσης. Μεταξύ των παραμέτρων που προσομοιώθηκαν είναι η θερμοκρασία και η βροχόπτωση. Σύγκριση μεταξύ παρατηρούμενων και προσομοιωμένων υψών βροχής πραγματοποιούν στη μελέτη τους και οι Chen et al. (1996) για ηπειρωτικές περιοχές των ΗΠΑ. Σημαντικές εργασίες στον τομέα της αξιολόγησης των μοντέλων είναι και αυτές που περιγράφουν τα αποτελέσματα του Προγράμματος Σύγκρισης Ατμοσφαιρικών Μοντέλων (Atmospheric Model Intercomparison Project-AMIP) και του μεταγενέστερου Προγράμματος Σύγκρισης Συζευγμένων Μοντέλων (Coupled Model Intercomparison Project-CMIP). Το AMIP

περιγράφεται από τον Gates (1992) ως μια διεθνής προσπάθεια για τη διερεύνηση των συστηματικών σφαλμάτων που παρουσιάζουν τα μοντέλα στην προσομοίωση των κλιματικών παραμέτρων. Η αξιολόγηση αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω σύγκρισης με πραγματικά δεδομένα από σταθμούς για την περίοδο 1979-1988. Στις εργασίες των Meehl et al. (2000), Lambert and Boer (2001) και Covey et al. (2003) περιγράφεται το CMIP που σχεδιάστηκε για τον ίδιο σκοπό με το AMIP, με τη διαφορά ότι μελετώνται οι προσομοιώσεις από συζευγμένα ατμοσφαιρικά-ωκεάνια μοντέλα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι έχουν εκπονηθεί αρκετές μελέτες σχετικά με την αξιολόγηση των RCMs, αυτά εξακολουθούν να παρουσιάζουν συστηματικά και μη σφάλματα στην προσομοίωση σημαντικών κλιματικών παραμέτρων. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω ανάπτυξη και αξιολόγησή τους, κυρίως μέσω σύγκρισης των προσομοιώσεων με πραγματικά δεδομένα. Τέτοιες συγκρίσεις επιτρέπουν την κατανόηση των πηγών των σφαλμάτων του μοντέλου (Moberg and Jones, 2004). Αυτός ακριβώς είναι και ο σκοπός της παρούσας μελέτης. Το RCM ALADIN τρέχει για την περασμένη περίοδο 1958-2001 (control run) στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου και τα αποτελέσματά του συγκρίνονται μέσω διαφόρων στατιστικών μεθόδων με τα πραγματικά δεδομένα που προέρχονται από 18 σταθμούς της περιοχής μελέτης.

Κεφάλαιο 3. Δεδομένα και Μεθοδολογία

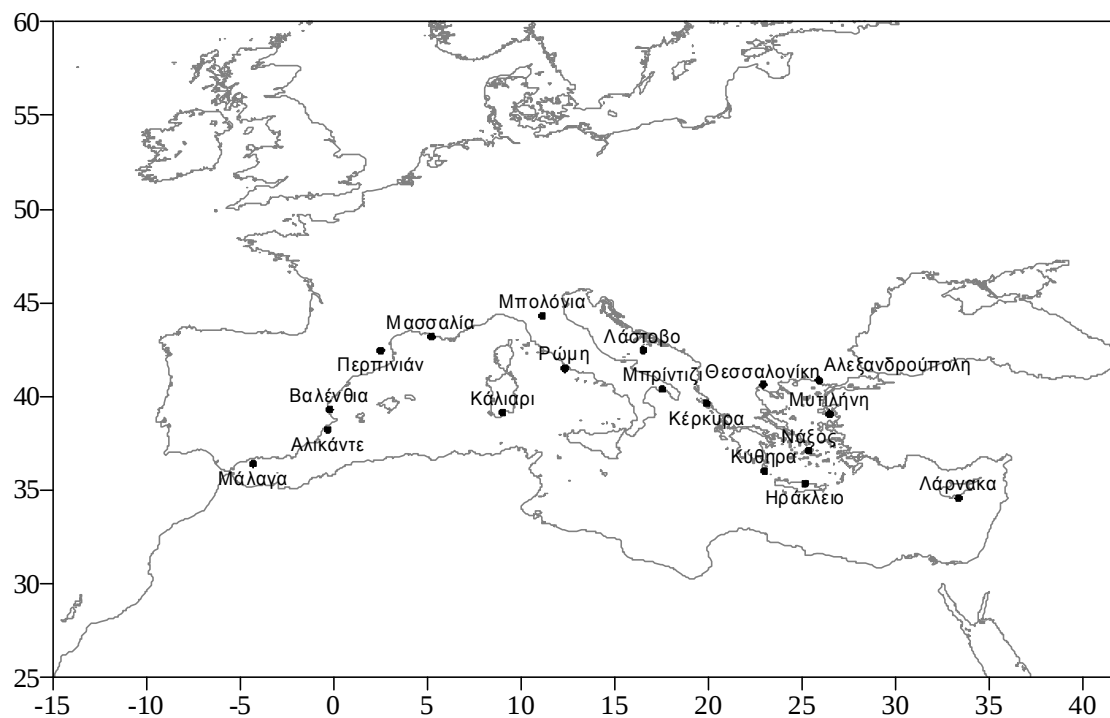
3.1. Δεδομένα

Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης μελέτης χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας από 18 σταθμούς της Μεσογείου για τη χρονική περίοδο 1958- 2001³. Οι εν λόγω σταθμοί παρουσιάζονται στο χάρτη 3.1, ενώ τα χαρακτηριστικά τους στον Πίνακα 3.1, και είναι οι εξής: Αλικάντε-Βαλένθια-Μάλαγα (Ισπανία), Μασσαλία-Περπινιάν (Γαλλία), Κάλιαρι-Μπολόνια-Μπρίντζι-Ρώμη (Ιταλία), Λάστοβο (Κροατία), Αλεξανδρούπολη-Ηράκλειο-Θεσσαλονίκη-Κέρκυρα-Κύθηρα-Μυτιλήνη-Νάξος (Ελλάδα), Λάρνακα (Κύπρος). Τα δεδομένα των ελληνικών σταθμών πάρθηκαν από την ΕΜΥ, ενώ των υπολοίπων σταθμών από το Ευρωπαϊκό Κέντρο Αξιολόγησης Κλίματος (European Climate Assessment- ECA)⁴.

Όλα οι χρονοσειρές δεδομένων είχαν ελεγχθεί εκ των προτέρων όσον αφορά στην ομοιογένειά τους, των ελληνικών σταθμών σε προηγούμενες μελέτες (Kostoroulou et al, 2007) και των ξένων από το ECA. Παρά το γεγονός ότι οι χρονοσειρές όλων των σταθμών έχουν αξιολογηθεί ως ομοιογενείς, σε πολλές από αυτές υπήρχαν κάποιες λανθασμένες τιμές, αλλά και κενά. Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι χρησιμοποιήθηκαν μόνο σταθμοί των οποίων τα κενά δεν ξεπερνούν το 20% του συνόλου των τιμών. Η συμπλήρωση των κενών και η διόρθωση των λανθασμένων τιμών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια χρονοσειρών κοντινών σταθμών. Συγκεκριμένα, οι σταθμοί που χρειάστηκαν τέτοιες παρεμβάσεις ήταν η Βαλένθια, το Κάλιαρι, η Λάρνακα, η Μάλαγα, το Μπρίντζι και η Ρώμη. Η συμπλήρωση της χρονοσειράς της Βαλένθια έγινε από αυτή του Αλικάντε, του Κάλιαρι από της Ρώμης και της Λάρνακας από της Λεμεσού. Στην περίπτωση της Μάλαγα, κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί, εκτός της Βαλένθια, και η χρονοσειρά της Μελίλλα (Μαρόκο-ακτές βόρειας Αφρικής). Έτσι οι τιμές της Μάλαγα προέκυψαν ως ο σταθμισμένος μέσος όρος, από το 65% των τιμών της Μελίλλα και το 35% των τιμών της Βαλένθια. Στο Μπρίντζι, οι τιμές υπολογίστηκαν ως η μέση τιμή των αντίστοιχων της Κέρκυρας και της Ρώμης. Τέλος, η χρονοσειρά της Ρώμης συμπληρώθηκε από τη μέση τιμή τριών σταθμών, του Κάλιαρι, του Μπρίντζι και του Λάστοβο.

³ Σημειώνονται οι εξής εξαιρέσεις: οι χρονοσειρές των ελληνικών σταθμών φτάνουν μέχρι το 2000 και η χρονοσειρά της Λάρνακας καλύπτει την περίοδο 1986-2001.

⁴ <http://eca.knmi.nl>: Klein Tank, A.M.G. and Coauthors, 2002. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. Int. J. of Climatol., 22, 1441-1453.



Χάρτης 3.1. Γεωγραφική κατανομή των σταθμών μελέτης.

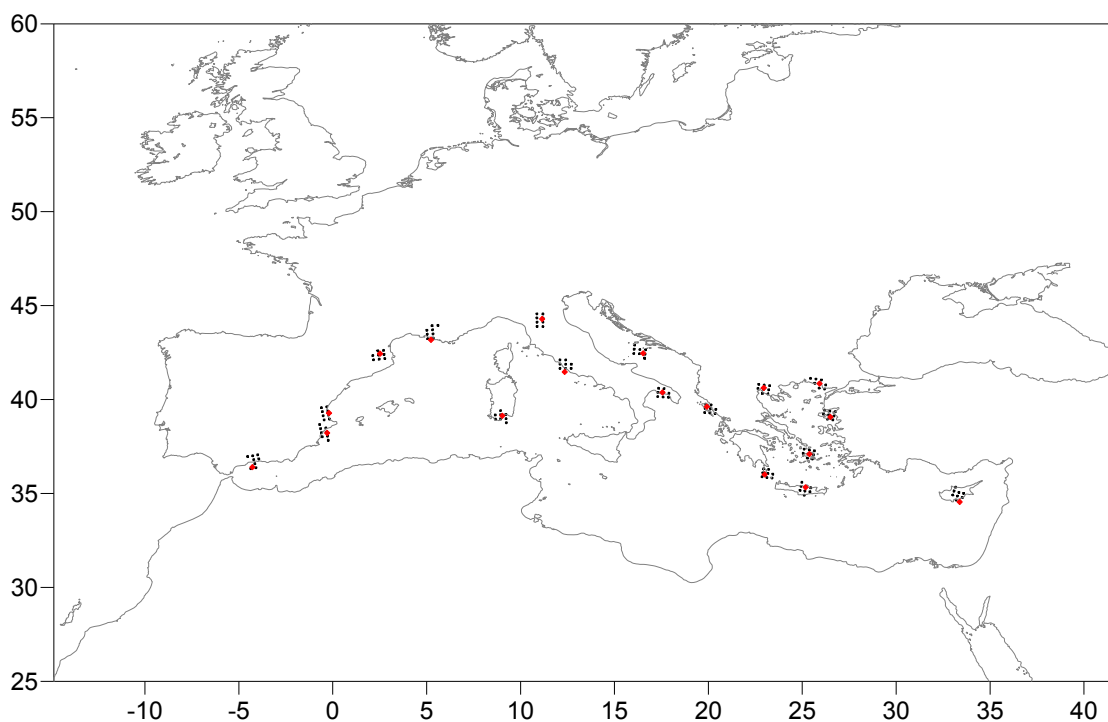
Πίνακας 3.1. Χαρακτηριστικά των σταθμών μελέτης.

Σταθμός	Γεωγραφικό Μήκος (°)	Γεωγραφικό Πλάτος (°)	Υψόμετρο (m)
Αλεξανδρούπολη	25.92	40.85	3
Αλικάντε	-0.3	38.22	81
Βαλένθια	-0.21	39.28	11
Ηράκλειο	25.18	35.33	39
Θεσσαλονίκη	22.95	40.62	32
Κάλιαρι	9.03	39.14	2
Κέρκυρα	19.92	39.62	4
Κύθηρα	23	36.01	167
Λάρνακα	33.38	34.55	3
Λάστοβο	16.53	42.46	186
Μάλαγα	-4.28	36.4	7
Μασσαλία	5.23	43.18	75
Μπολόνια	11.15	44.29	60
Μπρίντζι	17.56	40.38	10
Μυτιλήνη	26.5	39.07	5
Νάξος	25.38	37.1	10
Περπινιάν	2.52	42.44	42
Ρώμη	12.35	41.47	105

Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές των ημερήσιων θερμοκρασιών που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούν απευθείας έξοδο του κλιματικού μοντέλου ALADIN και παρέχονται στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος για τις κλιματικές αλλαγές ENSEMBLES (ENSEMBLE-based Predictions of Climate Changes and their Impacts: www.ensembles-eu.org). Το RCM ALADIN λαμβάνει ως οριακές τιμές τα δεδομένα ERA-40 (Ecmwf ReAnalysis-40), τα οποία κατασκευάζονται από το Ευρωπαϊκό Κέντρο Μεσοπρόθεσμων Μετεωρολογικών Προγνώσεων (European Centre for Medium-range Weather Forecasts- ECMWF). Τα ERA-40 αποτελούν αναδρομική ανάλυση των κλιματικών δεδομένων επιφανείας και ανώτερης ατμόσφαιρας και είναι διαθέσιμα σε σημεία πλέγματος ανά 2,5 μοίρες για όλο τον πλανήτη. Η χρονική περίοδος που περιλαμβάνουν είναι η 45ετία 1957-2002. Για την κατασκευή αυτού του παγκόσμιου πλέγματος δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν όλες οι συμβατικές πηγές μετεωρολογικής παρατήρησης, όπως οι μετεωρολογικοί σταθμοί εδάφους και θαλάσσης και οι ραδιοβολίσεις, αλλά και δορυφορικά δεδομένα από το 1972 και έπειτα. Τα ERA-40, λοιπόν, θεωρούνται ιδιαίτερα αξιόπιστα όσον αφορά στην αναπαράσταση του κλίματος της περιόδου αυτής και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συχνά στην παροχή οριακών συνθηκών σε κλιματικά ή και μετεωρολογικά μοντέλα.

Για να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα του μοντέλου ήταν απαραίτητο να δημιουργηθούν κάποια παράθυρα γύρω από τους σταθμούς ενδιαφέροντος. Αυτό πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ειδικού προγράμματος, στο οποίο εισάγονται οι αντίστοιχες συντεταγμένες. Έτσι προέκυψαν χρονοσειρές για διάφορα σημεία πλέγματος, από τα οποία επιλέχτηκαν οχτώ για κάθε σταθμό (χάρτης 3.2 και πίνακας B1 παραρτήματος), με βασικό κριτήριο επιλογής την απόσταση από αυτόν. Θεωρείται ότι τα οχτώ σημεία συμβάλλουν στην εξομάλυνση των πιθανών διαφορών μεταξύ τους, είτε πρόκειται για διαφορές στο υψόμετρο, είτε σχετικά με το αν βρίσκονται πάνω από ξηρά ή θάλασσα. Επίσης, κατ' αυτό τον τρόπο επιλέχτηκαν σημεία προς όλες τις κατευθύνσεις-όπου ήταν δυνατό-γύρω από τον κάθε σταθμό μελέτης. Πρέπει να αναφερθεί ότι ο υπολογισμός της απόστασης μεταξύ δύο σημείων είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος επειδή εξαρτάται από παράγοντες όπως το υψόμετρο, η καμπυλότητα της γήινης επιφάνειας και το γεγονός ότι η γη δεν είναι τέλεια σφαίρα. Με την παραδοχή ότι η γη είναι σφαίρα ακτίνας R , και οι τοποθεσίες των δύο σημείων προσδιορίζονται από σφαιρικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος), για τον υπολογισμό της απόστασης χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα η μέθοδος Harvesine, όπως περιγράφεται από τον Sinnott (1984). Η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη την καμπυλότητα της γης και θεωρείται πως παρέχει ακριβή αποτελέσματα. Επιπλέον δημιουργήθηκε ένα τεχνητό μεσοποιημένο σημείο πλέγματος που προέκυψε ως η μέση τιμή των οχτώ κοντινότερων σημείων. Τα δεδομένα του

μοντέλου ήταν διαθέσιμα, όπως και τα πραγματικά, σε ημερήσια βάση και η περίοδος μελέτης είναι η 1958-2001, που καλείται και περίοδος ελέγχου (control run) επειδή αφορά σε περασμένα έτη και χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση των μοντέλων.



Χάρτης 3.2. Θέσεις των σημείων πλέγματος (μαύρες κουκκίδες) γύρω από τον κάθε σταθμό μελέτης (κόκκινες κουκκίδες-οι ακριβείς συντεταγμένες των σημείων πλέγματος παρατίθενται στον Πίνακα Β1 του Παραρτήματος).

3.2. Μεθοδολογία

Για την ανάλυση των χαρακτηριστικών της θερμοκρασίας στην περιοχή μελέτης, υπολογίστηκαν οι μέσες εποχιακές⁵ χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας, αλλά και των δεικτών ακραίας θερμοκρασίας, για όλους τους σταθμούς και τα σημεία πλέγματος για την περίοδο 1958-2001 (2000). Οι στατιστικές παράμετροι που υπολογίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του μοντέλου είναι ο αριθμητικός μέσος όρος και η τυπική απόκλιση.

Επίσης, κατασκευάστηκαν για κάθε σταθμό και εποχή, γραφήματα, που απεικονίζουν τη διαχρονική εξέλιξη των χρονοσειρών. Μέσω του στατιστικού πακέτου Excel υπολογίστηκαν οι τάσεις των χρονοσειρών και μέσω του Statistica ελέγχθηκε η στατιστική τους σημαντικότητα με το τεστ Kendall tau.

⁵ Οι τιμές του Δεκεμβρίου υπολογίζονται στο χειμώνα του προηγούμενου κάθε φορά έτους.

Οι τάσεις των χρονοσειρών υπολογίζονται με την εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων, σύμφωνα με την οποία επιλέγεται η ευθεία εκείνη που εκφράζει καλύτερα τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων των σφαλμάτων από την ευθεία αυτή να είναι το ελάχιστο δυνατό.

Ο τύπος που χρησιμοποιείται για την εύρεση της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων είναι ο εξής (Wilks, 1995):

$$y_i = a + bx_i + e_i \text{ για } i=1, \dots, n \quad (i)$$

όπου

y_i : η τιμή της μεταβλητής στη χρονική στιγμή x_i ,

e_i : το τυχαίο σφάλμα,

b : η κλίση της ευθείας ($\Delta y / \Delta x$), και

n : ο αριθμός των ζευγών.

Στη συνέχεια, εξετάζεται η στατιστική σημαντικότητα των τάσεων με τη χρήση του Kendall tau τεστ σε επίπεδο σημαντικότητας 95% ($\alpha=0.05$). Το Kendall tau είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο τεστ για την εύρεση συσχέτισης μεταξύ μεταβλητών, που ουσιαστικά αντιπροσωπεύει μία πιθανότητα που είναι η διαφορά μεταξύ της πιθανότητας του να έχουν οι δύο μεταβλητές την ίδια διάταξη στα δεδομένα με την πιθανότητα του να έχουν διαφορετική διάταξη. Ορίζεται ως (Press et al., 1992):

$$\tau = \frac{c - d}{\sqrt{c + d + extra_y} * \sqrt{c + d + extra_x}} \quad (ii)$$

Όπου,

c (concordant): ζεύγος διαδοχικών τιμών του x που η σχετική τους σειρά είναι ίδια με τη σχετική σειρά των αντίστοιχων τιμών του y ,

d (discordant): ζεύγος διαδοχικών τιμών του x που η σχετική τους σειρά είναι αντίθετη από τη σχετική σειρά των αντίστοιχων τιμών του y ,

$extra_y$: ζεύγος όμοιων διαδοχικών τιμών του x , και

$extra_x$: ζεύγος όμοιων διαδοχικών τιμών του y .

Επιπλέον, οι χρονοσειρές των μέσων ελαχίστων και μέγιστων θερμοκρασιών διερευνήθηκαν ως προς την ύπαρξη πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών (abrupt climatic change). Σύμφωνα με τους Arseni-Papadimitriou and Maheras (1991) και Feidas et al. (2004), ως απότομη κλιματική αλλαγή ορίζεται η κλιματική ασυνέχεια κατά

την οποία σημειώνεται μια αρκετά απότομη και μόνιμη αλλαγή του μέσου όρου μιας χρονοσειράς προς κάποια άλλη τιμή. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τον εντοπισμό τέτοιων ασυνεχειών, όπως είναι ο κινούμενος μέσος με βάρη (low pass filter), το Cramer τεστ, το Mann-Kendall τεστ και το Spearman τεστ. Στην εργασία αυτή επιλέχθηκε το Mann-Kendall τεστ, μιας και θεωρείται ένα από τα πλέον αξιόπιστα και χρησιμοποιείται ευρέως σε παρόμοιες μελέτες. Μεταξύ άλλων έχει χρησιμοποιηθεί από τους Arseni-Paradimitriou and Maheras (1991) και Maheras and Kutiel (1999) για τον εντοπισμό πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών στη θερμοκρασία της Μεσογείου, από τους Aesawy and Hasanean (1998) για τη θερμοκρασία σε έξι σταθμούς της νότιας Μεσογείου και από τους Feidas et al. (2004) για τη θερμοκρασία της Ελλάδας.

Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιεί τις μέσες τιμές αυτές καθαυτές, αλλά τη θέση που κατέχουν όταν κατατάσσονται σε αύξουσα και φθίνουσα σειρά. Από τις κατατάξεις αυτές προκύπτουν δύο καμπύλες, η κανονική (c_1) και η ανάδρομη (c_2). Εφόσον οι δύο αυτές καμπύλες τέμνονται, το σημείο τομής τους καθορίζει το έτος κατά το οποίο σημειώνεται κλιματική αλλαγή, όταν αυτό βρίσκεται μέσα στα όρια εμπιστοσύνης. Αν οι καμπύλες εξέλθουν, μετά την τομή τους, από τα όρια εμπιστοσύνης, τότε μόνο η κλιματική αλλαγή θεωρείται στατιστικά σημαντική. Επίσης, στην περίπτωση κατά την οποία, σε σύντομο χρονικό διάστημα (περίπου 5 ετών), οι καμπύλες τέμνονται ξανά, τότε δεν μπορεί να θεωρηθεί απότομη κλιματική αλλαγή.

Συμπληρωματικά, για την καλύτερη μελέτη των διακυμάνσεων και των χαρακτηριστικών των χρονοσειρών, εφαρμόστηκαν οι μέθοδοι των κινούμενων μέσων και των αθροιστικών διαφορών. Η πρώτη είναι μία μέθοδος εξομάλυνσης των χρονοσειρών, μιας και αθροίζονται οι παρατηρήσεις ανά κάποιο πλήθος που καθορίζεται από τον ερευνητή και είναι πάντα περιττός αριθμός-στη συγκεκριμένη μελέτη είναι το 5-και το άθροισμα διαιρείται με τον αριθμό αυτό. Έτσι προκύπτει ο κινούμενος μέσος όρος και η διαδικασία συνεχίζεται διαδοχικά μέχρι το τέλος της χρονοσειράς. Η καμπύλη που προκύπτει έχει την εξής φυσική σημασία: όταν βρίσκεται πάνω από την ευθεία που αντιπροσωπεύει το μέσο όρο μιας χρονοσειράς, αυτό σημαίνει ότι η εν λόγω περίοδος είναι θερμή (εφόσον η χρονοσειρά περιλαμβάνει θερμοκρασίες), ενώ όταν βρίσκεται κάτω από το μέσο όρο η περίοδος χαρακτηρίζεται ως ψυχρή. Η μέθοδος των αθροιστικών διαφορών αφορά στη δημιουργία μια κανονικοποιημένης καμπύλης, από τη γραφική απεικόνιση της οποίας μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις τάσεις, ανοδικές ή πτωτικές, της χρονοσειράς.

Η βασική διαδικασία που ακολουθήθηκε για να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση του μοντέλου, είναι η μελέτη των διαφορών των πραγματικών τιμών από τις προσομοιωμένες. Αυτό έγινε τόσο για τις μέσες τιμές, όσο και για τις τυπικές αποκλίσεις. Στη συνέχεια οι διαφορές αυτές εξετάστηκαν ως προς τη στατιστική τους σημαντικότητα σε διάστημα εμπιστοσύνης 0,05 (ή 95%επίπεδο σημαντικότητας) με τη

βοήθεια του excel και τη χρήση του ελέγχου Student's t του μέσου δύο δειγμάτων συσχετισμένων ζευγών (t-test paired two sample for means). Αυτό το εργαλείο ανάλυσης εκτελεί έναν έλεγχο δύο δειγμάτων ανά ζεύγη, για να καθορίσει κατά πόσο οι μέσες τιμές ενός δείγματος είναι διακριτές, ενώ δεν υποθέτει ότι οι διακυμάνσεις των δύο πληθυσμών είναι ίσες. Για κάθε επίπεδο σημαντικότητας υπάρχει μία κρίσιμη τιμή του t, η οποία καθορίζει το ποιες διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του t είναι ο εξής (von Storch and Zwiers, 1999):

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}} \quad (\text{iii})$$

Όπου,

$\bar{x}$ και $\bar{y}$ οι δειγματικές μέσες τιμές των δύο μεταβλητών,

n_x και n_y το πλήθος των τιμών για την κάθε μεταβλητή, και

S_p η διακύμανση συνόλου που δίνεται από τον τύπο:

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_x} (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^{n_y} (y_i - \bar{y})^2}{n_x + n_y - 2} \quad (\text{iv})$$

Εκτός όμως από τη σύγκριση των μέσων όρων και των τυπικών αποκλίσεων, σημαντική είναι και η σύγκριση των τάσεων των πραγματικών και των προσομοιωμένων χρονοσειρών. Για το σκοπό αυτό, κατασκευάστηκαν πίνακες στους οποίους η σύγκριση καθίσταται πιο εύκολη οπτικά.

Κεφάλαιο 4. Μελέτη της Θερμοκρασίας της Μεσογείου

4.1. Στατιστική ανάλυση της μέσης ελάχιστης και μέγιστης Θερμοκρασίας της Μεσογείου

Σε πρώτο στάδιο, μελετάται το θερμοκρασιακό καθεστώς στη Μεσόγειο κατά την περίοδο 1958-2001, μέσω των παραμέτρων της μέσης ελάχιστης και μέσης μέγιστης θερμοκρασίας, σε εποχιακή βάση. Η περιοχή της Μεσογείου θα μπορούσε να διαχωριστεί σε τρεις γεωγραφικές υποπεριοχές, τη δυτική, την κεντρική και την ανατολική, μιας και οι σταθμοί της καθεμιάς από αυτές παρουσιάζουν παρόμοιες συμπεριφορές, καθιστώντας πιο εύκολη τη μελέτη τους. Η δυτική Μεσόγειος, στη συγκεκριμένη εργασία, ορίζεται από τις 5° δυτικού έως τις 7,5° ανατολικού γεωγραφικού μήκους. Περιλαμβάνει δηλαδή τους σταθμούς της Ισπανίας-Μάλαγα, Αλικάντε, Βαλένθια, και της Γαλλίας, Περπινιάν και Μασσαλία. Η κεντρική Μεσόγειος ορίζεται από τις 7,5° έως 20° ανατολικού γεωγραφικού μήκους. Οι σταθμοί που περιλαμβάνονται είναι το Κάλιαρι, η Ρώμη, η Μπολόνια και το Μπρίντζι της Ιταλίας, και το Λάστοβο της Κροατίας. Τέλος, η ανατολική Μεσόγειος περιλαμβάνει τις περιοχές που βρίσκονται μεταξύ των 20 και των 35° ανατολικού γεωγραφικού μήκους. Πρόκειται για τους ελληνικούς σταθμούς της Κέρκυρας, Θεσσαλονίκης, Αλεξανδρούπολης, Μυτιλήνης, Νάξου, Κυθήρων και Ηρακλείου, και το σταθμό της Λάρνακας της Κύπρου. Η μελέτη θα ήταν πιο ολοκληρωμένη εάν λαμβάνονταν υπ' όψη και σταθμοί των βορείων ακτών της Αφρικής, αλλά όσες χρονοσειρές υπήρχαν κρίθηκαν ανεπαρκείς, καθώς είτε ήταν ολιγοετείς, είτε είχαν πολλά κενά.

Στο σχήμα 4.1α (και Πίνακας Β2 του Παραρτήματος) παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες τιμές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του χειμώνα, σημειώνονται στην ανατολική Μεσόγειο και κυρίως στους σταθμούς του Αιγαίου. Υψηλές, όμως, είναι και οι θερμοκρασίες στους σταθμούς της Ισπανίας, καθώς και σε δύο απ' τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου, το Μπρίντζι και το Λάστοβο. Από την άλλη, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες σημειώνονται σε σταθμούς που βρίσκονται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη σχετικά με τους υπόλοιπους και είναι αρχικά οι σταθμοί της Μπολόνια και της Αλεξανδρούπολης και στη συνέχεια της Θεσσαλονίκης, της Ρώμης, της Μασσαλίας και του Περπινιάν. Πιο συγκεκριμένα, η μικρότερη τιμή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας που σημειώθηκε κατά το χειμώνα, αντιστοιχεί στη Μπολόνια και είναι ίση με 1,6°C. Η μεγαλύτερη τιμή της ίδιας παραμέτρου σημειώθηκε στη Νάξο και είναι της τάξης των 9,9°C. Η διαφορά ανάμεσα στις δυο αυτές ακραίες θερμοκρασίες είναι αρκετά σημαντική. Γενικά, όσον αφορά στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα,

η ανατολική Μεσόγειος εμφανίζεται ως η πιο θερμή από τις τρεις περιοχές, ενώ η κεντρική ως η ψυχρότερη.

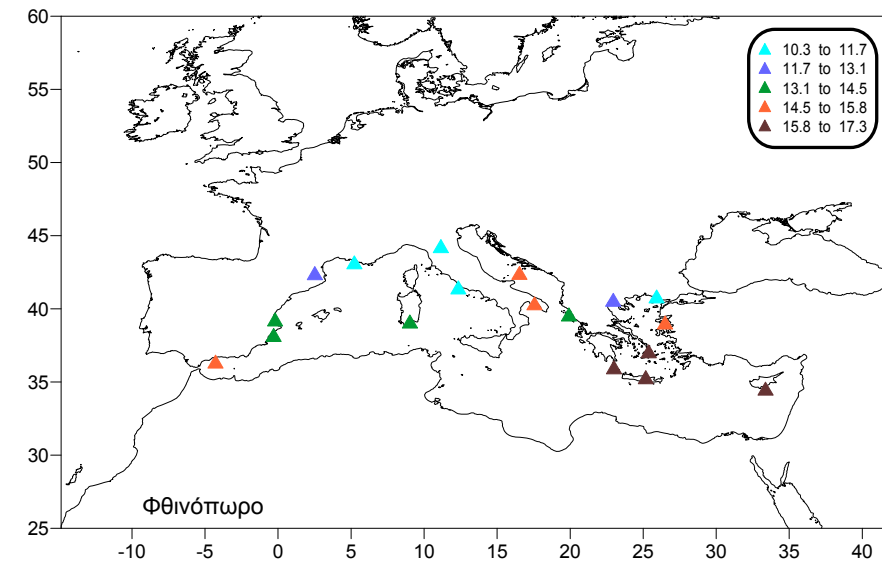
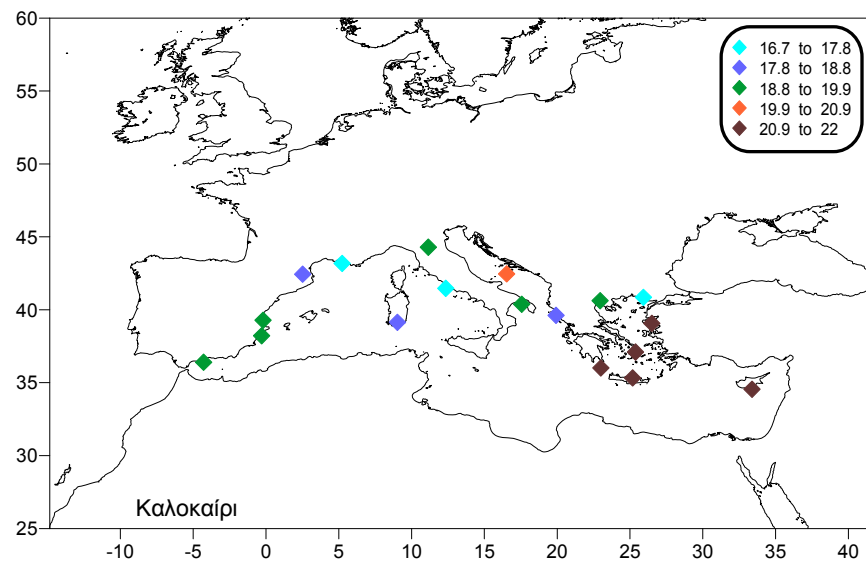
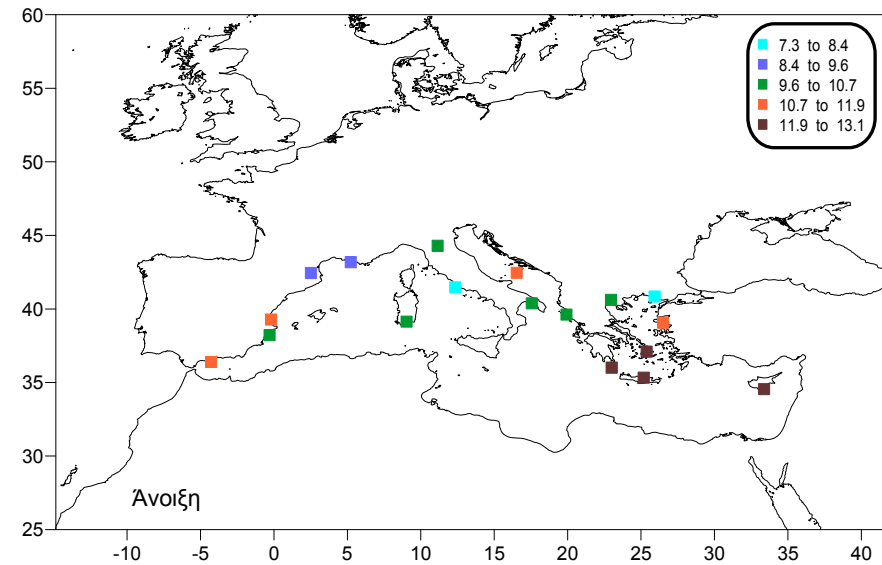
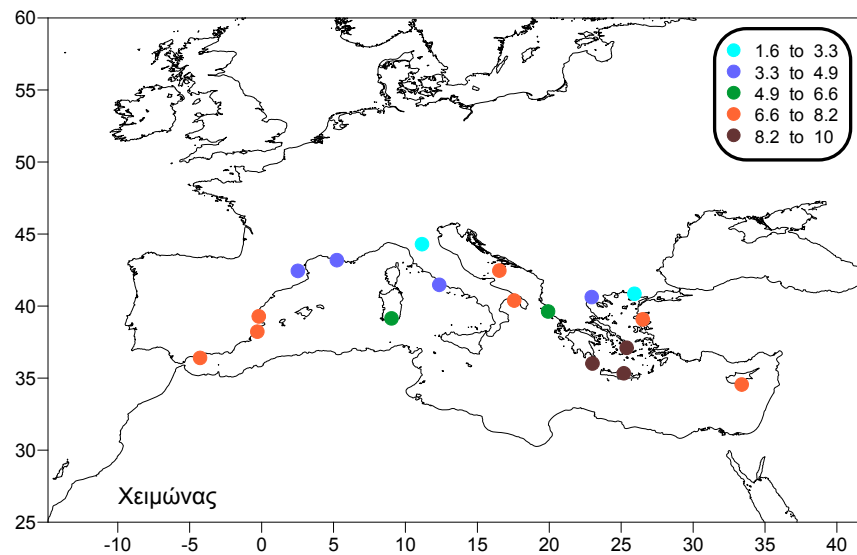
Από τη μελέτη της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της άνοιξης (σχήμα 4.1β), προκύπτει ότι στην ανατολική Μεσόγειο η κατάσταση παραμένει η ίδια, σημειώνονται, δηλαδή, και πάλι οι μεγαλύτερες τιμές των ελαχίστων θερμοκρασιών. Η μικρότερη τιμή που παρατηρείται είναι ίση με $7,3^{\circ}\text{C}$ και εντοπίζεται στην Αλεξανδρούπολη, ενώ η μεγαλύτερη στα Κύθηρα και ισούται με 13°C .

Το καλοκαίρι (σχήμα 4.1γ) η εικόνα της ελάχιστης θερμοκρασίας καθίσταται ακόμη πιο σαφής, καθώς πολύ υψηλές θερμοκρασίες σημειώνονται μόνο στην ανατολική Μεσόγειο. Εξαιρέση αποτελούν οι τρεις βορειότεροι σταθμοί της-Αλεξανδρούπολη, Θεσσαλονίκη και Κέρκυρα. Οι σταθμοί της δυτικής και κεντρικής Μεσογείου παρουσιάζουν θερμοκρασίες που βρίσκονται κάτω από τους 20°C , με μόνη εξαιρέση το Λάστοβο. Όπως και την άνοιξη, έτσι και το καλοκαίρι η μικρότερη τιμή της ελάχιστης θερμοκρασίας σημειώνεται στην Αλεξανδρούπολη και είναι ίση με $16,7^{\circ}\text{C}$ και η μεγαλύτερη στα Κύθηρα, ίση με $21,9^{\circ}\text{C}$.

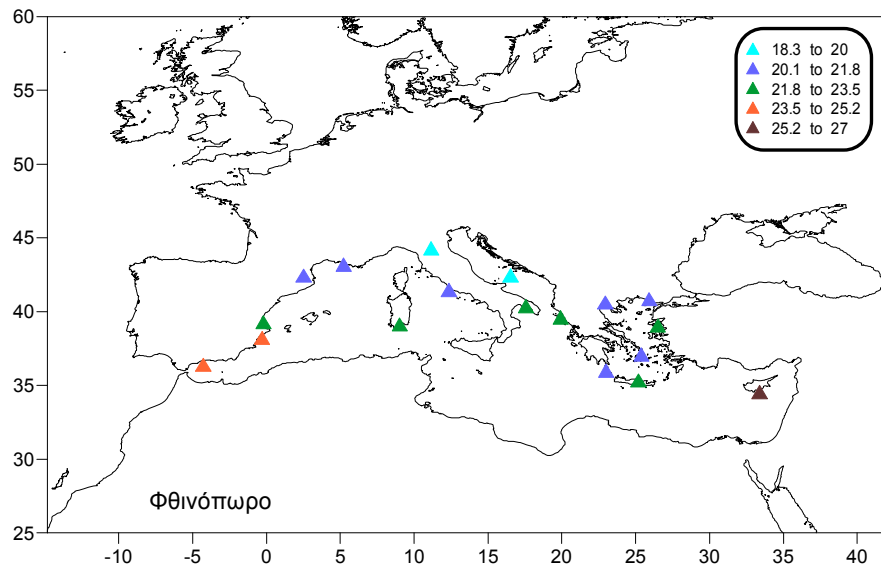
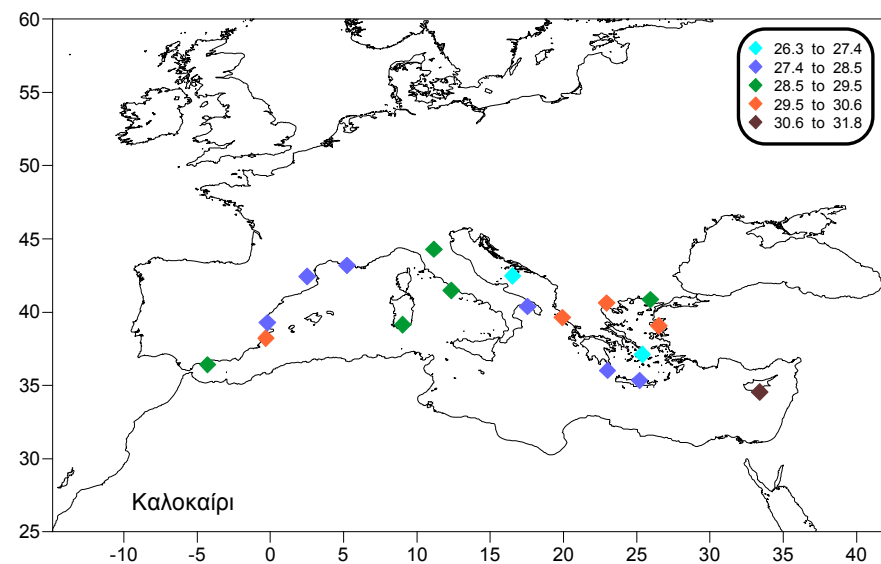
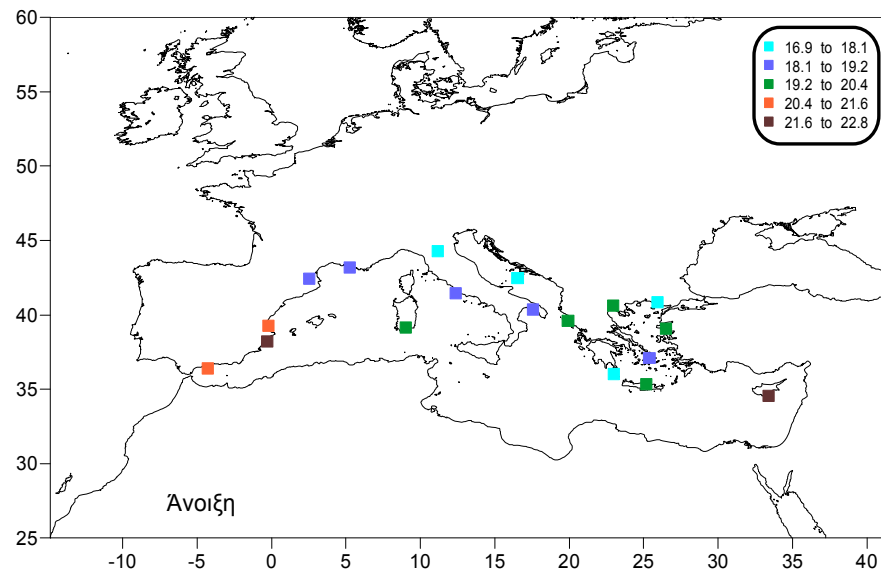
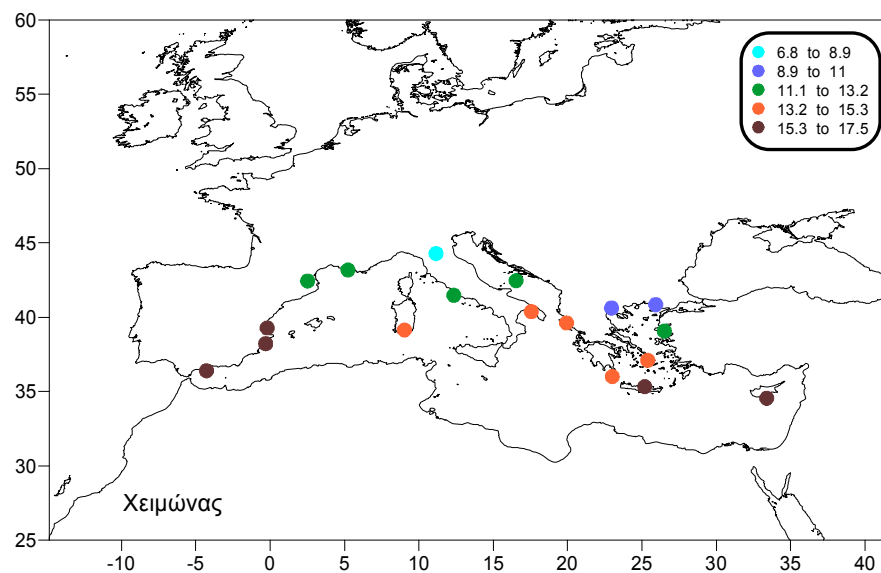
Τέλος, κατά το φθινόπωρο (σχήμα 4.1δ) η χωρική κατανομή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας είναι παρόμοια με αυτήν των υπόλοιπων εποχών. Και σε αυτή την περίπτωση οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες σημειώνονται στο νότιο τμήμα της ανατολικής Μεσογείου καθώς και στη Μάλαγα, το Μπρίντζι και το Λάστοβο. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται στην κεντρική, κυρίως, Μεσόγειο, αλλά και στους βόρειους σταθμούς της Ελλάδας. Για ακόμη μια φορά η μικρότερη ελάχιστη θερμοκρασία είναι αυτή της Αλεξανδρούπολης, ίση με $10,3^{\circ}\text{C}$, και η μεγαλύτερη των Κυθήρων, ίση με $17,2^{\circ}\text{C}$.

Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι τυπικές αποκλίσεις (Πίνακας 4.1) των χρονοσειρών της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας, οι οποίες μπορούν να δώσουν μια εικόνα σχετικά με τη διασπορά των τιμών της μεταβλητής γύρω από τη μέση τιμή. Οι τυπικές αποκλίσεις, λοιπόν, είναι μεγαλύτερες κατά το χειμώνα σε όλους τους σταθμούς, εκτός του Μπρίντζι. Οι μικρότερες τιμές τυπικής απόκλισης σημειώνονται κατά το καλοκαίρι και την άνοιξη.

Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα (σχήμα 4.2α) εμφανίζει υψηλές τιμές σε ολόκληρο το νότιο τμήμα της Μεσογείου, ανεξαρτήτως γεωγραφικού μήκους. Οι μεγαλύτερες τιμές εντοπίζονται στη δυτική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στους σταθμούς της Ισπανίας-Μάλαγα, Αλικάντε και Βαλένθια. Αντίστοιχα, χαμηλότερες τιμές μέσης μέγιστης θερμοκρασίας σημειώνονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης σε γεωγραφικό πλάτος μεγαλύτερο των 40° . Η μικρότερη τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας εντοπίζεται στη Μπολόνια και είναι ίση με $6,8^{\circ}\text{C}$, ενώ η μεγαλύτερη στο Αλικάντε, ίση με $17,4^{\circ}\text{C}$. Η διαφορά αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική.



Σχήμα 4.1. Εποχιακές μέσες τιμές της ελάχιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης σε κλάσεις ίσου διαστήματος (οι τιμές παρατίθενται στον Πίνακα Β2 του παραρτήματος).



Σχήμα 4.2. Εποχιακές μέσες τιμές της μέγιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης σε κλάσεις ίσου διαστήματος (οι τιμές παρατίθενται στον Πίνακα Β2 του παραρτήματος).

Κατά την άνοιξη (σχήμα 4.2β), οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες σημειώνονται στην Ισπανία και σ' έναν μόνο απ' τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου-τη Λάρνακα. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται κυρίως στην κεντρική Μεσόγειο, αλλά και στους ελληνικούς σταθμούς. Την εποχή αυτή, η μικρότερη τιμή σημειώνεται στο Λάστοβο και ισούται με 16,9°C και η μεγαλύτερη στη Λάρνακα, ίση με 22,7°C. Η μέγιστη αυτή θερμοκρασία της Λάρνακας απέχει πολύ από τις υπόλοιπες, καθώς η αμέσως επόμενη είναι κατά έναν βαθμό μικρότερη.

Το καλοκαίρι (σχήμα 4.2γ) η γεωγραφική κατανομή των μέσων μέγιστων θερμοκρασιών παρουσιάζει μια λιγότερο σαφή εικόνα. Υψηλές θερμοκρασίες σημειώνονται σε μεμονωμένους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου. Πρόκειται για τη Λάρνακα, που έχει και πάλι την υψηλότερη θερμοκρασία με μεγάλη διαφορά από τους υπόλοιπους σταθμούς, τη Θεσσαλονίκη, την Κέρκυρα και τη Μυτιλήνη. Υψηλή θερμοκρασία σημειώνεται και στο Αλικάντε. Από την άλλη, χαμηλές θερμοκρασίες σημειώνονται στην κεντρική Μεσόγειο, αλλά και στο Αιγαίο. Η χαμηλότερη τιμή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας του καλοκαιριού εντοπίζεται στη Νάξο και είναι ίση με 26,3°C. Η μεγαλύτερη, όπως ήδη αναφέρθηκε, σημειώνεται στη Λάρνακα και ισούται με 31,7°C.

Κατά το φθινόπωρο (σχήμα 4.2δ), σημειώνονται υψηλές τιμές της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας στους νοτιότερους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου, Μάλαγα και Αλικάντε, και στη Λάρνακα. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται και πάλι στην κεντρική Μεσόγειο. Συγκεκριμένα, η μικρότερη τιμή εντοπίζεται στη Μπολόνια, ίση με 18,3°C, και η μεγαλύτερη στη Λάρνακα, ίση με 26,9°C.

Η τυπική απόκλιση των μέσων μεγίστων θερμοκρασιών (Πίνακας 4.1) εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές της κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης, ενώ λίγο μικρότερες είναι οι τιμές της για το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Οι σταθμοί της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζουν τις μικρότερες τυπικές αποκλίσεις.

Πίνακας 4.1. Εποχιακές τιμές τυπικής απόκλισης της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία				Μέγιστη Θερμοκρασία			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Αλεξανδρούπολη	1.3	0.7	0.8	1	1	1.1	0.8	1
Αλικάντε	1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.2	1.2	0.8
Βαλένθια	1.2	0.8	0.8	0.8	1.1	1	1	0.8
Ηράκλειο	0.7	0.7	0.6	0.6	1	0.8	0.8	1
Θεσσαλονίκη	1.1	0.8	0.7	1.1	1	1.1	0.8	0.9
Κάλιαρι	1.1	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1	1.3	1
Κέρκυρα	1.2	0.6	0.8	1	0.8	0.8	0.9	0.9
Κύθηρα	0.8	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
Λάρνακα	1	1	0.8	0.8	1.2	1	0.7	0.8
Λάστοβο	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	1	1	1
Μάλαγα	1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.7	0.7
Μασσαλία	1.4	0.8	0.8	0.8	1.3	1	1	0.8
Μπολόνια	1.2	1.1	1	0.9	1.5	1.6	1.5	1.1
Μπρίντζι	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	1	0.9	1
Μυτιλήνη	1.1	0.7	0.6	0.9	1	0.9	0.8	1
Νάξος	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	1
Περπινιάν	1	0.8	0.7	0.8	1	1	0.9	0.9
Ρώμη	1.1	1	1	1	0.9	1	0.8	0.9

4.2. Μελέτη των τάσεων της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας

Μεγάλης σημαντικότητας κρίθηκε ο έλεγχος της εμφάνισης τάσεων στις χρονοσειρές και στη συνέχεια ο έλεγχος της στατιστικής τους σημαντικότητας. Τέτοιες τάσεις παρέχουν ενδείξεις σχετικά με πιθανές κλιματικές αλλαγές στη Μεσόγειο ή σε επιμέρους περιοχές της. Η μελέτη των τάσεων έγινε επίσης σε εποχιακή κλίμακα. Ο Πίνακας 4.2 παρουσιάζει την κατεύθυνση της τάσης (θετική ή αρνητική) για την κάθε παράμετρο, καθώς και τις στατιστικά σημαντικές τάσεις. Ο Πίνακας 4.3 παρουσιάζει την τιμή της παραμέτρου Kendall tau για την κάθε περίπτωση, που δείχνει το πόσο έντονη είναι η τάση.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τόσο στις χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης, όσο και της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας, επικρατούν οι θετικές τάσεις. Συγκεκριμένα, στο σύνολο των τάσεων, οι θετικές τάσεις συνιστούν το 75,7% ενώ οι αρνητικές μόλις το 24,3%. Βέβαια, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης θερμοκρασίας, με τις περισσότερες από τις αρνητικές τάσεις να σημειώνονται στη μέγιστη. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον έχει όμως η μελέτη των στατιστικά σημαντικών τάσεων, οι οποίες αποτελούν το 36,8% του συνόλου (53 στις 144). Το ποσοστό αυτό

φαίνεται αρκετά σημαντικό και θα μπορούσε ίσως να υποδηλώνει μια γενική τάση της θερμοκρασίας της Μεσογείου.

Όσον αφορά στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία, οι στατιστικά σημαντικές τάσεις αποτελούν το 34,7%, ποσοστό λίγο μικρότερο από το αντίστοιχο της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας που είναι 38,9%. Όμως, η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των δύο παραμέτρων έγκειται στο γεγονός ότι στην ελάχιστη θερμοκρασία μόνο μία από τις 25 στατιστικά σημαντικές τάσεις είναι αρνητική, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 4%, ενώ στη μέγιστη θερμοκρασία, σημειώνονται τέσσερις αρνητικές σε σύνολο 27 στατιστικά σημαντικών τάσεων, αντιπροσωπεύοντας το 14,8%.

Πίνακας 4.2. Τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με κόκκινο χρώμα.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία				Μέγιστη Θερμοκρασία			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Αλεξανδρούπολη	-	+	+	-	-	+	+	-
Αλικάντε	+	+	+	+	+	-	-	-
Βαλένθια	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο	-	+	+	+	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	-	+	-	+	+	+	-
Κάλιαρι	-	-	+	+	+	+	+	+
Κέρκυρα	-	+	+	+	-	+	+	+
Κύθηρα	+	+	+	+	-	-	+	-
Λάρνακα	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+
Μάλαγα	-	-	+	-	+	+	+	+
Μασσαλία	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπολόνια	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι	+	+	+	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη	-	-	+	-	-	+	+	-
Νάξος	+	+	+	+	-	+	+	+
Περπινιάν	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη	+	+	+	+	-	-	-	-

Πίνακας 4.3. Τιμές της στατιστικής παραμέτρου Kendall tau για την ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία για τους σταθμούς μελέτης. Οι στατιστικά σημαντικές τιμές σημειώνονται με κόκκινο χρώμα.

	Ελάχιστη Θερμοκρασία				Μέγιστη Θερμοκρασία			
Σταθμοί	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Αλεξανδρούπολη	-0,07	0,02	0,16	-0,07	-0,05	0	0,16	-0,08
Αλικάντε	0,05	0,2	0,39	0,28	0,16	-0,22	-0,35	-0,11
Βαλένθια	0,08	0,37	0,52	0,31	0,34	0,28	0,47	0,43
Ηράκλειο	-0,02	0,04	0,34	0,17	-0,21	-0,17	-0,03	-0,04
Θεσσαλονίκη	0,05	-0,07	0,02	-0,13	0,05	0,03	0,27	-0,06
Κάλιαρι	-0,23	-0,16	0,3	0,04	0,27	0,39	0,59	0,41
Κέρκυρα	-0,03	0,03	0,14	0,04	-0,03	0,04	0,21	0
Κύθηρα	0,11	0,03	0,25	0,14	-0,32	-0,19	0,06	-0,1
Λάρνακα	0,22	0,27	0,6	0,45	0,33	0,2	0,35	0,33
Λάστοβο	0,12	0,14	0,32	0,05	0,17	0,3	0,54	0,16
Μάλαγα	-0,13	0	0,11	-0,04	0,32	0,12	0,35	0,27
Μασσαλία	0,09	0,15	0,36	0,03	0,27	0,22	0,38	0,16
Μπολόνια	0,28	0,22	0,41	0,19	0,32	0,26	0,29	0,16
Μπρίντζι	-0,05	0,19	0,45	0,16	0,07	0,02	0,26	0,02
Μυτιλήνη	-0,17	-0,13	0,18	-0,1	-0,17	0,02	0,28	0
Νάξος	0,22	0,22	0,45	0,34	-0,17	0,07	0,36	0,13
Περπινιάν	0,19	0,18	0,29	0,08	0,15	0,08	0,1	0,1
Ρώμη	0,09	0,19	0,45	0,22	-0,15	-0,09	0	-0,18

Πιο αναλυτικά, στις ελάχιστες θερμοκρασίες του χειμώνα, σημειώνονται θετικές τάσεις σε δώδεκα σταθμούς και αρνητικές σε έξη. Τέσσερις από τις έξη αυτές αρνητικές τάσεις παρουσιάζονται σε ελληνικούς σταθμούς, Αλεξανδρούπολη, Ηράκλειο, Κέρκυρα και Μυτιλήνη. Όμως, καμία από αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντική. Οι υπόλοιπες δύο αρνητικές τάσεις σημειώνονται στη Μάλαγα και στο Κάλιαρι, με αυτήν του τελευταίου να είναι και στατιστικά σημαντική. Από τις θετικές τάσεις, στατιστικά σημαντικές είναι οι δύο. Πρόκειται για αυτές που σημειώνονται στους σταθμούς της Μπολόνια και της Νάξου. Συνεπώς για το χειμώνα δεν υπάρχει κάποια σαφής τάση που να χαρακτηρίζει το σύνολο των σταθμών. Η μόνη ίσως γενίκευση που θα μπορούσε να επιτραπεί, είναι ότι η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει τις περισσότερες αρνητικές τάσεις, χωρίς όμως αυτές να είναι και στατιστικά σημαντικές.

Στην άνοιξη η κατάσταση δεν αλλάζει ιδιαίτερα. Σημειώνονται θετικές τάσεις σε δεκατέσσερις σταθμούς και αρνητικές σε τέσσερις. Οι τελευταίες αφορούν τους σταθμούς της Θεσσαλονίκης, του Κάλιαρι, της Μάλαγα και της Μυτιλήνης. Όμως, σε αυτήν την εποχή καμία από τις αρνητικές τάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική. Όσον αφορά στις θετικές τάσεις, τρεις από αυτές είναι στατιστικά σημαντικές και εμφανίζονται στους σταθμούς της Βαλένθια, της Μπολόνια και της Νάξου. Τόσο στη

Μπολόνια, όσο και στη Νάξο η θετική, στατιστικά σημαντική τάση παρουσιάζει μια εμμονή ως προς τις εποχές.

Κατά το καλοκαίρι η κατάσταση διαφοροποιείται έντονα, καθώς σε όλους τους σταθμούς οι τάσεις είναι θετικές. Αυτή είναι και η μόνη εποχή στην οποία παρατηρείται το γεγονός αυτό. Επιπλέον, σημειώνεται ένας μεγάλος αριθμός σταθμών με στατιστικά σημαντικές τάσεις, που είναι ίσος με 13, ή με 72,2% ως ποσοστό επί του συνόλου. Αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι οι τιμές της παραμέτρου Kendall tau (Πίνακας 4.3) κατά το καλοκαίρι, είναι ιδιαίτερα μεγάλες συγκριτικά με τις τιμές των υπόλοιπων εποχών. Οι σταθμοί που χαρακτηρίζονται από στατιστικά σημαντικές τάσεις είναι αυτοί του Αλικάντε, της Βαλένθια, του Ηρακλείου, του Κάλιαρι, των Κυθήρων, της Λάρνακας, του Λάστοβο, της Μασσαλίας, της Μπολόνια, του Μπρίντζι, της Νάξου, του Περπινιάν και της Ρώμης. Είναι φανερό ότι πρόκειται για σταθμούς που κατανέμονται σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης. Οι σταθμοί που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις είναι όλοι-πλην της Μάλαγα-ελληνικοί, δηλαδή ανήκουν στο ανατολικό τμήμα της Μεσογείου.

Τέλος, κατά το φθινόπωρο και πάλι δεν υπάρχει μια καθολική τάση. Πιο αναλυτικά, σημειώνονται δεκατέσσερις θετικές και τέσσερις αρνητικές τάσεις. Η εικόνα μοιάζει αρκετά με αυτήν της άνοιξης. Από τις θετικές τάσεις, οι πέντε είναι στατιστικά σημαντικές και παρουσιάζονται στους σταθμούς του Αλικάντε, της Βαλένθια, της Λάρνακας, της Νάξου και της Ρώμης. Από την άλλη, δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική αρνητική τάση.

Στις τάσεις της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα υπάρχουν έντεκα σταθμοί που χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις και επτά από αρνητικές. Από τις θετικές τάσεις, οι πέντε είναι στατιστικά σημαντικές και σημειώνονται στους σταθμούς της Βαλένθια, του Κάλιαρι, της Μάλαγα, της Μασσαλίας και της Μπολόνια. Ας σημειωθεί ότι στο σταθμό της Μπολόνια εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική θετική τάση και στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία κατά το χειμώνα. Από τις επτά αρνητικές τάσεις, οι δύο είναι στατιστικά σημαντικές, του Ηρακλείου και των Κυθήρων. Όλες οι αρνητικές τάσεις παρατηρούνται στο ανατολικό τμήμα της Μεσογείου.

Από τις χρονοσειρές της μέγιστης θερμοκρασίας της άνοιξης, οι δεκατέσσερις παρουσιάζουν θετική και οι τέσσερις αρνητική τάση. Από τις πρώτες, πέντε τάσεις είναι και στατιστικά σημαντικές. Πρόκειται για τους σταθμούς της Βαλένθια, του Κάλιαρι, του Λάστοβο, της Μασσαλίας και της Μπολόνια. Από τις αρνητικές τάσεις, μόνο μία είναι στατιστικά σημαντική, αυτή του Αλικάντε.

Κατά το καλοκαίρι σημειώνονται θετικές τάσεις σε δεκαπέντε σταθμούς και αρνητικές σε τρεις. Είναι, λοιπόν, η εποχή κατά την οποία παρατηρούνται οι λιγότερες αρνητικές τάσεις. Πρέπει, όμως, να αναφερθεί ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση από την αντίστοιχη χρονοσειρά της ελάχιστης θερμοκρασίας, καθώς σ' εκείνη την

περίπτωση δεν υπήρχε καμία αρνητική τάση. Επιπλέον, στη μέγιστη θερμοκρασία σε έναν από τους τρεις σταθμούς, η αρνητική τάση είναι και στατιστικά σημαντική, πρόκειται, όπως και στην άνοιξη, για το Αλικάντε. Από τις θετικές τάσεις, στατιστικά σημαντικές είναι οι έντεκα και σημειώνονται στους εξής σταθμούς: Βαλένθια, Θεσσαλονίκη, Κάλιαρι, Κέρκυρα, Λάστοβο, Μάλαγα, Μασσαλία, Μπολόνια, Μπρίντιζι, Μυτιλήνη και Νάξος. Ας τονιστεί ότι μόνο τρεις από τους παραπάνω σταθμούς βρίσκονται στην ανατολική Μεσόγειο.

Στις μέγιστες θερμοκρασίες του φθινοπώρου, βρέθηκαν έντεκα σταθμοί με θετικές και επτά με αρνητικές τάσεις. Είναι η περίπτωση όπου υπάρχουν οι περισσότερες αρνητικές τάσεις, όπως αντίστοιχα και στην ελάχιστη θερμοκρασία, χωρίς όμως να είναι κάποια απ' αυτές στατιστικά σημαντική. Από τις θετικές τάσεις, στατιστικά σημαντικές είναι οι τρεις των σταθμών της Βαλένθια, του Κάλιαρι και της Μάλαγα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ορισμένοι σταθμοί καταδεικνύουν ιδιαίτερη συμπεριφορά, γι' αυτό θα γίνει περαιτέρω αναφορά σ' αυτούς. Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός σταθμών που παρουσιάζει καθαρά θετική τάση σε όλες τις εποχές και για τις δύο παραμέτρους της θερμοκρασίας. Πρόκειται για επτά σταθμούς, που αντιπροσωπεύουν το 39% του συνόλου και είναι οι εξής: Βαλένθια, Λάρνακα⁶, Λάστοβο, Μασσαλία, Μπολόνια, Μπρίντιζι και Περπινιάν. Από τους σταθμούς αυτούς, η Βαλένθια και η Μπολόνια παρουσιάζουν τις περισσότερες στατιστικά σημαντικές τάσεις, η πρώτη σε όλες τις εποχές εκτός της ελάχιστης θερμοκρασίας του χειμώνα, ενώ η δεύτερη σε όλες πλην της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας του φθινοπώρου. Αξιοσημείωτος είναι ο σταθμός της Ρώμης, που παρουσιάζει θετικές τάσεις σε όλες τις εποχές στην ελάχιστη θερμοκρασία και αρνητικές τάσεις σε όλες τις εποχές στη μέγιστη θερμοκρασία. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μείωσης του θερμομετρικού εύρους, καθώς η ελάχιστη θερμοκρασία δείχνει να αυξάνεται και η μέγιστη να μειώνεται. Ανάλογη περίπτωση είναι και αυτή του Ηρακλείου, όπου σημειώνονται θετικές τάσεις στην ελάχιστη θερμοκρασία σε όλες τις εποχές εκτός του χειμώνα και από την άλλη, αρνητικές τάσεις σε όλες τις εποχές για τη μέγιστη θερμοκρασία. Κάτι παρόμοιο παρατηρείται και στο σταθμό του Αλικάντε, όπου σημειώνονται θετικές τάσεις για την ελάχιστη θερμοκρασία, ενώ αρνητικές τάσεις, πλην του χειμώνα, για τη μέγιστη. Στην περίπτωση αυτή μάλιστα, οι αρνητικές τάσεις είναι όλες στατιστικά σημαντικές. Πρέπει να σημειωθεί ότι το Αλικάντε αποτελεί το μοναδικό σταθμό της δυτικής Μεσογείου που παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές αρνητικές τάσεις. Τέλος, σημαντικό είναι και το γεγονός ότι στη Βαλένθια και το Κάλιαρι σημειώνονται θετικές στατιστικά σημαντικές τάσεις και στις τέσσερις εποχές για τη

⁶ Ο σταθμός της Λάρνακας θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η χρονοσειρά που μελετήθηκε είναι πολύ μικρότερη από αυτές των υπόλοιπων σταθμών.

μέγιστη θερμοκρασία, ενώ το ίδιο συμβαίνει και στη Νάξο για την ελάχιστη όμως θερμοκρασία. Αυτές είναι οι μοναδικές περιπτώσεις σταθμών που παρατηρείται αυτό το φαινόμενο.

4.3. Μελέτη πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών

Για τη διερεύνηση της ύπαρξης πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών (abrupt climatic changes) στις χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας, εφαρμόστηκε το Mann-Kendall τεστ σε όλες τις εποχές. Τα σχήματα 4.3 έως 4.14 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα ανά περιοχή της Μεσογείου⁷ για την εποχή του χειμώνα. Επιπλέον, κατασκευάστηκαν γραφήματα που παρουσιάζουν τις καμπύλες κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών.⁸ Ο Πίνακας 4.4 παρουσιάζει συνοπτικά όλες τις χρονολογίες έναρξης των πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών που διαπιστώθηκαν μέσω του τεστ Mann-Kendall.

4.3.1. Ανατολική Μεσόγειος

Στην ανατολική Μεσόγειο⁹ για την παράμετρο της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας το χειμώνα (σχήμα 4.3), δε φαίνεται να σημειώνεται κάποια πιθανή απότομη κλιματική αλλαγή. Οι χρονοσειρές όλων των σταθμών παρουσιάζουν απλές διακυμάνσεις, γεγονός που παρατηρείται και στο σχήμα 4.4, δηλαδή από τις καμπύλες των πραγματικών τιμών, του κινούμενου μέσου και των αθροιστικών διαφορών.

Ομοίως, στις ελάχιστες θερμοκρασίες της άνοιξης (σχήμα A1 και A2 του Παραρτήματος) δεν παρατηρούνται πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές.

Αντίθετα, κατά το καλοκαίρι (σχήμα A3 του Παραρτήματος) σημειώνονται αρκετές πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές. Στο Ηράκλειο το 1990 υπάρχει πιθανή αλλαγή προς υψηλότερες θερμοκρασίες, όπως φαίνεται απ' το Mann-Kendall τεστ και επιβεβαιώνεται από την καμπύλη αθροιστικών διαφορών (σχήμα A4 του Παραρτήματος). Το ίδιο έτος φαίνεται να υπάρχει κλιματική αλλαγή και στη Νάξο. Αντίθετα, στους σταθμούς της Θεσσαλονίκης και της Μυτιλήνης, παρατηρούνται κλιματικές αλλαγές στις αρχές της χρονοσειράς, το 1964 και 1963 αντίστοιχα, προς χαμηλότερες αυτή τη φορά θερμοκρασίες. Αυτό εκφράζεται και από τις αρνητικές

⁷ Ανατολική Μεσόγειος: Αλεξανδρούπολη, Ηράκλειο, Θεσσαλονίκη, Κέρκυρα, Κύθηρα, Μυτιλήνη και Νάξος. Κεντρική Μεσόγειος: Κάλιαρι, Λάστοβο, Μπολόνια, Μπρίντζι και Ρώμη. Δυτική Μεσόγειος: Αλικάντε, Βαλένθια, Μάλαγα, Μασσαλία, Περπινιάν.

⁸ Τα αντίστοιχα σχήματα για τις υπόλοιπες εποχές παρατίθενται στο Παράρτημα Α (Σχήματα A1-A36).

⁹ Στο σταθμό της Λάρνακας δεν εφαρμόστηκε το τεστ Mann-Kendall επειδή η χρονοσειρά είναι πολύ μικρή για να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα.

τάσεις που φαίνονται ξεκάθαρα στα γραφήματα των αθροιστικών διαφορών, οι οποίες όμως αρχίζουν να ανατρέπονται γύρω στο 1985. Πρέπει, βέβαια, να αναφερθεί ότι στην πλειοψηφία των σταθμών της ανατολικής Μεσογείου η γενική τάση είναι κοινή, καθώς στην αρχή της χρονοσειράς αυτή παρουσιάζεται πτωτική και στη συνέχεια στη δεκαετία του 1980 αρχίζει να γίνεται θετική, καταλήγοντας σε πολλούς σταθμούς να σηματοδοτεί μια κλιματική αλλαγή. Εξαιρέση του κανόνα αυτού αποτελούν οι σταθμοί του Ηρακλείου και της Νάξου, στους οποίους η γενική τάση της ελάχιστης θερμοκρασίας του καλοκαιριού είναι θετική από την αρχή της χρονοσειράς.

Τέλος, κατά το φθινόπωρο (σχήματα Α5 και Α6 του Παραρτήματος) δεν παρατηρούνται πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές στους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου.

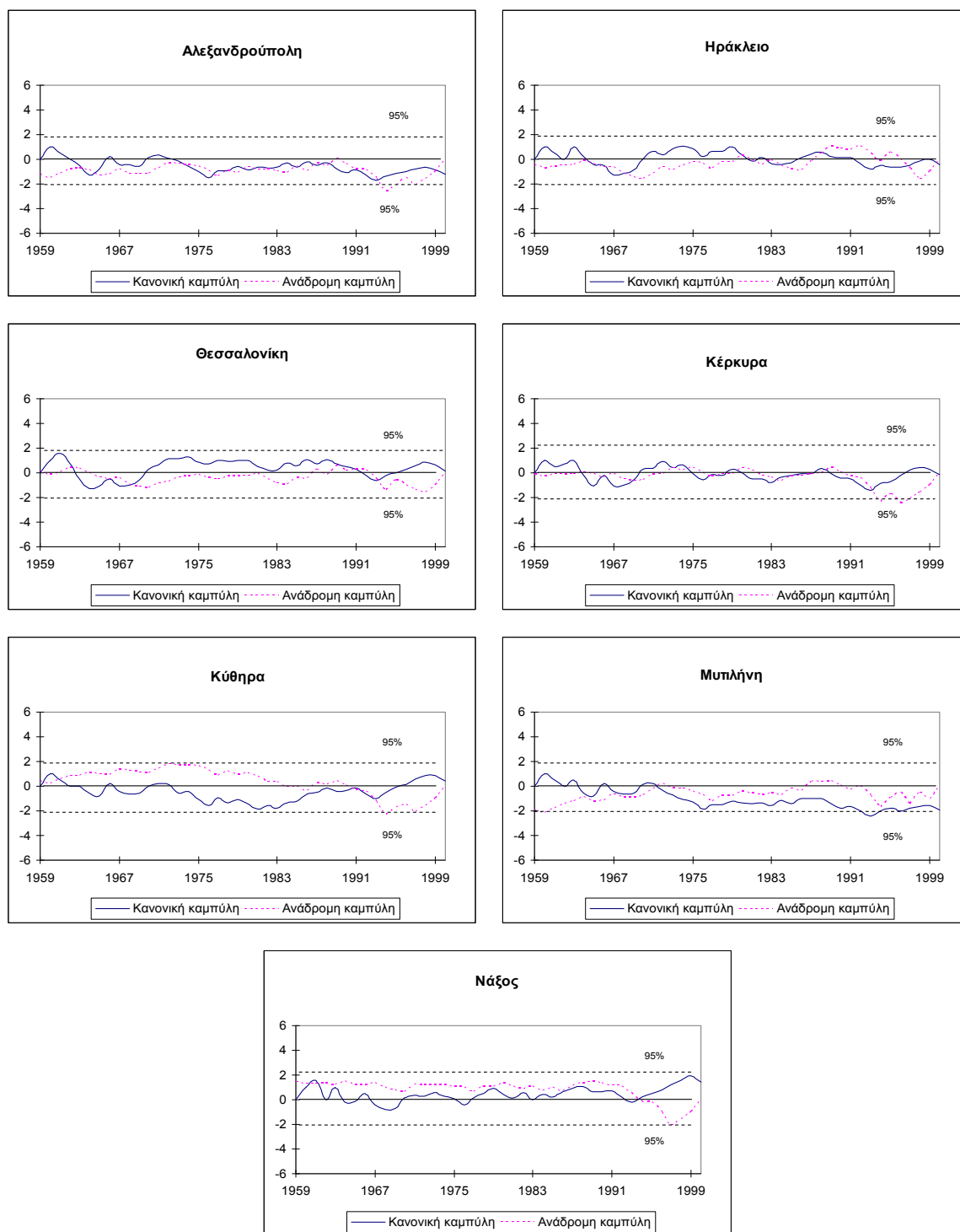
Στην παράμετρο της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα (σχήματα 4.5 και 4.6), ο μόνος σταθμός στον οποίο σημειώνεται πιθανή απότομη κλιματική αλλαγή είναι αυτός των Κυθήρων. Η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται προς χαμηλότερες θερμοκρασίες και λαμβάνει χώρα το 1967.

Την άνοιξη (σχήματα Α7 και Α8 του Παραρτήματος), δεν εντοπίστηκε καμία πιθανή κλιματική αλλαγή για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας στην ανατολική Μεσόγειο.

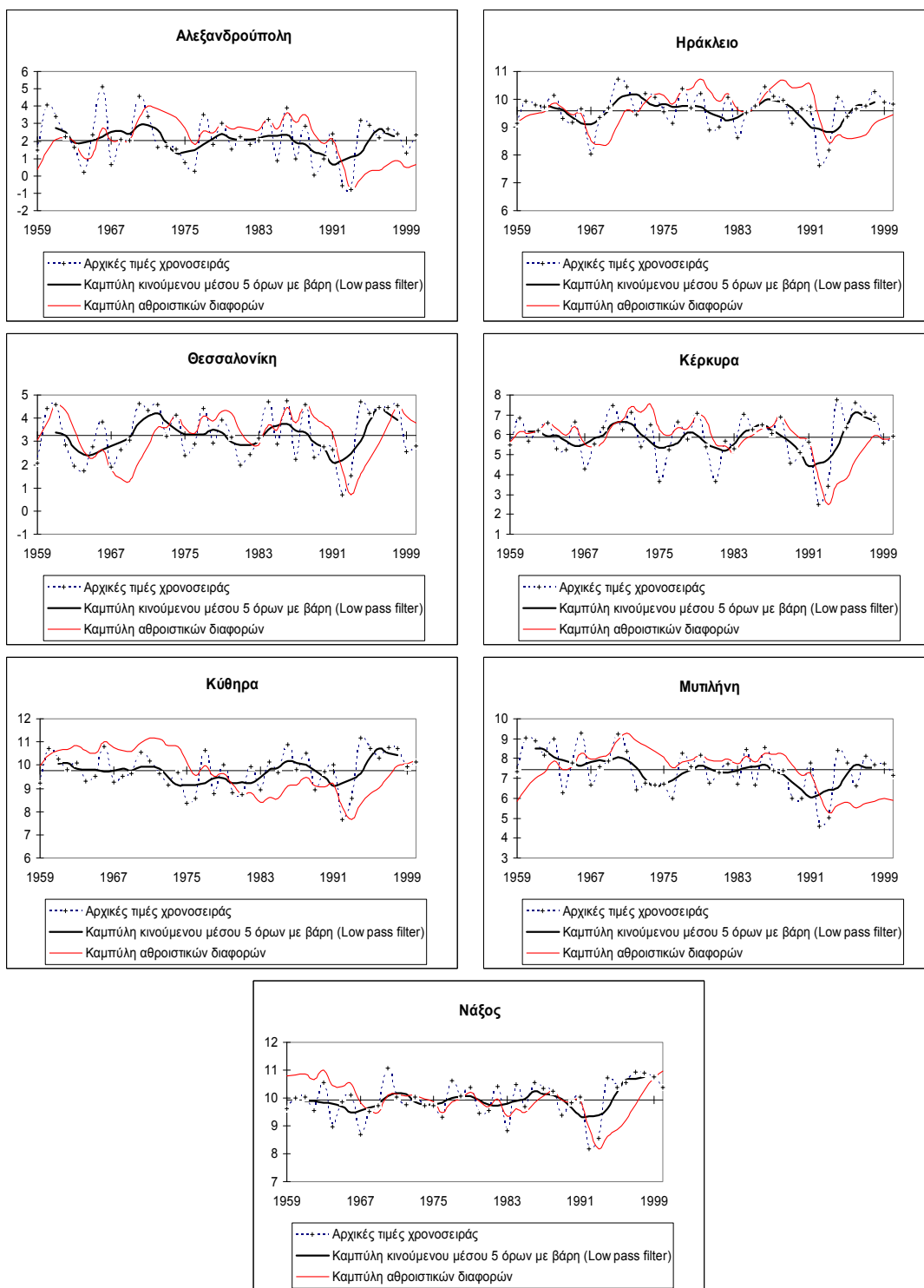
Στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (σχήμα Α9 του Παραρτήματος) οι σταθμοί της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης κλιματικών αλλαγών. Ειδικότερα, στο Ηράκλειο εντοπίζεται το 1967 κλιματική αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η αρνητική τάση που παρατηρείται αντιστρέφεται περίπου το 1984, χωρίς όμως να καταλήγει σε δεύτερη κλιματική αλλαγή μέχρι το τέλος της χρονοσειράς. Οι τάσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από το γράφημα της καμπύλης αθροιστικών διαφορών που παρουσιάζεται στο σχήμα Α10 του Παραρτήματος. Στο σταθμό της Νάξου εντοπίζεται πιθανή κλιματική αλλαγή προς υψηλότερες θερμοκρασίες το 1986. Στη Θεσσαλονίκη και τη Μυτιλήνη, οι τομές της κανονικής με την ανάδρομη καμπύλη του Mann-Kendall τεστ κατά τα έτη 1992 και 1993, είναι πιθανό να σηματοδοτούν την έναρξη πιθανών κλιματικών αλλαγών προς υψηλότερες θερμοκρασίες, γεγονός που θα φανεί στα επόμενα χρόνια. Από το σχήμα Α10 του Παραρτήματος που παρουσιάζει τις καμπύλες των αθροιστικών διαφορών και του κινούμενου μέσου, γίνεται φανερό ότι η μέση μέγιστη θερμοκρασία σε όλους τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζει παρόμοια πορεία μέσα στο χρόνο. Στην αρχή της χρονοσειράς σημειώνεται σημαντική αρνητική τάση, η οποία ανατρέπεται στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1980 και παραμένει θετική ως το τέλος της χρονοσειράς. Επιπλέον, σύμφωνα με τις καμπύλες του κινούμενου μέσου, μέχρι τα μέσα της ίδιας δεκαετίας σημειώνονται περίοδοι με

θερμοκρασίες χαμηλότερες του μέσου όρου, ενώ μετά από αυτή τη χρονική στιγμή, η καμπύλη παραμένει πάνω από το μέσο όρο, υποδηλώνοντας θερμότερη περίοδο.

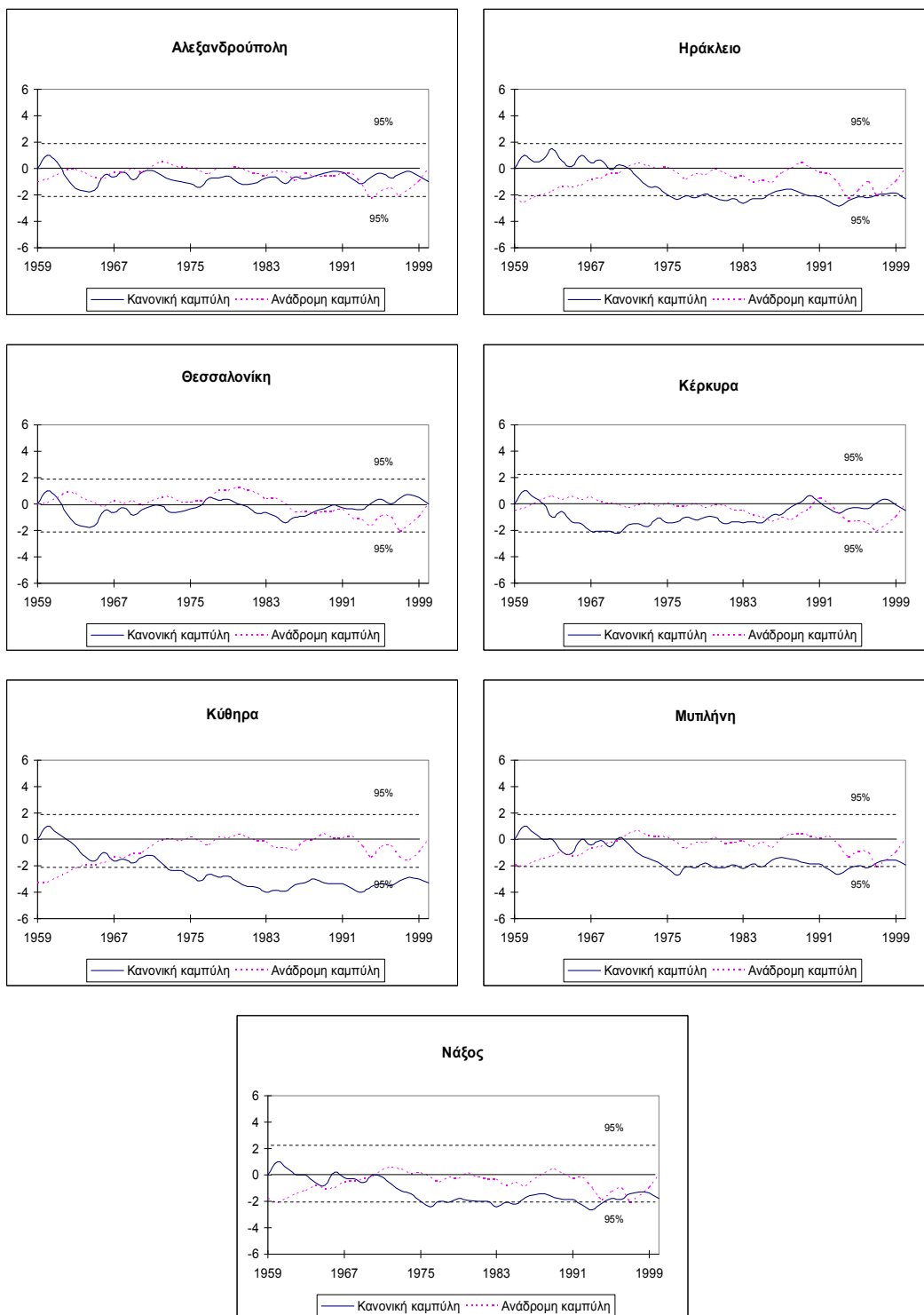
Τέλος, κατά το φθινόπωρο (σχήματα Α11 και Α12 του Παραρτήματος) δε σημειώνονται πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές στην ανατολική Μεσόγειο.



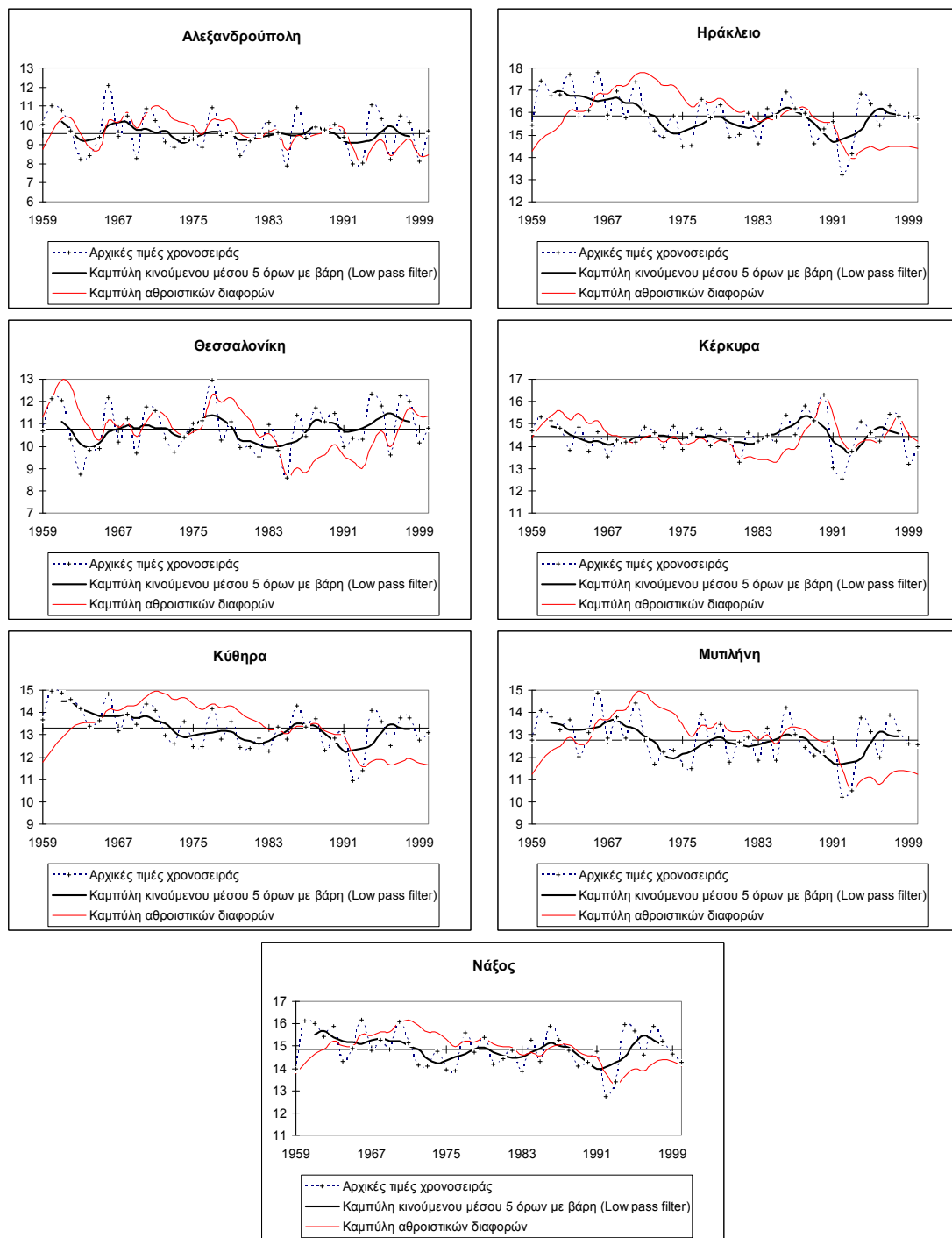
Σχήμα 4.3. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα.



Σχήμα 4.4. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα (ανατολική Μεσόγειος).



Σχήμα 4.5. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα.



Σχήμα 4.6. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα (ανατολική Μεσόγειος).

4.3.2. Κεντρική Μεσόγειος

Ακολουθούν τα αποτελέσματα για τη κεντρική Μεσόγειο. Στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα δεν εντοπίζονται πιθανές κλιματικές αλλαγές σε κανέναν από τους σταθμούς. Το γεγονός αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στο σχήμα 4.7 όπου η ορθή και η ανάδρομη καμπύλη του τεστ Mann-Kendall δεν παρουσιάζουν τομές που να υποδηλώνουν τέτοιες αλλαγές σε κανένα σταθμό. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από το σχήμα 4.8 όπου παρουσιάζονται οι καμπύλες του κινούμενου μέσου και των αθροιστικών διαφορών, οι οποίες εκφράζουν την ύπαρξη απλών διακυμάνσεων και όχι απότομων κλιματικών αλλαγών στις χρονοσειρές των σταθμών της κεντρικής Μεσογείου.

Την άνοιξη (σχήμα A13 του Παραρτήματος), επίσης δε φαίνεται να υπάρχει καμία απότομη κλιματική αλλαγή. Η γενική τάση που ακολουθείται από όλους τους σταθμούς είναι πτωτική έως τα τέλη της δεκαετίας του '80 και στη συνέχεια γίνεται θετική (σχήμα A14 του Παραρτήματος). Κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα οι ελάχιστες θερμοκρασίες βρίσκονται κάτω από το μέσο όρο. Εξαιρεση, ίσως, αποτελεί το Κάλιαρι, στο οποίο επικρατεί θετική τάση από το 1965 έως και το 1978, στη συνέχεια αυτή γίνεται αρνητική, ενώ ξαναγίνεται θετική προς το τέλος μόνο της χρονοσειράς.

Κατά το καλοκαίρι (σχήμα A15 του Παραρτήματος), όπως και στην ανατολική Μεσόγειο, έτσι και στην κεντρική, σημειώνεται μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης απότομων κλιματικών αλλαγών. Για την ακρίβεια, στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού, όλοι οι σταθμοί της κεντρικής Μεσογείου χαρακτηρίζονται από πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές. Μάλιστα, πρόκειται για αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες σε όλες τις περιπτώσεις και σε ιδιαίτερα γειτονικές χρονιές. Συγκεκριμένα, στη Μπολόνια, το Μπριντζι και τη Ρώμη εντοπίζονται το 1985, στο Κάλιαρι το 1986 και στο Λάστοβο το 1991. Επιπλέον, οι καμπύλες αθροιστικών διαφορών (σχήμα A16 του Παραρτήματος) παρουσιάζουν παραπλήσια μορφή σε όλους τους σταθμούς, υποδεικνύοντας αρνητική τάση από την αρχή της χρονοσειράς έως τις αρχές της δεκαετίας του 1980 και στη συνέχεια θετική.

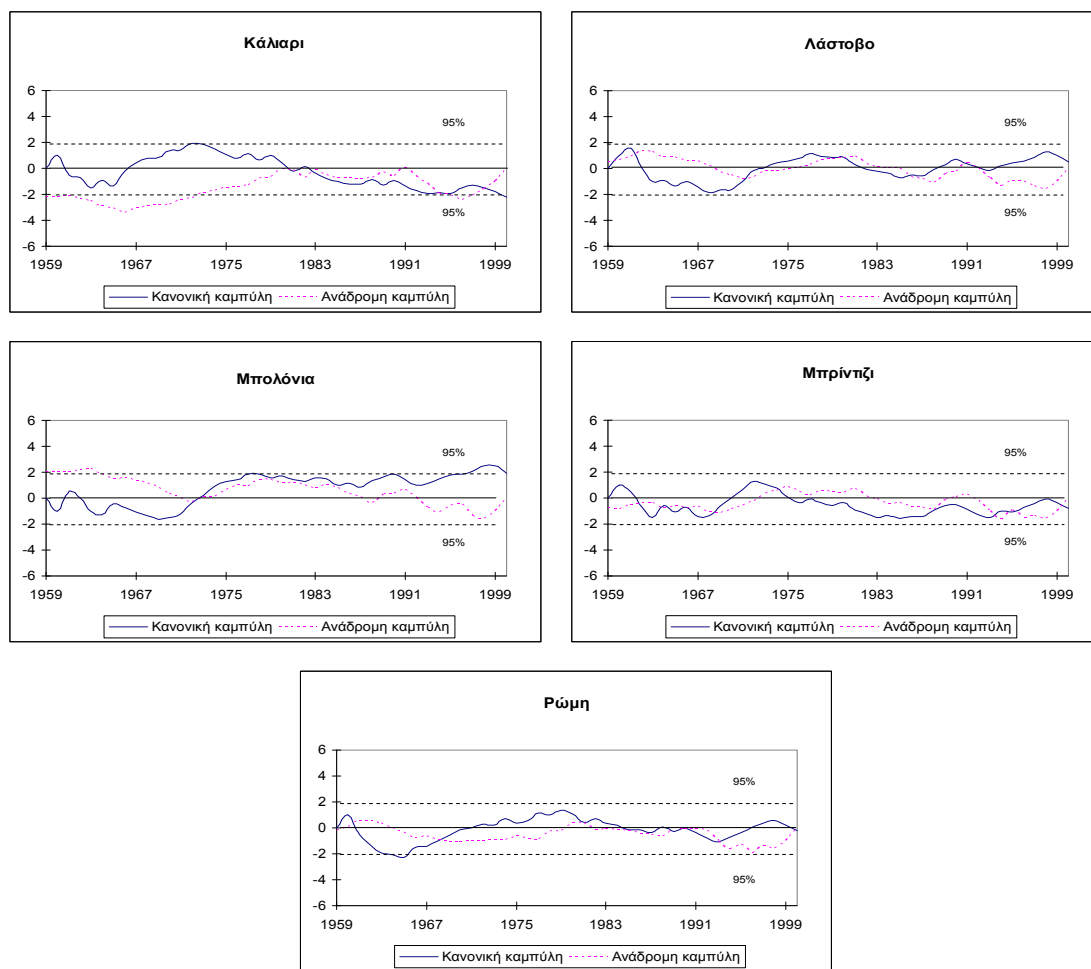
Το φθινόπωρο (σχήματα A17 και A18 του Παραρτήματος) δε σημειώνονται πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας στην κεντρική Μεσόγειο.

Όσον αφορά στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα (σχήματα 4.9 και 4.10), στην κεντρική Μεσόγειο σημειώνεται μόνο μία πιθανή κλιματική αλλαγή στο σταθμό της Μπολόνια. Αυτή λαμβάνει χώρα το 1988 και καταλήγει σε αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας.

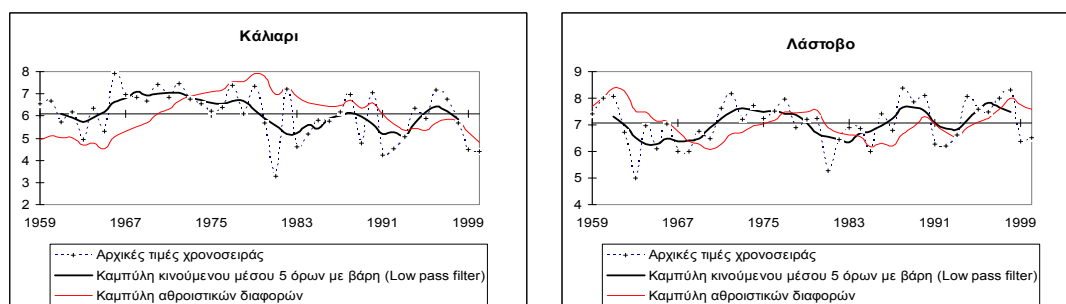
Αντίθετα, στη μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης (σχήμα A19 του Παραρτήματος) εντοπίζονται πιθανές κλιματικές αλλαγές στους τέσσερις από τους πέντε σταθμούς μελέτης. Πιο αναλυτικά, στη Μπολόνια, το Κάλιαρι και το Λάστοβο σημειώνονται αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τα έτη 1993, 1989 και 1981 αντίστοιχα. Η Ρώμη παρουσιάζει διαφορετική εικόνα, καθώς σημειώνεται πιθανή αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες το 1969. Η διαφοροποίηση της περίπτωσης της Ρώμης από τους υπόλοιπους σταθμούς της περιοχής γίνεται σαφής στα γραφήματα της καμπύλης των αθροιστικών διαφορών (σχήμα A20 του Παραρτήματος). Ενώ σε όλους τους σταθμούς επικρατεί αρνητική τάση στην αρχή της χρονοσειράς, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε θετική γύρω στα μέσα με τέλη της δεκαετίας του 1980, στη Ρώμη η τάση είναι αρχικά θετική έως το 1970 περίπου και μετά γίνεται αρνητική έως το τέλος της χρονοσειράς. Πιθανή αιτία για τη διαφορετική συμπεριφορά του σταθμού της Ρώμης είναι δυνατό να αποτελεί η μεταφορά του σταθμού σε διαφορετική θέση, γεγονός που δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί.

Στις μέγιστες θερμοκρασίες του καλοκαιριού (σχήματα A21 και A22 του Παραρτήματος), όπως και στις ελάχιστες, σημειώνονται πιθανές κλιματικές αλλαγές σε πολλούς σταθμούς. Συγκεκριμένα, μόνο στο σταθμό της Ρώμης δεν εντοπίστηκε κλιματική αλλαγή σύμφωνα με τα κριτήρια του Mann-Kendall τεστ. Μάλιστα, η μέγιστη θερμοκρασία στη Ρώμη παρουσιάζει παρόμοια πορεία με αυτήν της άνοιξης-αν και οι τάσεις είναι πολύ μικρότερες-και πολύ διαφορετική από τους υπόλοιπους σταθμούς της περιοχής. Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι υπόλοιποι σταθμοί χαρακτηρίζονται από πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές. Όλες αυτές οι αλλαγές σηματοδοτούν άνοδο της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας και σημειώνονται το 1992 στη Μπολόνια, το 1991 στο Μπρίντζι, το 1980 στο Κάλιαρι και το 1986 στο Λάστοβο.

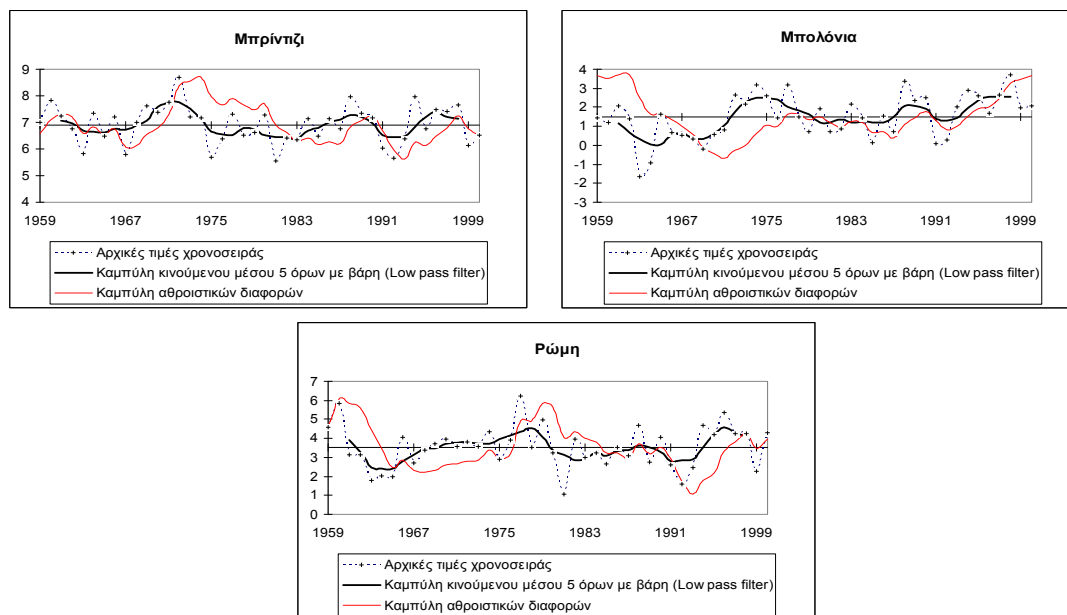
Στο φθινόπωρο (σχήματα A23 και A24 του Παραρτήματος) εντοπίζονται πιθανές κλιματικές αλλαγές σε δυο σταθμούς. Στο Κάλιαρι, σημειώνεται αλλαγή προς υψηλότερες θερμοκρασίες το 1982. Αντίθετα στη Ρώμη σημειώνεται το 1970 πιθανή κλιματική αλλαγή προς χαμηλότερες μέγιστες θερμοκρασίες.



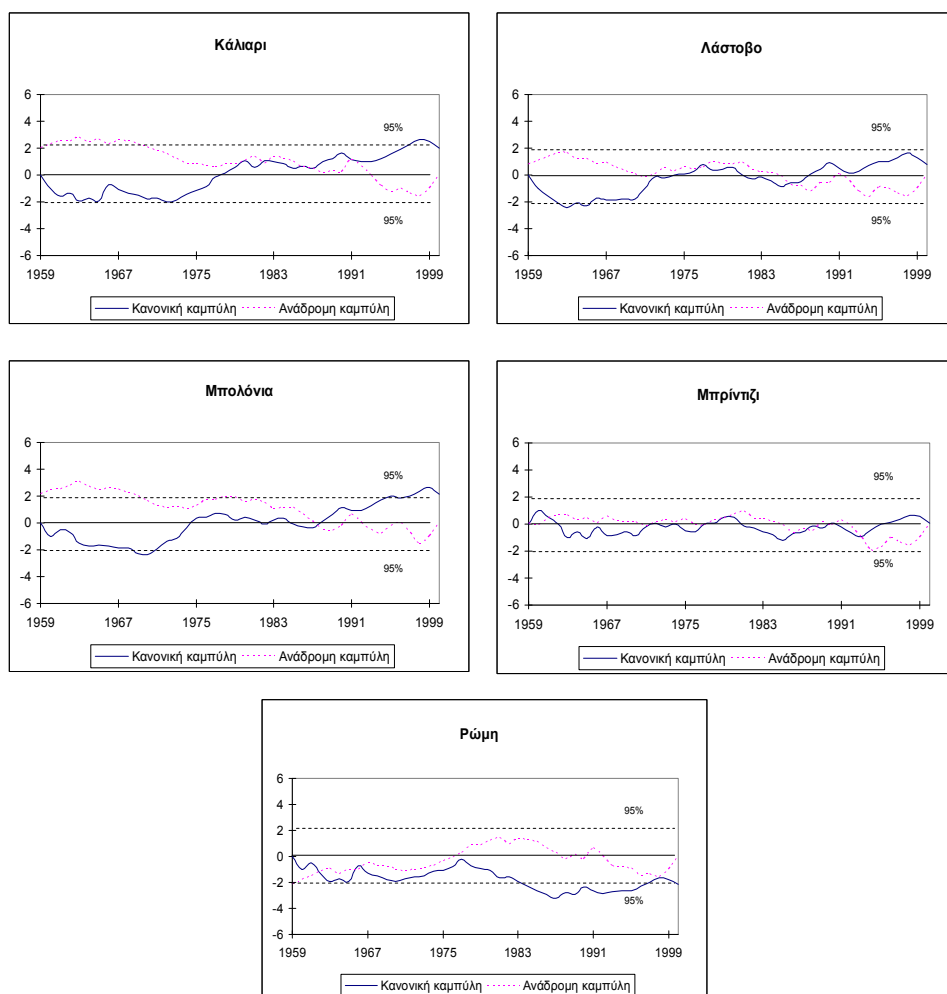
Σχήμα 4.7. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα.



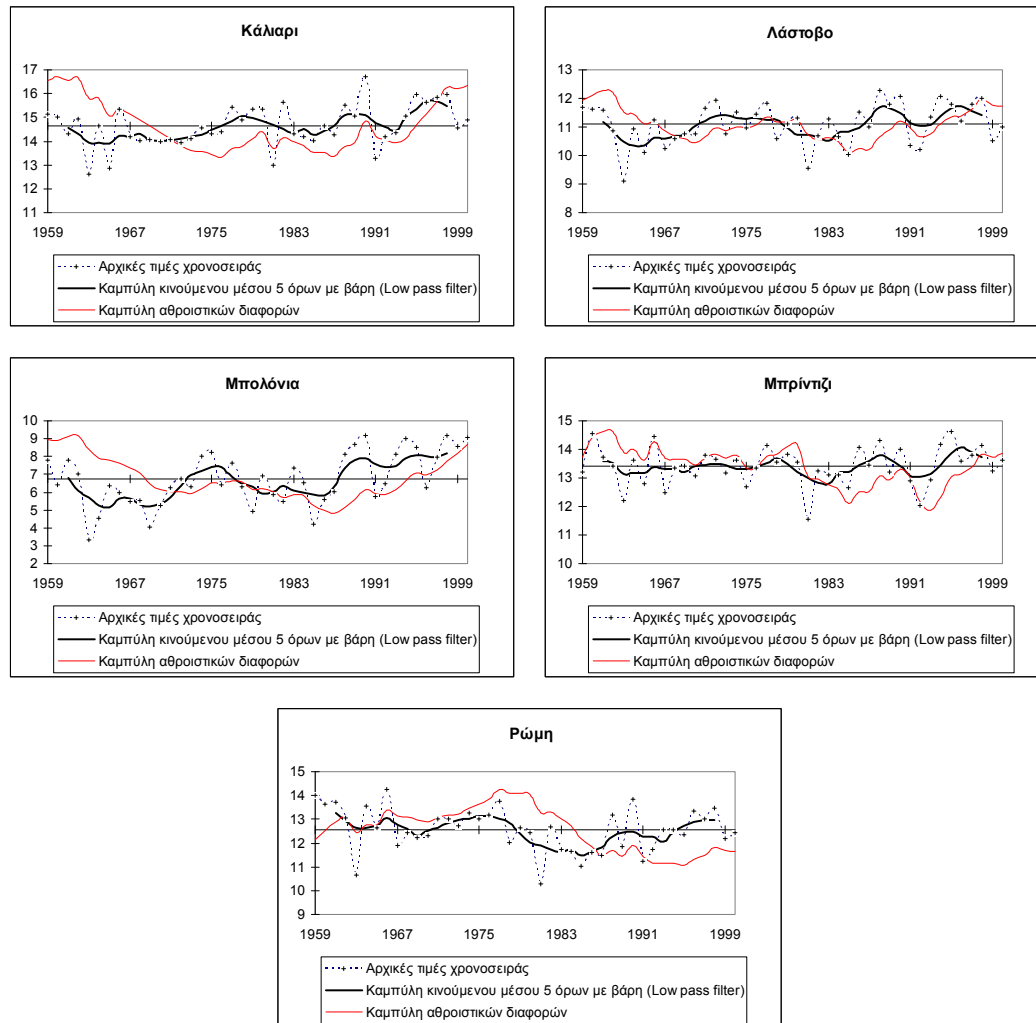
Σχήμα 4.8. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα (κεντρική Μεσόγειος).



Σχήμα 4.8. (συνέχεια)



Σχήμα 4.9. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα.



Σχήμα 4.10. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα (κεντρική Μεσόγειος).

4.3.3. Δυτική Μεσόγειος

Τέλος, στη δυτική Μεσόγειο, όσον αφορά στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα (σχήμα 4.11) εντοπίστηκε πιθανή απότομη κλιματική αλλαγή σε έναν από τους πέντε σταθμούς, τη Μάλαγα. Η αλλαγή πραγματοποιείται προς χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά το έτος 1967. Η αρνητική αυτή τάση φαίνεται να αντιστρέφεται γύρω στο 1994, όπως επιβεβαιώνεται και από την καμπύλη των αθροιστικών διαφορών, που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.12.

Κατά την άνοιξη όλοι οι σταθμοί παρουσιάζουν παρόμοιες διακυμάνσεις (σχήματα A25 και A26 του Παραρτήματος). Πιο συγκεκριμένα, σημειώνεται αρνητική τάση από την αρχή της χρονοσειράς, η οποία στρέφεται σε θετική από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του '80. Από άποψη κλιματικών αλλαγών πιο ξεκάθαρη εικόνα δίνουν το Αλικάντε, η Βαλένθια και η Μάλαγα. Στο Αλικάντε φαίνεται να σημειώνεται

απότομη κλιματική αλλαγή προς υψηλότερες θερμοκρασίες το 1996 και στη Βαλένθια το 1992. Στη Μάλαγα η αλλαγή γίνεται προς χαμηλότερες θερμοκρασίες στην αρχή της περιόδου, το 1960. Στους υπόλοιπους σταθμούς παρατηρείται πως σημειώνονται κλιματικές αλλαγές προς χαμηλότερες θερμοκρασίες στην αρχή της χρονοσειράς και προς υψηλότερες στο τέλος της. Λόγω της χρονικής εγγύτητας στα όρια της χρονοσειράς δεν μπορούν να εξαχθούν σίγουρα συμπεράσματα για ενδεχόμενες κλιματικές αλλαγές στους σταθμούς αυτούς.

Στις χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του καλοκαιριού (σχήματα A27 και A28 του Παραρτήματος) όλοι οι σταθμοί της δυτικής Μεσογείου φαίνεται να υπέστησαν απότομες κλιματικές αλλαγές προς υψηλότερες τιμές, εκτός της Μάλαγα. Τα έτη που παρατηρούνται αυτές είναι το 1977 για τη Βαλένθια, 1988 για το Αλικάντε και το Περπινιάν και το 1989 για τη Μασσαλία. Στη Μάλαγα η πιθανή αλλαγή λαμβάνει χώρα στις αρχές της χρονοσειράς, το 1965, προς χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Στο φθινόπωρο (σχήματα A29 και A30 του Παραρτήματος), σε όλους τους σταθμούς πλην της Μασσαλίας, σημειώνονται πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές. Πιο αναλυτικά, στη Βαλένθια το 1980 εντοπίζεται αλλαγή προς υψηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες. Ομοίως στο Αλικάντε και το Περπινιάν λίγα έτη αργότερα, το 1985. Στη Μάλαγα παρατηρείται πιθανή αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες το 1965. Παρόμοια πορεία με αυτή της Μάλαγα, σημειώνει και η ελάχιστη θερμοκρασία της Μασσαλίας, χωρίς όμως να εντοπίζεται κάποια απότομη κλιματική αλλαγή.

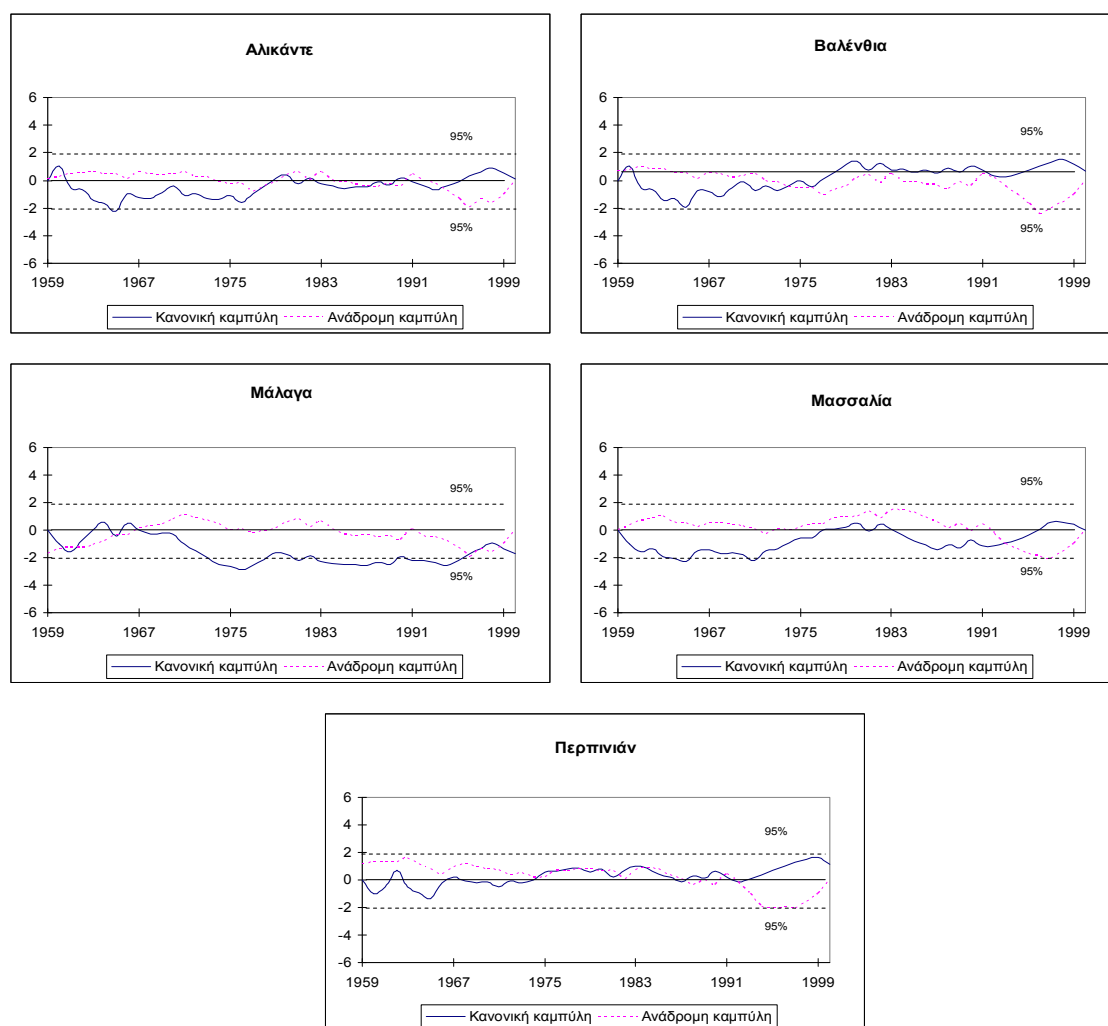
Στις μέσες μέγιστες θερμοκρασίες του χειμώνα (σχήματα 4.13 και 4.14) η μόνη πιθανή απότομη κλιματική αλλαγή σημειώνεται στη Βαλένθια. Η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται το 1974 και αφορά σε αύξηση των τιμών της μέγιστης θερμοκρασίας.

Την άνοιξη (σχήματα A31 και A32 του Παραρτήματος) εντοπίζονται κλιματικές αλλαγές σε όλους τους σταθμούς. Στη Βαλένθια η αλλαγή αφορά σε άύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας και σημειώνεται το 1994. Στο Αλικάντε, αντιθέτως, σημειώνεται το 1966 αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες, και μάλιστα η πτωτική αυτή τάση φαίνεται να αλλάζει προς το τέλος μόνο της χρονοσειράς, χωρίς όμως να είναι σημαντική η αλλαγή αυτή. Στη Μασσαλία, επίσης εντοπίζεται αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες το 1961. Σε αυτή όμως την περίπτωση, οι θερμοκρασίες ανεβαίνουν και πάλι στα τέλη της δεκαετίας του '80 και μάλιστα το 1995 υπάρχει ένδειξη για μια δεύτερη απότομη κλιματική αλλαγή προς μεγαλύτερες αυτή τη φορά θερμοκρασίες. Επιπλέον, στο Περπινιάν φαίνεται να σημειώνεται πιθανή αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες το 1962.

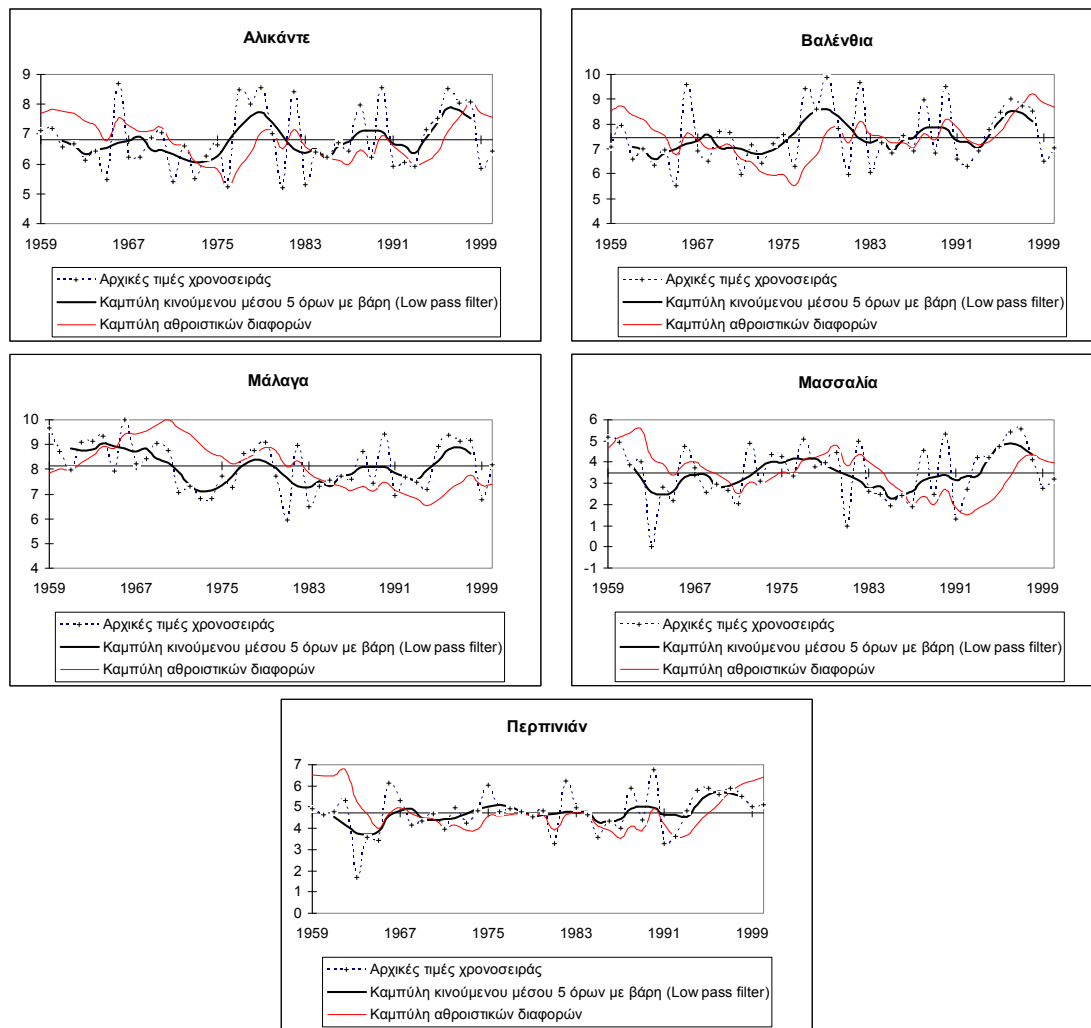
Το καλοκαίρι (σχήματα A33 και A34 του Παραρτήματος) σημειώνεται πιθανότητα απότομων κλιματικών αλλαγών σ' όλους τους σταθμούς πλην του Περπινιάν. Στο Αλικάντε η πιθανή αλλαγή εντοπίζεται πολύ νωρίτερα απ'τους

υπόλοιπους σταθμούς, το 1967, και αφορά σε μείωση της θερμοκρασίας. Οι υπόλοιπες αλλαγές είναι όλες προς υψηλότερες θερμοκρασίες και σημειώνονται στη Μάλαγα και τη Μασσαλία το 1986, ενώ στη Βαλένθια το 1990.

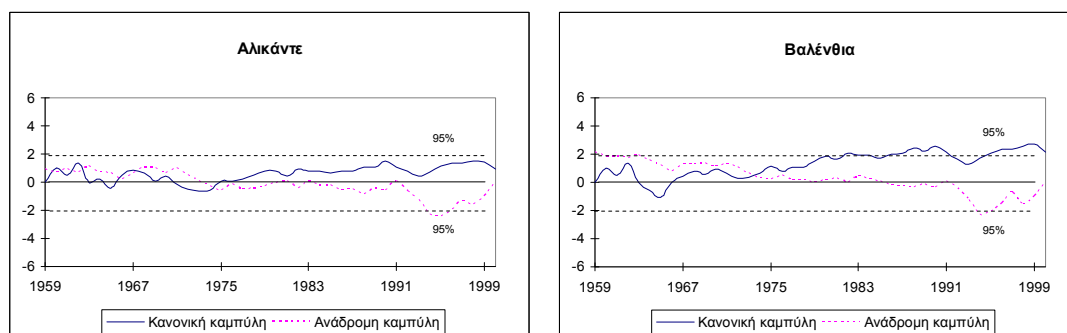
Το φθινόπωρο (σχήματα A35 και A36 του Παραρτήματος) παρουσιάζονται πιθανές κλιματικές αλλαγές σε τρεις σταθμούς. Στο Αλικάντε εντοπίζεται και πάλι η αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες στις αρχές της χρονοσειράς και συγκεκριμένα το 1969. Στη Μάλαγα και τη Βαλένθια σημειώνονται αλλαγές επίσης προς υψηλότερες θερμοκρασίες, το 1970 και 1981 αντίστοιχα.



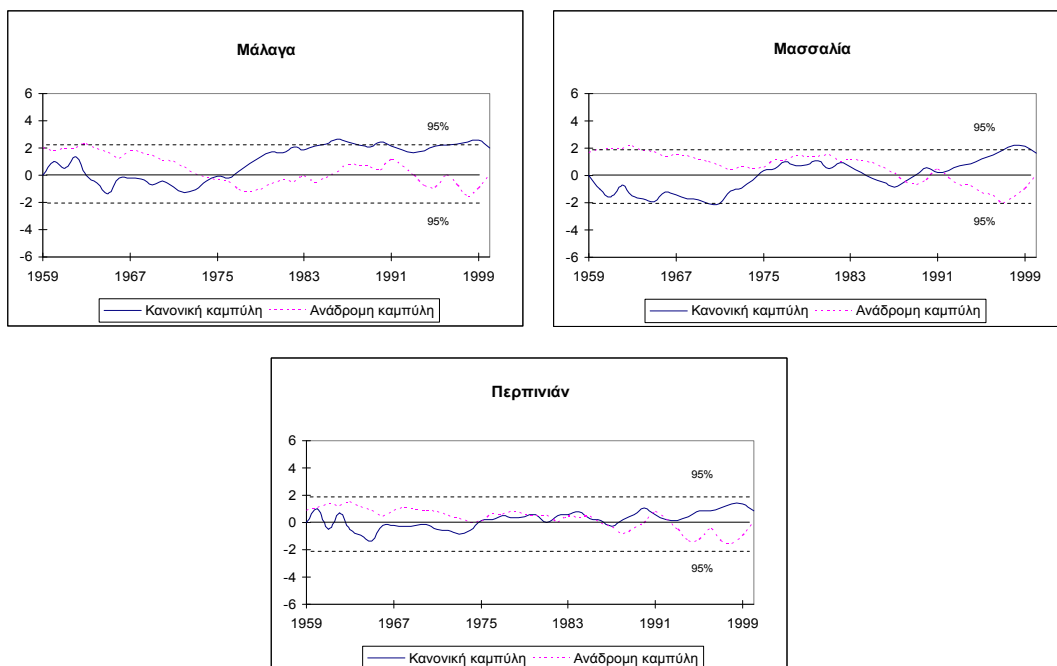
Σχήμα 4.11. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα.



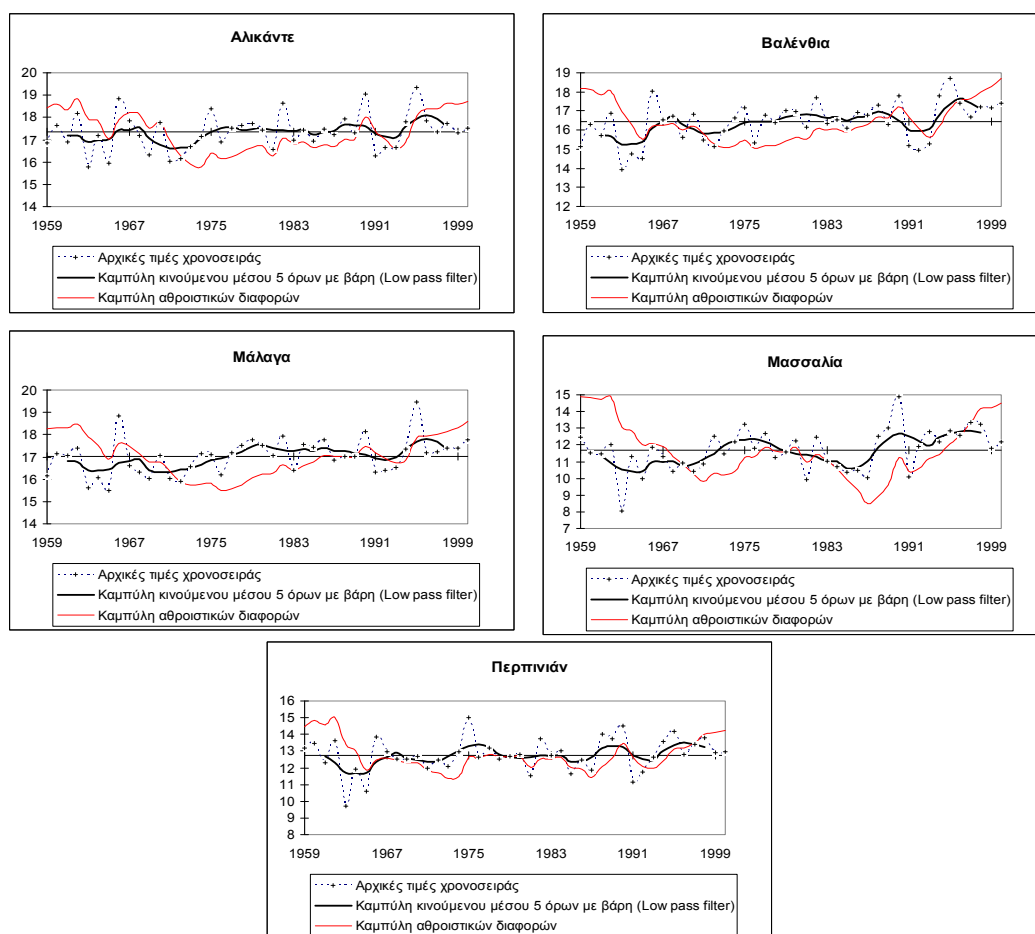
Σχήμα 4.12. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα (δυστική Μεσόγειος).



Σχήμα 4.13. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα.



Σχήμα 4.13. (συνέχεια)



Σχήμα 4.14. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα (δυτική Μεσόγειος).

Πίνακας 4.4. Χρονολογίες έναρξης πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών της θερμοκρασίας σύμφωνα με το test Mann- Kendall (το (+) δηλώνει θέρμανση και το (-) ψύξη).

Σταθμός	Χειμώνας		Άνοιξη		Καλοκαίρι		Φθινόπωρο	
	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία	Ελάχιστη Θερμοκρασία	Μέγιστη Θερμοκρασία
Αλεξανδρούπολη								
Ηράκλειο					1990 (+)	1967 (-)		
Θεσσαλονίκη					1964 (-)			
Κέρκυρα								
Κύθηρα		1967 (-)						
Μυτιλήνη					1963 (-)			
Νάξος					1990 (+)	1986 (+)		
Κάλιαρι				1989 (+)	1986 (+)	1980 (+)		1982 (+)
Λάστοβο				1981 (+)	1991 (+)	1986 (+)		
Μπολόνια		1988 (+)		1993 (+)	1985 (+)	1992 (+)		
Μπρίντζι					1985 (+)	1991 (+)		
Ρώμη				1969 (-)	1985 (+)			1970 (-)
Αλικάντε			1996 (+)	1966 (-)	1988 (+)	1967 (-)	1985 (+)	1969 (-)
Βαλένθια		1974 (+)	1992 (+)	1994 (+)	1977 (+)	1990 (+)	1980 (+)	1981 (+)
Μάλαγα	1967 (-)		1960 (-)	1994 (+)	1965 (-)	1986 (+)	1965 (-)	1970 (+)
Μασσαλία				1961 (-) 1995 (+)	1989 (+)	1986 (+)		
Περπινιάν				1962 (-)	1988 (+)		1985 (+)	

4.4. Σύνοψη

Στην υποενότητα αυτή επιχειρείται μια σύνοψη των αποτελεσμάτων του κεφαλαίου που αφορά στην περιγραφή του καθεστώτος της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας της Μεσογείου, αλλά και μία σύγκριση με αποτελέσματα ανάλογων μελετών.

Αρχικά, μελετήθηκε η γεωγραφική κατανομή των παραμέτρων σε εποχιακή βάση. Όσον αφορά στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία, οι μεγαλύτερες τιμές της σημειώνονται στην ανατολική Μεσόγειο, ενώ οι μικρότερες στην κεντρική. Εξαιρέση της πρώτης περίπτωσης αποτελεί ο σταθμός της Αλεξανδρούπολης, ο οποίος παρότι βρίσκεται στην ανατολική Μεσόγειο, παρουσιάζει αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες, και μάλιστα τις χαμηλότερες από όλους τους σταθμούς σε όλες τις εποχές πλην του χειμώνα. Επίσης, το Λάστοβο, αποτελεί εξαιρέση για την κεντρική Μεσόγειο, καθώς παρουσιάζει σε όλες τις εποχές υψηλές σχετικά θερμοκρασίες, σε αντίθεση με τη γενική τάση της περιοχής. Η εποχή κατά την οποία σημειώνονται οι μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στους σταθμούς μελέτης είναι ο χειμώνας. Στην περίπτωση του, το εύρος των τιμών είναι ίσο με $8,3^{\circ}\text{C}$. Έπεται το φθινόπωρο με εύρος τιμών της τάξης των 7°C . Για τις άλλες δυο εποχές, η παράμετρος αυτή κυμαίνεται στους $5,5^{\circ}\text{C}$. Σημαντική, όμως, είναι και η μελέτη της τυπικής απόκλισης των χρονοσειρών, οι μεγαλύτερες τιμές της οποίας παρατηρούνται κατά το χειμώνα. Σχετικά με τη γεωγραφική κατανομή της τυπικής απόκλισης, οι τρεις επιμέρους περιοχές της Μεσογείου παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα.

Όσον αφορά στην παράμετρο της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας, οι μεγαλύτερες τιμές σημειώνονται κατά βάση στη δυτική Μεσόγειο. Εξαιρέση αποτελεί το καλοκαίρι, κατά τη διάρκεια του οποίου, η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει ελαφρώς μεγαλύτερες θερμοκρασίες. Στην κεντρική Μεσόγειο, όπως και στην ελάχιστη θερμοκρασία, εντοπίζονται οι χαμηλότερες τιμές. Μικρότερη μέση μέγιστη θερμοκρασία σημειώνεται στην Μπολόνια για δύο εποχές. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι ο σταθμός της βρίσκεται βορειότερα από όλους τους σταθμούς μελέτης, αλλά και είναι ο μοναδικός που δεν είναι παραθαλάσσιος, παράγοντες που αναμφίβολα συμβάλουν στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας του. Από την άλλη, η Λάρνακα, η οποία αποτελεί το νοτιότερο των υπό μελέτη σταθμών, παρουσιάζει σε όλες τις εποχές, πλην του χειμώνα, τη μεγαλύτερη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Όπως και στην ελάχιστη, έτσι και στη μέγιστη θερμοκρασία, κατά την εποχή του χειμώνα, παρατηρούνται οι μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των σταθμών. Μάλιστα, το εύρος είναι ακόμη μεγαλύτερο απ' ό,τι στην ελάχιστη, καθώς είναι ίσο με $10,6^{\circ}\text{C}$. Ακολουθεί το φθινόπωρο με εύρος της τάξης των $8,6^{\circ}\text{C}$ και έπειτα η άνοιξη και το καλοκαίρι. Η τυπική

απόκλιση των μέσων μεγίστων θερμοκρασιών δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλο εύρος μεταξύ των εποχών, ενώ γεωγραφικά οι μικρότερες τιμές της σημειώνονται στην ανατολική Μεσόγειο.

Στη συνέχεια, οι χρονοσειρές μελετήθηκαν ως προς τις τάσεις τους. Στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία επικρατούν οι θετικές τάσεις. Από τις αρνητικές τάσεις που σημειώθηκαν μόνο η μία ήταν στατιστικά σημαντική. Το καλοκαίρι αποτελεί την πιο χαρακτηριστική εποχή, καθώς οι τάσεις όλων των σταθμών είναι θετικές, αλλά και επειδή παρουσιάζονται οι περισσότερες περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας. Οι δύο μεταβατικές εποχές παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα, με επικράτηση των θετικών τάσεων και μερικές περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας, οι οποίες δε σημειώνονται σε κάποια συγκεκριμένη περιοχή, αλλά διάσπαρτα. Ο χειμώνας είναι η εποχή με τη λιγότερο ξεκάθαρη τάση. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η πλειοψηφία των σταθμών παρουσιάζει θετική τάση σε όλες τις εποχές: Αλικάντε, Βαλένθια, Κύθηρα, Λάρνακα, Λάστοβο, Μασσαλία, Μπολόνια, Μπρίντζι, Νάξος, Περπινιάν, Ρώμη. Οι σταθμοί αυτοί παρουσιάζουν και αρκετές στατιστικά σημαντικές τάσεις. Ιδιαίτερα, η Νάξος έχει στατιστικά σημαντικές θετικές τάσεις σε όλες τις εποχές και η Βαλένθια με τη Μπολόνια σε τρεις.

Όπως στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία έτσι και στη μέση μέγιστη, οι θετικές τάσεις επικρατούν των αρνητικών. Υπάρχει όμως μια σημαντική διαφορά. Στη μέγιστη θερμοκρασία οι αρνητικές τάσεις είναι περισσότερες και επίσης υπάρχουν αρκετές στατιστικά σημαντικές ανάμεσά τους, σε αντίθεση με την ελάχιστη θερμοκρασία, όπου υπήρχε μόνο μία. Στη μέγιστη, λοιπόν, θερμοκρασία οι σταθμοί που παρουσιάζουν θετική τάση σε όλες τις εποχές είναι κατά έναν λιγότεροι από ότι στην ελάχιστη και πρόκειται για τους εξής: Βαλένθια, Κάλιαρι, Λάρνακα, Λάστοβο, Μάλαγα, Μασσαλία, Μπολόνια, Μπρίντζι και Περπινιάν.

Εξετάζοντας συνολικά τις τάσεις των χρονοσειρών των σταθμών, πρέπει να σημειωθεί ότι το 40% περίπου αυτών, παρουσιάζει θετικές τάσεις σε όλες τις εποχές, τόσο για τη μέση ελάχιστη, όσο και για τη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Πρόκειται κυρίως για σταθμούς της δυτικής και κεντρικής Μεσογείου, καθώς από αυτούς της ανατολικής, ο μοναδικός στον οποίο παρατηρείται το φαινόμενο αυτό, είναι ο σταθμός της Λάρνακας. Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν οι Kutiel and Maheras (1998) σχετικά με τη μέση εποχιακή θερμοκρασία σε σταθμούς της Μεσογείου, καθώς παρατηρήθηκε ότι η τάση αύξησης της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη στη δυτική Μεσόγειο και μειώνεται προς τα ανατολικά. Όσον αφορά στην εποχιακή μελέτη των τάσεων βρέθηκε πως οι περισσότερες σημαντικές θετικές τάσεις της θερμοκρασίας σημειώνονται κατά το χειμώνα, σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη όπου παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική χρονική

περίοδο που αφορούν οι δύο μελέτες, καθώς στην εργασία των Kutiel and Maheras η περίοδος είναι η 1873-1989, δεν περιλαμβάνει δηλαδή τη δεκαετία του 1990, η οποία σύμφωνα με πολλές πρόσφατες μελέτες (Karas, 1997) υπήρξε μία από τις θερμότερες στην καταγεγραμμένη κλιματολογία, γεγονός που μπορεί να συμβάλει σε αυτή τη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων. Οι Sahsamanoglou and Makrogiannis (1992) σε μελέτη τους για τις τάσεις της θερμοκρασίας στη Μεσόγειο κατά την περίοδο 1950-1988, βρήκαν ότι σημειώνεται αύξηση της θερμοκρασίας στη δυτική Μεσόγειο και μείωση στην ανατολική. Μια τέτοια μείωση παρατηρήθηκε και στην παρούσα εργασία, κυρίως στη μέγιστη θερμοκρασία. Οι Brunetti et al. (2000) διερεύνησαν τις τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας στην Ιταλία για την περίοδο 1865-1996. Και σε αυτή την περίπτωση βρέθηκαν θετικές τάσεις για τις δύο παραμέτρους, τόσο σε εποχιακή όσο και σε ετήσια βάση. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη στην κεντρική και νότια Ιταλία απ' ό,τι στη βόρεια. Οι Feidas et al. (2004) εξετάζοντας είκοσι σταθμούς της Ελλάδας, στους οποίους περιλαμβάνονται όλοι οι σταθμοί της παρούσας μελέτης, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για την περίοδο 1955-2001, περίοδος που σχεδόν ταυτίζεται με αυτήν της παρούσας μελέτης, η θερμοκρασία παρουσιάζει αρνητική τάση κατά το χειμώνα και θετική κατά το καλοκαίρι για την πλειοψηφία των σταθμών, ενώ οι μεταβατικές εποχές δεν χαρακτηρίζονται από κάποια σαφή τάση. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν σε σημαντικό βαθμό με αυτά της παρούσας μελέτης.

Τέλος, εφαρμόστηκε στις χρονοσειρές των σταθμών το τεστ Mann-Kendall για τον εντοπισμό πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών. Είναι φανερό από τα αποτελέσματα ότι σημειώνεται μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης απότομων κλιματικών αλλαγών στη θερμοκρασία της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου κατά την περίοδο μελέτης 1958-2001. Πιο αναλυτικά, τόσο στη μέση ελάχιστη όσο και στη μέση μέγιστη θερμοκρασία εντοπίστηκαν πιθανές κλιματικές αλλαγές σε σχετικά μεγάλο ποσοστό των σταθμών. Συγκεκριμένα, το 36% επί του συνόλου των περιπτώσεων (ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία 17 σταθμών για κάθε εποχή) συνδέεται με κάποια κλιματική αλλαγή, είτε πρόκειται για αύξηση, είτε για ελάττωση της θερμοκρασίας. Από αυτό το ποσοστό οι κλιματικές αλλαγές που εντοπίστηκαν στη μέγιστη θερμοκρασία υπερτερούν αυτών της ελάχιστης, με μικρή όμως διαφορά. Επίσης, υπερτερούν και είναι πιο σημαντικές οι αλλαγές που σχετίζονται με αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό ισχύει γιατί όλες οι περιπτώσεις αλλαγών προς χαμηλότερες θερμοκρασίες σημειώνονται αρκετά νωρίς μέσα στις χρονοσειρές των σταθμών, για του λόγου το αληθές, η πιο πρόσφατη τέτοιου είδους αλλαγή σημειώνεται το 1971. Επιπροσθέτα, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι αλλαγές που συνοδεύονται από στατιστικά σημαντικές αρνητικές τάσεις, ανατρέπονται αργότερα μέσα στη χρονοσειρά, συνήθως από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και μετά. Σε ανάλογα αποτελέσματα κατέληξαν οι

Feidas et al. (2004), σύμφωνα με τους οποίους στους μισούς από τους ελληνικούς σταθμούς που μελετήθηκαν σημειώνονται πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές προς χαμηλότερες θερμοκρασίες στις αρχές της δεκαετίας του 1960, οι οποίες ανατρέπονται μέσα στη δεκαετία του 1990. Οι Arseni-Paradimitriou and Maheras (1991) στη μελέτη τους σχετικά με τα στατιστικά χαρακτηριστικά της θερμοκρασίας σε μεσογειακούς σταθμούς, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σημειώνονται απότομες κλιματικές αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες σε τρεις σταθμούς, στη Μασσαλία το 1942, στη Ρώμη το 1893 και στην Ιερουσαλήμ το 1920. Σε συμφωνία έρχονται και τα αποτελέσματα των Aesawy and Hasanean (1998) σχετικά με την κλιματική ανάλυση της θερμοκρασίας σε έξη σταθμούς της νότιας Μεσογείου. Συγκεκριμένα, απότομες κλιματικές αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες εντοπίστηκαν στο Μαρακές το 1922 και το 1976, στο Αλγέρι το 1865 και το 1967 και στη Βηρυτό το 1910. Αντιθέτως, εντοπίστηκαν απότομες κλιματικές αλλαγές προς χαμηλότερες θερμοκρασίες στην Αλεξάνδρεια το 1962 και στο Αμμάν το 1955. Αυτές οι τελευταίες περιπτώσεις συμφωνούν με τη γενική τάση που παρατηρείται στην παρούσα εργασία, σύμφωνα με την οποία υπάρχουν αρκετοί σταθμοί της ανατολικής Μεσογείου που παρουσιάζουν απότομες κλιματικές αλλαγές προς χαμηλότερες θερμοκρασίες στις αρχές της περιόδου μελέτης.

Όσον αφορά στην εποχιακή μελέτη των πιθανών κλιματικών αλλαγών, πρέπει να σημειωθεί ότι το καλοκαίρι είναι η εποχή όπου εντοπίστηκαν οι περισσότερες από αυτές. Συγκεκριμένα, 11 από τους 17 σταθμούς στη μέση ελάχιστη, και 8 από τους 17 στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού, φαίνεται να χαρακτηρίζονται από απότομες κλιματικές αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες, το μεγαλύτερος μέρος των οποίων ξεκινάει μέσα στην περίοδο 1985-1993. Επιπλέον, όσες αλλαγές προς χαμηλότερες θερμοκρασίες σημειώνονται, λαμβάνουν χώρα έως και τα τέλη της δεκαετίας του 1960. Σύμφωνα είναι και τα αποτελέσματα των Feidas et al. (2004), όπου οι χρονοσειρές κατά το καλοκαίρι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Οι σταθμοί που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία χαρακτηρίζονται από πιθανή απότομη κλιματική αλλαγή προς χαμηλότερες θερμοκρασίες που εντοπίζεται στα τέλη της δεκαετίας του 1950 και η τάση αυτή φαίνεται να ανατρέπεται μέσα στη δεκαετία του 1990. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει σταθμούς που παρουσιάζουν πιθανότητα απότομης κλιματικής αλλαγής προς υψηλότερες θερμοκρασίες στα τέσσερα τελευταία χρόνια της δεκαετίας του 1990. Στην παρούσα εργασία, μετά το καλοκαίρι ακολουθεί η άνοιξη σε πλήθος πιθανών κλιματικών αλλαγών, ενώ κατά το χειμώνα κυρίως, και το φθινόπωρο δευτερευόντως, σημειώνονται οι λιγότερες πιθανές αλλαγές. Αντίθετα, οι Maheras and Kutiel (1999) εντόπισαν τις περισσότερες απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο, ενώ κατά το καλοκαίρι αλλαγή προς υψηλότερες θερμοκρασίες σημειώθηκε μόνο στην κεντρική Μεσόγειο. Οι διαφορές αυτές πιθανότατα οφείλονται

στο γεγονός ότι η εν λόγω μελέτη αφορά την περίοδο 1873-1988 και δεν περιλαμβάνει τη δεκαετία του 1990.

Ενδιαφέρον, όμως, παρουσιάζει και η γεωγραφική κατανομή των πιθανών κλιματικών αλλαγών. Θα μπορούσε κανείς να παρατηρήσει ότι στην ανατολική Μεσόγειο η γενική αύξηση της θερμοκρασίας είναι λιγότερο έντονη από ότι στις υπόλοιπες περιοχές. Αυτό είχε γίνει φανερό και από την ανάλυση των τάσεων των χρονοσειρών και επιβεβαιώνεται από την ανάλυση με το Mann-Kendall τεστ. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι από τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου, μόνο στο Ηράκλειο και τη Νάξο σημειώνονται πιθανές αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες και μόνο κατά το καλοκαίρι. Επιπλέον, μόνο στην ανατολική Μεσόγειο, υπάρχουν σταθμοί στους οποίους δεν παρατηρείται καμία πιθανή κλιματική αλλαγή (Αλεξανδρούπολη και Κέρκυρα). Το φαινόμενο αυτό δεν παρουσιάζεται στις άλλες δυο περιοχές της Μεσογείου. Οι σταθμοί με τις περισσότερες κλιματικές αλλαγές είναι αυτοί της Βαλένθια και της Μάλαγα, όπου εντοπίστηκαν κλιματικές αλλαγές σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους. Μάλιστα, στη Βαλένθια όλες οι αλλαγές πραγματοποιήθηκαν προς υψηλότερες θερμοκρασίες. Πολλές πιθανές κλιματικές αλλαγές σημειώθηκαν και στο σταθμό του Αλικάντε.

Κεφάλαιο 5. Αξιολόγηση μοντέλου σε ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες

5.1. Στατιστική ανάλυση των σημείων πλέγματος

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται η αξιολόγηση του μοντέλου όσον αφορά στις μέσες εποχιακές ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες. Για την αξιολόγηση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι παρατηρούμενες κλιματικές τιμές των 18 υπό μελέτη σταθμών για την περίοδο 1958-2001, όσο και οι προσομοιωμένες τιμές που προέκυψαν από το μοντέλο για οχτώ σημεία πλέγματος (grid points) που βρίσκονται γύρω από τον κάθε σταθμό (βλέπε χάρτη 3.2 και Πίνακας Β1 του παραρτήματος) για την ίδια χρονική περίοδο. Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι τιμές ενός μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για την κάθε περιοχή.

Πιο αναλυτικά, υπολογίστηκαν η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για τον κάθε σταθμό, καθώς και για όλα τα σημεία πλέγματος. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι διαφορές των μέσων εποχιακών τιμών και των τυπικών αποκλίσεων των σταθμών από τις αντίστοιχες τιμές των σημείων πλέγματος. Κατ' αυτόν τον τρόπο αξιολογείται η ικανότητα του μοντέλου στην προσομοίωση της μέσης τιμής, αλλά και της διασποράς των τιμών στις χρονοσειρές της θερμοκρασίας, μέσω της τυπικής απόκλισής τους.

Σε γενικές γραμμές, όσον αφορά στην εποχιακή μέση τιμή, το μοντέλο παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά στην ελάχιστη απ' ότι στη μέγιστη θερμοκρασία. Στην ελάχιστη θερμοκρασία δεν υπάρχει σαφής τάση υπερεκτίμησης ή υποεκτίμησης. Συγκεκριμένα, το χειμώνα (Πίνακας 5.1) και την άνοιξη¹⁰ (Πίνακας Β3 παραρτήματος) οι περιπτώσεις υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης είναι περίπου ίσες. Το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Πίνακες Β4 και Β5 του παραρτήματος) επικρατεί η υπερεκτίμηση της μέσης τιμής της θερμοκρασίας, με ποσοστά 67% και 78% των περιπτώσεων αντίστοιχα για την κάθε εποχή. Αντιθέτως, στην παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας η κατάσταση είναι ξεκάθαρη. Σε όλες τις εποχές μια σημαντική πλειοψηφία των σημείων πλέγματος υποεκτιμά την πραγματική μέγιστη θερμοκρασία. Στην περίπτωση αυτή τα ποσοστά υποεκτίμησης επί του συνόλου των περιπτώσεων είναι πολύ μεγάλα, 81% το χειμώνα, 83% την άνοιξη, 77% το καλοκαίρι και 90% το φθινόπωρο.

¹⁰ Στο κυρίως κείμενο της εργασίας παρουσιάζονται μόνο οι πίνακες που αντιστοιχούν στο χειμώνα, οι πίνακες των υπόλοιπων εποχών παρατίθενται στο Παράρτημα (Πίνακες Β3- Β11).

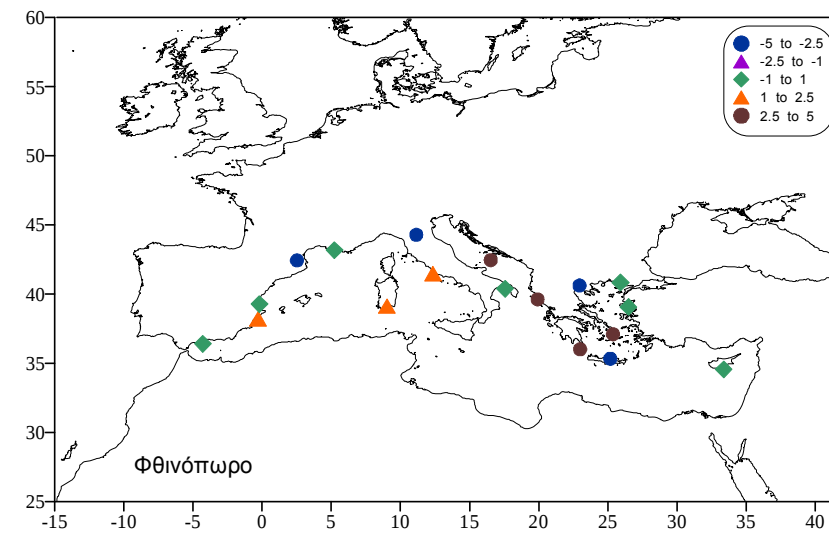
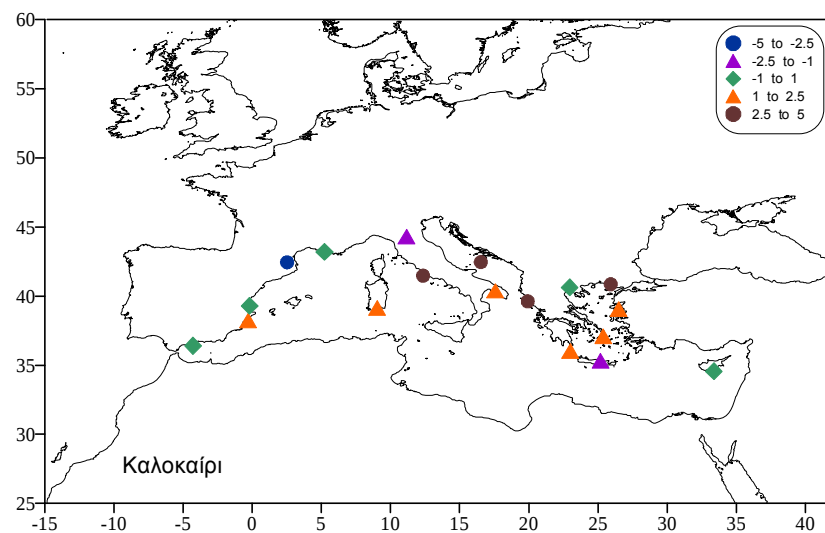
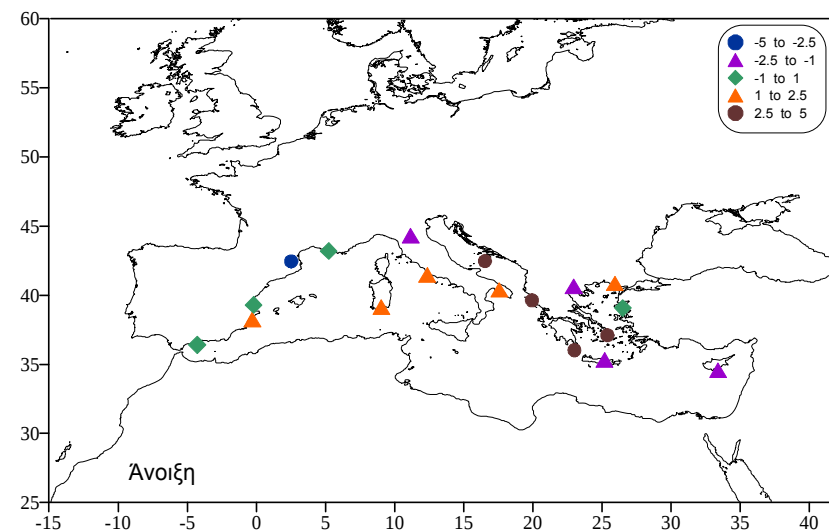
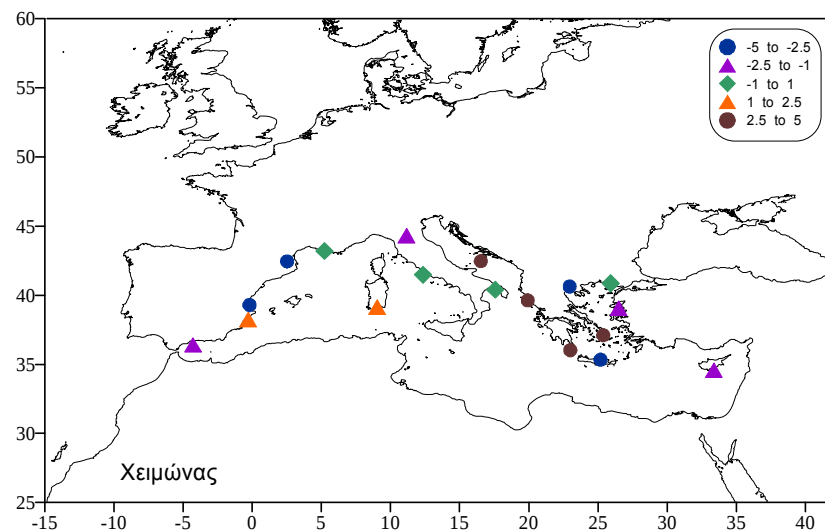
Πίνακας 5.1. Διαφορές μέσης τιμής των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για το χειμώνα. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηράκλειο	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάρνακα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
Μπρίντιζι	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μυτιλήνη	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-

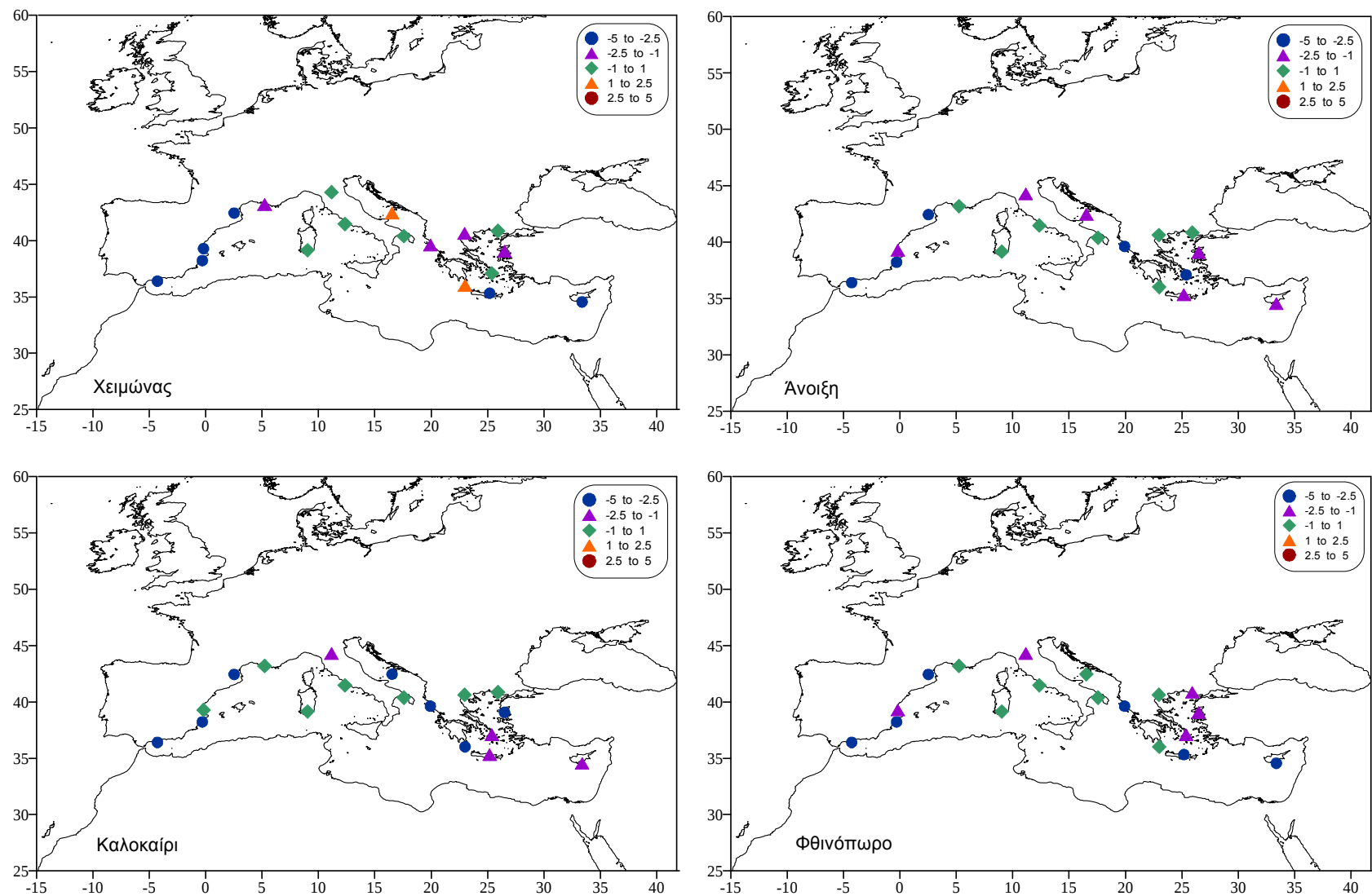
Χρήσιμο θα ήταν να αναφερθούν κάποιοι σταθμοί που παρουσιάζουν ιδιαίτερη συμπεριφορά. Η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα υπερεκτιμάται από όλα τα σημεία πλέγματος για δύο σταθμούς, τα Κύθηρα και το Λάστοβο. Αντίθετα, στο Περπινιάν σημειώνεται υποεκτίμηση σε όλα τα σημεία πλέγματος και για τις δύο παραμέτρους κατά το χειμώνα, αλλά και το φθινόπωρο. Αυτές είναι οι μόνες περιπτώσεις, όπου σημειώνεται ομοιόμορφη συμπεριφορά από όλα τα σημεία πλέγματος γύρω από ένα σταθμό. Υπάρχουν όμως και κάποιες περιπτώσεις, κατά τις οποίες οι προσομοιώσεις επιδεικνύουν εμμονή ως προς την υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση για μια από τις δύο παραμέτρους σε όλες τις εποχές. Συγκεκριμένα, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία στα Κύθηρα, το Λάστοβο και τη Νάξο υπερεκτιμάται από όλα τα σημεία πλέγματος και σε όλες τις εποχές. Αντίθετα, η μέση μέγιστη θερμοκρασία του Ηρακλείου, της Κέρκυρας, της Μάλαγα και της Νάξου, υποεκτιμάται από όλα τα σημεία πλέγματος, σε όλες τις εποχές. Επιπλέον, στο Αλικάντε, τη Βαλένθια, τη Λάρνακα και τη Μυτιλήνη, σημειώνεται υποεκτίμηση της μέγιστης θερμοκρασίας σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, με εξαίρεση ελάχιστων σημείων πλέγματος κατά το καλοκαίρι. Επιβεβαιώνεται, λοιπόν, η σαφής τάση υποεκτίμησης της μέγιστης θερμοκρασίας από το μοντέλο, ενώ στην ελάχιστη θερμοκρασία σημειώνεται μια μικρή επικράτηση της υπερεκτίμησης.

Οι εποχιακοί χάρτες των σχημάτων 5.1 και 5.2 παρουσιάζουν τις διαφορές που προέκυψαν για τη μέση τιμή της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας αντίστοιχα, από τις τιμές των μεσοποιημένων σημείων πλέγματος. Οι διαφορές έχουν ταξινομηθεί σε πέντε κλάσεις. Οι δύο μικρότερες κλάσεις αφορούν σε υποεκτίμηση και οι δύο μεγαλύτερες σε υπερεκτίμηση της θερμοκρασίας. Η μεσαία κλάση περιλαμβάνει τις μικρότερες σε απόλυτη τιμή διαφορές, που είναι της τάξεως του 1°C. Επομένως, οι σταθμοί που κατατάσσονται σε αυτή την κλάση είναι εκείνοι των οποίων η μέση τιμή έχει προσομοιωθεί ικανοποιητικά, τουλάχιστον από το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος.

Στους χάρτες του σχήματος 5.1, φαίνεται καθαρά ότι σημειώνονται τόσο υποεκτιμήσεις, όσο και υπερεκτιμήσεις της μέσης ελάχιστης τιμής. Η καλύτερη προσαρμογή σημειώνεται στο σταθμό της Μασσαλίας, όπου οι διαφορές που προέκυψαν είναι μικρές σε όλες τις εποχές. Άλλοι σταθμοί που παρουσιάζουν σχετικά μικρές διαφορές σε όλες τις εποχές είναι αυτοί της Μάλαγα, της Βαλένθια, του Μπρίντζι και της Λάρνακας. Από την άλλη, υπάρχουν ορισμένοι σταθμοί των οποίων οι διαφορές είναι μέγιστες σε όλες τις εποχές. Αυτοί είναι το Περπινιάν, το Λάστοβο και η Κέρκυρα. Όπως είναι φανερό στους χάρτες, οι σταθμοί με μικρές διαφορές είναι σχετικά ομοιόμορφα κατανεμημένοι σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Αξιοσημείωτο, όμως, είναι το γεγονός ότι η εποχή στην οποία σημειώνεται το μεγαλύτερο πλήθος σταθμών που χαρακτηρίζονται από μικρές διαφορές, είναι το φθινόπωρο.



Σχήμα 5.1. Διαφορές παρατηρούμενης μέσης τιμής ελάχιστης εποχιακής θερμοκρασίας από την αντίστοιχη τιμή του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης.



Σχήμα 5.2. Διαφορές παρατηρούμενης μέσης τιμής μέγιστης εποχιακής θερμοκρασίας από την αντίστοιχη τιμή του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης.

Στη μέση μέγιστη θερμοκρασία, σχήμα 5.2, επικρατεί η υποεκτίμηση από το μοντέλο και συνεπώς δεν υπάρχουν μεγάλες θετικές διαφορές που να ταξινομούνται στη μεγαλύτερη κλάση που χρησιμοποιήθηκε. Κάτι που είναι φανερό στους χάρτες του σχήματος 5.2 είναι ότι υπάρχουν περισσότερες περιπτώσεις σταθμών από ότι στην ελάχιστη θερμοκρασία, όπου οι διαφορές των μέσων τιμών είναι μικρές. Έτσι, οι σταθμοί που ανήκουν στην αντίστοιχη κλάση σε όλες τις εποχές είναι το Κάλιαρι, η Ρώμη και το Μπρίντζι. Αξίζει να τονιστεί το γεγονός ότι οι παραπάνω σταθμοί βρίσκονται όλοι στην κεντρική Μεσόγειο. Άλλοι σταθμοί όπου σημειώνονται μικρές σχετικά διαφορές είναι η Μασσαλία, η Θεσσαλονίκη και η Αλεξανδρούπολη. Αντίθετα, σταθμοί με μεγάλες διαφορές σε όλες τις εποχές είναι αυτοί της Μάλαγα, του Αλικάντε και του Περπινιάν. Σε αυτή την περίπτωση, και οι τρεις σταθμοί ανήκουν στη δυτική Μεσόγειο. Συμπερασματικά, όσον αφορά στην προσομοίωση της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας από το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος, τα καλύτερα αποτελέσματα σημειώνονται στην κεντρική Μεσόγειο, ενώ δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά στη δυτική. Η ανατολική Μεσόγειος περιλαμβάνει σταθμούς τόσο με μικρές, όσο και με μεγάλες διαφορές. Όσον αφορά στην εποχιακή μελέτη, η προσομοίωση παρουσιάζεται ικανοποιητική για όλες τις εποχές, καθώς δε σημειώνονται σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Ένα μέτρο για την εκτίμηση του μεγέθους των διαφορών των μέσων εποχιακών τιμών που προέκυψαν για την ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία, είναι ο έλεγχος της στατιστικής τους σημαντικότητας (Πίνακας 5.1)¹¹. Αυτό πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του t-test. Όταν κάποια διαφορά είναι στατιστικά σημαντική σημαίνει ότι η προσομοίωση της παραμέτρου από το μοντέλο δεν είναι ικανοποιητική, καθώς η προσομοιωμένη τιμή διαφέρει σημαντικά από την πραγματική. Στις περισσότερες περιπτώσεις και των δύο παραμέτρων οι διαφορές των μέσων εποχιακών τιμών είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ οι περιπτώσεις μη σημαντικών διαφορών αποτελούν εξαιρεση.

Αξίζει όμως να μελετηθούν ιδιαίτερα οι περιπτώσεις που οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Κατ' αρχάς οι περισσότερες από αυτές σημειώνονται στη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Όσον αφορά στην εποχιακή μελέτη, οι καλύτερα προσομοιωμένες μέσες τιμές παρουσιάζονται το καλοκαίρι και δευτερευόντως την άνοιξη, ενώ κατά το χειμώνα σημειώνονται οι λιγότερες μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η γεωγραφική κατανομή των μη στατιστικά σημαντικών διαφορών είναι παρόμοια με αυτή των μικρών διαφορών του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος που παρουσιάστηκε παραπάνω (Σχήματα 5.1 και 5.2). Υπάρχουν μερικοί σταθμοί όπου η

¹¹ Στον Πίνακα 5.1 (αλλά και στους πίνακες B3-B5 του Παραρτήματος), που παρουσιάζει τις διαφορές της μέσης τιμής των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων σημείων πλέγματος, σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές με κόκκινο χρώμα.

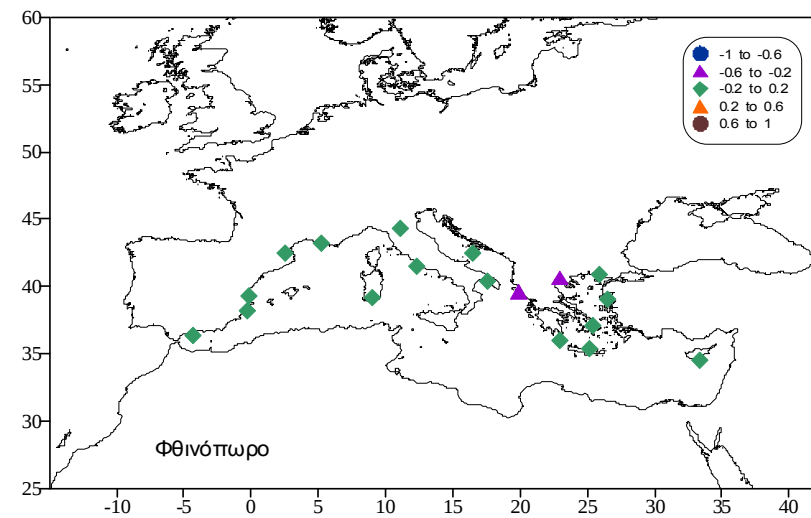
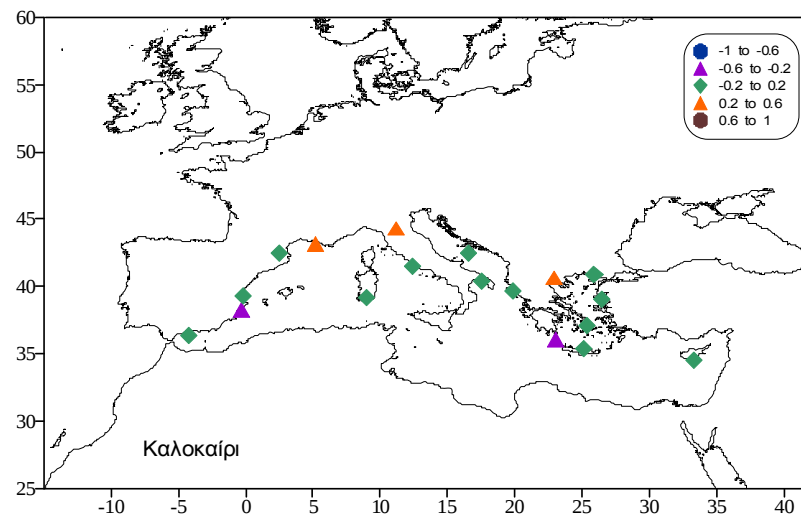
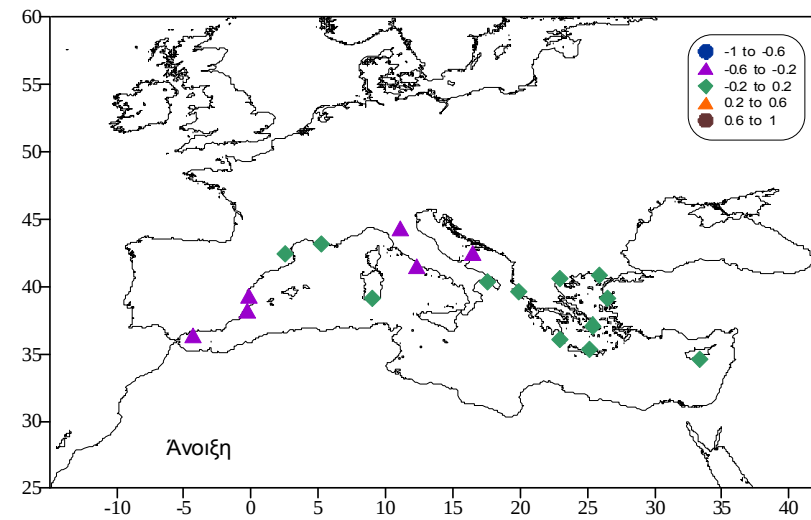
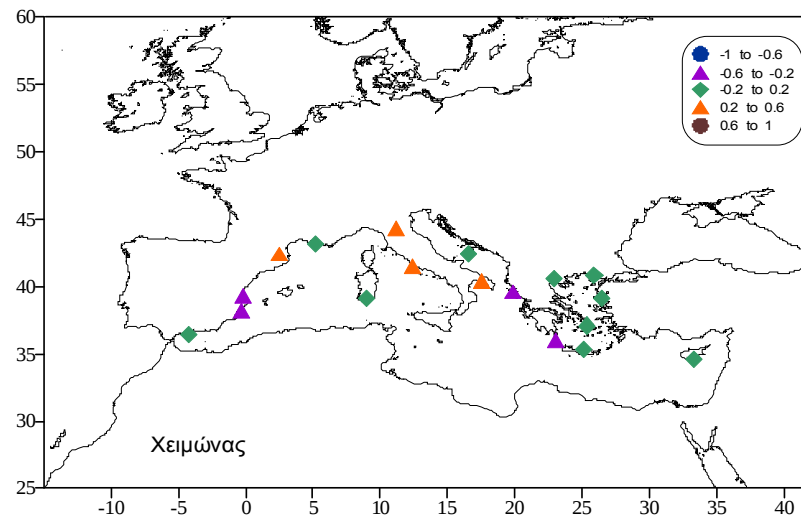
προσομοίωση είναι αρκετά ικανοποιητική, κρίνοντας από το γεγονός ότι αρκετές από τις διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Τέτοιοι σταθμοί είναι της Μπολόνια, του Μπρίντζι και της Ρώμης. Σχετικά ικανοποιητικά είναι και τα αποτελέσματα για τη Θεσσαλονίκη, το Κάλιαρι, την Αλεξανδρούπολη και τη Μασσαλία. Αντιθέτως, υπάρχουν αρκετοί σταθμοί, στους οποίους οι διαφορές για όλες τις εποχές και για τις δύο παραμέτρους, είναι στατιστικά σημαντικές. Πρόκειται για το Ηράκλειο, την Κέρκυρα, τα Κύθηρα, τη Μάλαγα, τη Νάξο και το Λάστοβο. Συμπερασματικά, η μελέτη της στατιστικής σημαντικότητας των διαφορών, ενισχύει το συμπέρασμα που προέκυψε και παραπάνω, ότι δηλαδή η προσομοίωση από το μοντέλο είναι καλύτερη στην κεντρική Μεσόγειο, ενώ τα λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα προκύπτουν για το δυτικό της τμήμα.

Όσον αφορά στην τυπική απόκλιση (Πίνακας 5.2 και Πίνακες Β6-Β8 παραρτήματος), δε σημειώνονται σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο παραμέτρων. Κατά κύριο λόγο, παρατηρείται υποεκτίμηση της τυπικής απόκλισης των πραγματικών χρονοσειρών. Η μόνη εξαίρεση σημειώνεται στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού, όπου παρατηρούνται περισσότερες θετικές διαφορές, υποδηλώνοντας υπερεκτίμηση της τυπικής απόκλισης. Ακόμη όμως και σ' αυτή την περίπτωση, η επικράτηση της υπερεκτίμησης δεν είναι σημαντική.

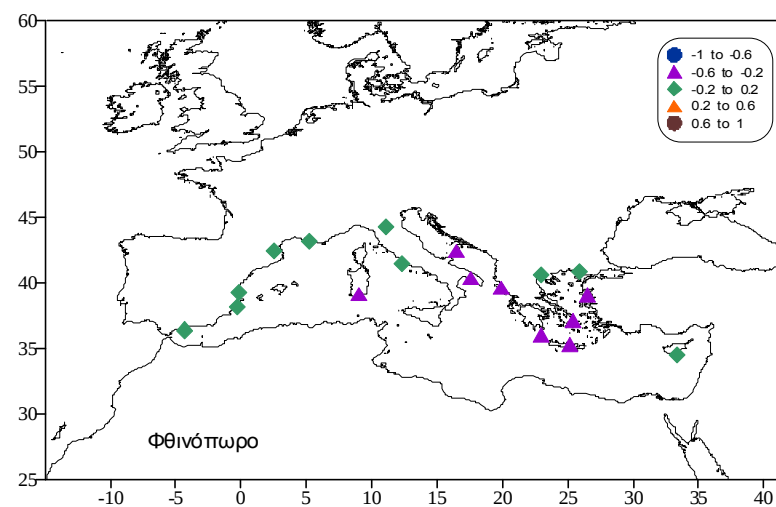
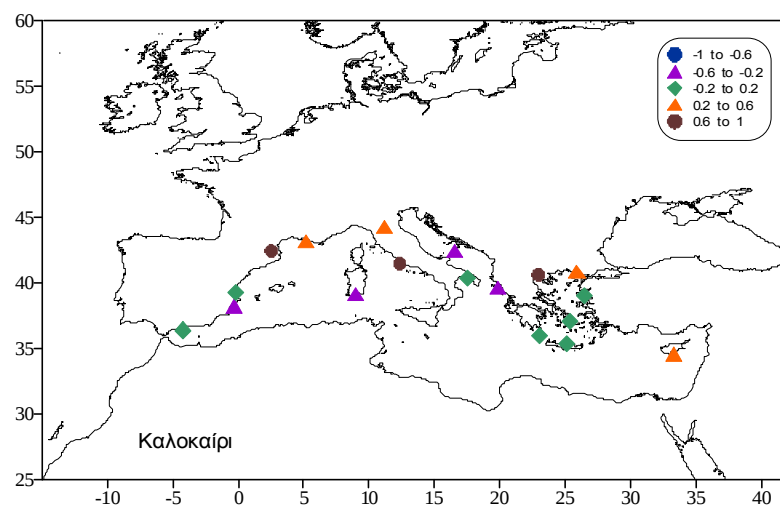
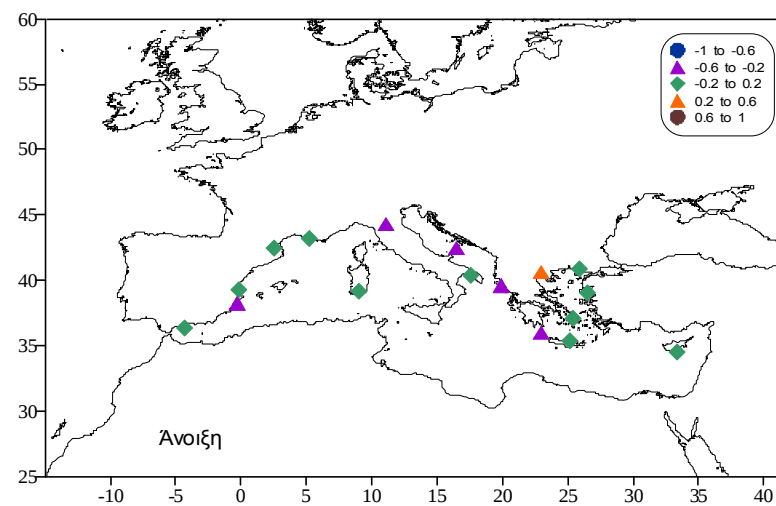
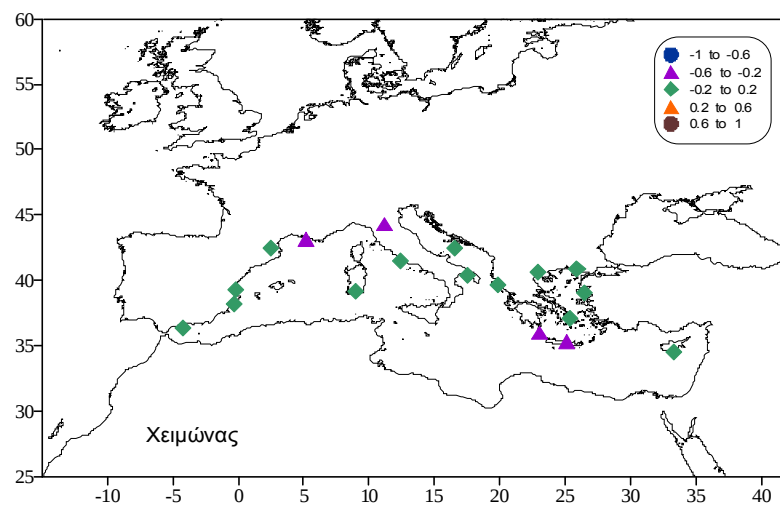
Αναλυτικότερα, οι διαφορές των τυπικών αποκλίσεων βρίσκονται μέσα σε ένα μικρό εύρος τιμών και δεν ξεπερνούν τον 1°C . Η τυπική απόκλιση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας φαίνεται να προσομοιώνεται καλύτερα από το μοντέλο, από αυτή της μέσης μέγιστης. Σε εποχιακή βάση, η προσομοίωση αποδείχθηκε ελαφρώς πιο ικανοποιητική κατά την άνοιξη και λιγότερο ικανοποιητική το χειμώνα. Σχετικά με τη γεωγραφική κατανομή των διαφορών, σε όλους τους σταθμούς της Μεσογείου, η τυπική απόκλιση προσομοιώνεται αρκετά ικανοποιητικά από το μοντέλο. Αυτό φαίνεται και στα σχήματα 5.3 και 5.4 που παρουσιάζουν τις διαφορές που προέκυψαν για την τυπική απόκλιση της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας αντίστοιχα, από τις τυπικές αποκλίσεις των μεσοποιημένων σημείων πλέγματος. Οι διαφορές έχουν ταξινομηθεί σε πέντε κλάσεις, εκ των οποίων δύο αφορούν σε υποεκτίμηση, δύο σε υπερεκτίμηση της τυπικής απόκλισης της θερμοκρασίας, και η μεσαία κλάση περιλαμβάνει τις μικρότερες σε απόλυτη τιμή διαφορές-της τάξης των $0,2^{\circ}\text{C}$. Στην ελάχιστη θερμοκρασία υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός σταθμών που ανήκει στη μεσαία αυτή κλάση σε όλες τις εποχές, πρόκειται για τη Μασσαλία, το Κάλιαρι, την Αλεξανδρούπολη, τη Μυτιλήνη, τη Νάξο, το Ηράκλειο και τη Λάρνακα. Στη μέγιστη θερμοκρασία, οι διαφορές δύο μόνο σταθμών είναι τόσο μικρές ώστε να ανήκουν στη μεσαία κλάση για όλες τις εποχές, της Μάλαγα και της Βαλένθια.

Πίνακας 5.2. Διαφορές τυπικής απόκλισης των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για το χειμώνα. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηράκλειο	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
Κάλιαρι	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπολόνια	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντιζι	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-
Μυτιλήνη	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Ρώμη	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Σχήμα 5.3. Διαφορές παρατηρούμενης τυπικής απόκλισης ελάχιστης εποχιακής θερμοκρασίας από την αντίστοιχη τυπική απόκλιση του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης.



Σχήμα 5.4. Διαφορές παρατηρούμενης τυπικής απόκλισης μέγιστης εποχιακής θερμοκρασίας από την αντίστοιχη τυπική απόκλιση του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης.

5.2. Τάσεις των σημείων πλέγματος

Εφόσον υπολογίστηκαν οι εποχιακές τιμές της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας για όλα τα σημεία πλέγματος της κάθε περιοχής, διερευνήθηκε η ύπαρξη τάσεων στις χρονοσειρές αυτές και εκτιμήθηκε η στατιστική τους σημαντικότητα. Η σύγκριση με τις τάσεις των χρονοσειρών των σταθμών κρίνεται σημαντική, καθώς θα δώσει ενδείξεις σχετικά με το αν το μοντέλο προσομοιώνει ικανοποιητικά τις γενικές τάσεις της θερμοκρασίας. Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων ανά υποπεριοχή της Μεσογείου.

5.2.1. Ανατολική Μεσόγειος

Στην Αλεξανδρούπολη, η τάση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το χειμώνα (Πίνακας 5.3) είναι αρνητική και δεν παρουσιάζει στατιστική σημαντικότητα. Όλα τα σημεία πλέγματος, εκτός από ένα, παρουσιάζουν επίσης αρνητικές τάσεις. Παρόμοια είναι και η εικόνα της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας του χειμώνα, δηλαδή η πραγματική τάση της χρονοσειράς είναι αρνητική και με αυτό συμφωνούν όλα τα σημεία πλέγματος. Κατά την άνοιξη (Πίνακας B9 του παραρτήματος) οι δύο παράμετροι παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά, η οποία χαρακτηρίζεται από πολύ μικρή θετική τάση. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές στα οχτώ σημεία πλέγματος, αλλά και στο μεσοπονημένο, παρουσιάζουν διαφορετική εικόνα. Τόσο, στην ελάχιστη, όσο και στη μέγιστη θερμοκρασία των σημείων πλέγματος σημειώνονται μόνο αρνητικές τάσεις. Το καλοκαίρι (Πίνακας B10 του παραρτήματος), η ελάχιστη θερμοκρασία της Αλεξανδρούπολης χαρακτηρίζεται από θετική τάση, μη στατιστικά σημαντική. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές των σημείων πλέγματος παρουσιάζουν στην πλειοψηφία τους θετικές τάσεις. Εξαιρεση αποτελούν τα σημεία 6 και 7 στα οποία σημειώνονται μικρές αρνητικές τάσεις. Η τάση που διακρίνει τη μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού είναι επίσης θετική. Στην περίπτωση αυτή, τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται κυρίως από αρνητικές τάσεις, τα δύο πρώτα όμως αποτελούν εξαιρεση σημειώνοντας θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Το φθινόπωρο (Πίνακας B11 παραρτήματος), οι δύο παράμετροι χαρακτηρίζονται από μικρή αρνητική τάση, που δεν είναι στατιστικά σημαντική. Στην ελάχιστη θερμοκρασία, το πρώτο και το δεύτερο σημείο πλέγματος είναι τα μοναδικά που παρουσιάζουν μικρές αρνητικές τάσεις, ενώ όλα τα υπόλοιπα χαρακτηρίζονται από θετικές. Από την άλλη, στη μέγιστη θερμοκρασία όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις, χωρίς κάποια να είναι στατιστικά σημαντική. Συνεπώς, για το σταθμό της Αλεξανδρούπολης, η καλύτερη προσομοίωση από το μοντέλο σημειώνεται το χειμώνα, ενώ ελάχιστα ικανοποιητική είναι η προσομοίωση των δύο παραμέτρων κατά την άνοιξη.

Πίνακας 5.3. Τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας των σημείων πλέγματος για το χειμώνα. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκρίζο φόντο. Σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό σημειώνεται η πραγματική του τάση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (-,-)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε (+,+)	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Βαλένθια (+,+)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο (-,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κέρκυρα (-,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάστοβο (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα (-,+)	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μασσαλία (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπολόνια (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντζι (+,+)	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (-,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
Ρώμη (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Στο Ηράκλειο, όπως και στην Αλεξανδρούπολη, τόσο η μέση ελάχιστη όσο και η μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα, χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις. Μάλιστα, η αρνητική τάση της μέγιστης θερμοκρασίας είναι και στατιστικά σημαντική. Επίσης, όλα τα σημεία πλέγματος και για τις δύο παραμέτρους παρουσιάζουν αρνητική τάση, χωρίς να σημειώνεται στατιστική σημαντικότητα σε καμία περίπτωση. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης παρουσιάζει πολύ μικρή θετική τάση. Αντιθέτως, οι χρονοσειρές των σημείων πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις μεγαλύτερης κλίσης απ' ότι η θετική της πραγματικής χρονοσειράς. Η αρνητική τάση του όγδοου σημείου πλέγματος είναι και στατιστικά σημαντική. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης διακρίνεται από αρνητική τάση. Ομοίως όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις, ενώ δύο από αυτές-του πρώτου και του όγδοου σημείου-είναι στατιστικά σημαντικές. Το καλοκαίρι, η ελάχιστη θερμοκρασία του Ηρακλείου χαρακτηρίζεται από θετική, στατιστικά σημαντική τάση. Αντιθέτως, τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις. Το παράδοξο είναι ότι δύο από αυτές είναι στατιστικά σημαντικές και η μία ξεπερνά σε κλίση τη θετική τάση της πραγματικής χρονοσειράς. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού χαρακτηρίζεται από μικρή αρνητική τάση. Όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν επίσης αρνητικές τάσεις, από τις οποίες οι δύο είναι στατιστικά σημαντικές-πρόκειται για τα δύο σημεία που προέκυψαν και στην ελάχιστη θερμοκρασία, το πρώτο και το όγδοο. Η ελάχιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου, διακρίνεται από μικρή θετική τάση, ενώ η μέγιστη από ακόμη μικρότερη, αρνητική τάση. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές της ελάχιστης θερμοκρασίας σημειώνουν, εκτός μίας εξαίρεσης, θετικές τάσεις παρόμοιας κλίσης με την πραγματική. Στη μέγιστη θερμοκρασία, τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από πολύ μικρές τάσεις, τόσο θετικές, όσο και αρνητικές. Η καλύτερη προσομοίωση για το σταθμό του Ηρακλείου σημειώνεται κατά το χειμώνα, ενώ λιγότερο ικανοποιητική είναι κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο.

Στη Θεσσαλονίκη, η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά, καθώς χαρακτηρίζονται από μία πολύ μικρή θετική τάση, και οι καμπύλες τους φαίνονται σχεδόν σταθερές. Το παράδοξο είναι ότι όλα τα σημεία πλέγματος επιδεικνύουν αντίθετη εικόνα και παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις. Μάλιστα, στη μέγιστη θερμοκρασία, το τρίτο σημείο πλέγματος χαρακτηρίζεται από στατιστικά σημαντική αρνητική τάση. Στην ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης σημειώνεται αρνητική τάση. Αντίστοιχα, όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, εκ των οποίων αυτή του πρώτου σημείου είναι και στατιστικά σημαντική. Η μέγιστη θερμοκρασία παρουσιάζει μικρή θετική τάση. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές διακρίνονται από αρνητικές τάσεις, επίσης μικρής κλίσης. Εξαίρεση αποτελεί το πρώτο σημείο πλέγματος, του οποίου η αρνητική τάση είναι στατιστικά σημαντική, όπως και στην ελάχιστη θερμοκρασία. Η μέση ελάχιστη και

μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού παρουσιάζουν θετικές τάσεις, εκ των οποίων αυτή της μέγιστης είναι και στατιστικά σημαντική. Όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις στην ελάχιστη θερμοκρασία, ενώ στη μέγιστη ένα σημείο παρουσιάζει αρνητική. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών της μέγιστης θερμοκρασίας υποεκτιμούν σημαντικά την παρατηρούμενη θετική τάση. Κατά το φθινόπωρο τόσο η ελάχιστη, όσο και η μέγιστη θερμοκρασία της Θεσσαλονίκης, παρουσιάζει μικρές αρνητικές τάσεις. Αντιθέτως, τα σημεία πλέγματος, εκτός από το πρώτο, χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις και για τις δύο παραμέτρους. Μάλιστα, στην ελάχιστη θερμοκρασία, τρία σημεία πλέγματος παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές, θετικές τάσεις. Η εποχή που φαίνεται να προσομοιώνεται καλύτερα, είναι στην περίπτωση της Θεσσαλονίκης, το καλοκαίρι. Από την άλλη, το μοντέλο δεν καταφέρνει να προσομοιώσει ικανοποιητικά τις δυο παραμέτρους κατά το χειμώνα και την άνοιξη.

Στην Κέρκυρα, και στις δυο παραμέτρους κατά το χειμώνα, η χρονοσειρά παρουσιάζει αρνητική τάση, μη στατιστικά σημαντική. Όλα τα σημεία πλέγματος, επίσης, χαρακτηρίζονται από αρνητικές, μη σημαντικές, τάσεις. Στις υπόλοιπες εποχές, η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις. Τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αντίθετη εικόνα την άνοιξη, καθώς σε όλα σημειώνονται αρνητικές τάσεις. Το καλοκαίρι, όπου η τάση της μέγιστης θερμοκρασίας είναι και στατιστικά σημαντική, έξι από τα οχτώ σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις και για τις δύο παραμέτρους. Το φθινόπωρο, οι τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών συμφωνούν με τις πραγματικές, είναι δηλαδή θετικές. Έτσι, στο σταθμό αυτό το μοντέλο φαίνεται ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην προσομοίωση της θερμοκρασίας του χειμώνα και του φθινοπώρου.

Στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα στο σταθμό των Κυθήρων, σημειώνεται μικρή θετική τάση. Αντιθέτως, όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, που είναι επίσης μικρής κλίσης και δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Η χρονοσειρά της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας παρουσιάζει αρνητική και στατιστικά σημαντική τάση. Τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται όλα από αρνητικές τάσεις, αλλά καμία δεν είναι στατιστικά σημαντική. Δηλαδή, στη συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο, ενώ λαμβάνει σωστά την κατεύθυνση της τάσης, υποεκτιμά το ρυθμό μείωσης της θερμοκρασίας. Στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης σημειώνεται μικρή θετική τάση. Και σε αυτή την περίπτωση τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αντίθετη εικόνα, καθώς όλα χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι επτά από τις οχτώ τάσεις, αλλά και αυτή του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος, είναι στατιστικά σημαντικές. Στη μέση μέγιστη θερμοκρασία, σημειώνεται αρνητική τάση και στην πραγματική και στις προσομοιωμένες χρονοσειρές. Όπως συνέβη και στην ελάχιστη θερμοκρασία, στα

περισσότερα σημεία πλέγματος οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Ακόμη πιο ακραία είναι η περίπτωση του καλοκαιριού. Οι δύο παράμετροι χαρακτηρίζονται από θετική τάση, η οποία είναι στατιστικά σημαντική για την ελάχιστη θερμοκρασία. Εκ διαμέτρου αντίθετες είναι οι τάσεις όλων των σημείων πλέγματος, οι οποίες είναι αρνητικές και στατιστικά σημαντικές. Κατά το φθινόπωρο σημειώνεται μικρή θετική τάση στην ελάχιστη θερμοκρασία και μικρή αρνητική στη μέγιστη. Τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις και στις δύο παραμέτρους. Συμπερασματικά, το μοντέλο δεν προσομοιώνει επαρκώς καμία από τις παραμέτρους στο σταθμό των Κυθήρων, με τα λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα να σημειώνονται κατά το καλοκαίρι.

Όσον αφορά στο σταθμό της Λάρνακας, τόσο στη μέση ελάχιστη όσο και στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα, σημειώνονται αρκετά σημαντικές θετικές τάσεις. Επειδή η χρονοσειρά που χρησιμοποιήθηκε για το συγκεκριμένο σταθμό είναι αρκετά μικρή (16 έτη), τα συμπεράσματα που προκύπτουν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με μεγάλη επιφύλαξη. Το μικρό μήκος της χρονοσειράς είναι και ένας από τους λόγους που οι τάσεις στο σταθμό δεν είναι στατιστικά σημαντικές, παρά τη μεγάλη κλίση τους. Σε όλα τα σημεία πλέγματος, για το χειμώνα, οι τάσεις είναι επίσης θετικές και μάλιστα σημειώνεται μια περίπτωση στατιστικής σημαντικότητας στην ελάχιστη θερμοκρασία. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ελάχιστη θερμοκρασία υπάρχει μια μικρή υπερεκτίμηση του ρυθμού αύξησης από το μοντέλο, ενώ στη μέγιστη θερμοκρασία σημειώνεται μικρή υποεκτίμηση. Κατά την άνοιξη, επικρατούν θετικές τάσεις στη μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του σταθμού, αλλά και στις προσομοιωμένες χρονοσειρές των σημείων πλέγματος. Κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, επίσης σημειώνονται θετικές τάσεις, με αυτήν της ελάχιστης θερμοκρασίας να είναι στατιστικά σημαντική και στις δύο εποχές. Όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν θετικές τάσεις, και δύο από αυτές στην κάθε περίπτωση είναι στατιστικά σημαντικές. Όμως, η τάση της ελάχιστης θερμοκρασίας του καλοκαιριού υποεκτιμάται από το μοντέλο, ακόμη και στα δύο σημεία που οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Αντίθετα, η τάση της μέγιστης θερμοκρασίας υπερεκτιμάται από το μοντέλο στα σημεία με τις στατιστικά σημαντικές τάσεις, ενώ υποεκτιμάται στα υπόλοιπα. Στην περίπτωση του φθινοπώρου, το μοντέλο φαίνεται να προσομοιώνει ικανοποιητικά την τάση της χρονοσειράς της ελάχιστης θερμοκρασίας, ενώ στη μέγιστη σημειώνεται μικρή υπερεκτίμηση. Η θερμοκρασία της Λάρνακας αποτελεί την καλύτερα προσομοιωμένη χρονοσειρά.

Στη Μυτιλήνη, οι προσομοιωμένες χρονοσειρές του χειμώνα συμφωνούν με τις πραγματικές. Και στις δύο παραμέτρους οι τάσεις είναι αρνητικές και μη στατιστικά σημαντικές. Την άνοιξη, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία χαρακτηρίζεται από αρνητική τάση, όπως και τα αντίστοιχα σημεία πλέγματος. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία

παρουσιάζεται σχεδόν σταθερή, με μια πολύ μικρή αυξητική τάση. Τα σημεία πλέγματος για την παράμετρο αυτή χαρακτηρίζονται κυρίως από μικρές αρνητικές τάσεις, με μόνη εξαίρεση το έβδομο σημείο που παρουσιάζει μικρή θετική τάση. Το καλοκαίρι διακρίνεται από θετικές τάσεις και για τις δύο παραμέτρους. Μάλιστα, η τάση της μέγιστης θερμοκρασίας είναι στατιστικά σημαντική. Στην ελάχιστη θερμοκρασία, όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις. Στη μέγιστη, τρία σημεία παρουσιάζουν αρνητική τάση και τα υπόλοιπα θετική. Από τις θετικές τάσεις, αυτή του έβδομου σημείου πλέγματος είναι στατιστικά σημαντική. Κατά το φθινόπωρο σημειώνονται μικρές αρνητικές τάσεις και στις δύο παραμέτρους. Η ελάχιστη θερμοκρασία των σημείων πλέγματος χαρακτηρίζεται από μικρές αρνητικές τάσεις, ενώ στη μέγιστη, προέκυψαν πέντε αρνητικές και τρεις θετικές τάσεις. Στην περίπτωση της Μυτιλήνης, η προσομοίωση είναι ικανοποιητική κατά το χειμώνα και μέτρια για τις υπόλοιπες εποχές.

Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα στη Νάξο χαρακτηρίζεται από θετική, στατιστικά σημαντική τάση. Κανένα από τα σημεία πλέγματος δεν παρουσιάζει αυτή την εικόνα, καθώς όλα διακρίνονται από αρνητικές τάσεις. Η χρονοσειρά της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας παρουσιάζει αρνητική, μη σημαντική τάση. Σε αυτή την περίπτωση, όλα τα σημεία πλέγματος συμφωνούν, υποεκτιμώντας, όμως, το ρυθμό μείωσης της θερμοκρασίας. Στην ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης, σημειώνεται επίσης θετική, στατιστικά σημαντική τάση. Παρόμοια τάση δεν έχει προκύψει σε κανένα από τα σημεία πλέγματος, καθώς όλες οι τάσεις είναι αρνητικές και στατιστικά σημαντικές. Στη μέγιστη θερμοκρασία η τάση είναι θετική, αλλά όχι στατιστικά σημαντική. Και σε αυτή την περίπτωση όλα τα σημεία χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, που είναι στην πλειοψηφία τους στατιστικά σημαντικές. Το καλοκαίρι χαρακτηρίζεται από θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις και για τις δύο παραμέτρους. Όπως και στις υπόλοιπες εποχές, τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Το φθινόπωρο, επίσης σημειώνονται θετικές τάσεις και στις δύο παραμέτρους, με αυτή της ελάχιστης να είναι στατιστικά σημαντική. Όσον αφορά στα σημεία πλέγματος, όλα χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, όμως, καμία δεν είναι στατιστικά σημαντική. Το μοντέλο στην περίπτωση της Νάξου δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε καμία εποχή και παράμετρο. Φαίνεται πως υπάρχει κάποιο συστηματικό λάθος, καθώς παρατηρείται εμμονή από το μοντέλο ως προς την κατεύθυνση των τάσεων. Όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, στην πλειοψηφία τους στατιστικά σημαντικές, σε αντίθεση με τις θετικές πραγματικές τάσεις.

5.2.2. Κεντρική Μεσόγειος

Στην κεντρική Μεσόγειο, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα στο Κάλιαρι, χαρακτηρίζεται από αρνητική τάση, που είναι και στατιστικά σημαντική. Όπως φαίνεται από τις προσομοιώσεις του μοντέλου, όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητική τάση, και μάλιστα σε πέντε από αυτά οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος, όπως είναι αναμενόμενο, χαρακτηρίζεται από αρνητική τάση, η οποία βρίσκεται ακριβώς στο όριο της στατιστικής σημαντικότητας. Από την άλλη, στην παράμετρο της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας του χειμώνα, ενώ η τάση της πραγματικής χρονοσειράς είναι θετική και στατιστικά σημαντική, όλες οι τάσεις των σημείων πλέγματος είναι αρνητικές. Βέβαια, οι αρνητικές αυτές τάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντικές και οι κλίσεις τους είναι μικρές. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης παρουσιάζει αρνητική τάση. Από τις χρονοσειρές των σημείων πλέγματος, μόνο δύο χαρακτηρίζονται από αρνητική τάση, ενώ οι υπόλοιπες από θετική. Η μέγιστη θερμοκρασία σημειώνει εντυπωσιακή θετική τάση, που είναι και στατιστικά σημαντική. Παρόλο που όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται επίσης από θετικές τάσεις, καμία από αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντική. Η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού χαρακτηρίζονται από θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Ο ρυθμός αύξησης της μέγιστης θερμοκρασίας είναι πολύ μεγάλος. Στα σημεία πλέγματος, και για τις δύο παραμέτρους, σημειώνονται τόσο αρνητικές, όσο και θετικές τάσεις, με τις τελευταίες να υπερτερούν. Για μία ακόμη φορά η υποεκτίμηση των τάσεων είναι σημαντική. Ομοίως με το καλοκαίρι, κατά το φθινόπωρο και οι δύο παράμετροι σημειώνουν θετική τάση, με αυτή της μέγιστης θερμοκρασίας να είναι και στατιστικά σημαντική. Όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις, αλλά στην περίπτωση της μέγιστης θερμοκρασίας η υποεκτίμηση της τάσης από το μοντέλο είναι σημαντική. Για το σταθμό του Κάλιαρι, η καλύτερη προσομοίωση προέκυψε στην ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις τα αποτελέσματα δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά.

Στο Λάστοβο, η μέση ελάχιστη και η μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις. Όμως, σε όλα τα σημεία πλέγματος προέκυψαν αρνητικές τάσεις και με αρκετά μεγάλες κλίσεις. Ειδικά στη μέγιστη θερμοκρασία, το τρίτο και τέταρτο σημείο χαρακτηρίζονται από στατιστικά σημαντικές αρνητικές τάσεις. Θετικές είναι και οι τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας της άνοιξης, με την τελευταία να είναι και στατιστικά σημαντική. Τα σημεία πλέγματος, για ακόμη μία φορά, παρουσιάζουν διαφορετική εικόνα, καθώς οι τάσεις τους είναι αρνητικές. Από θετικές τάσεις διακρίνονται και οι δύο παράμετροι του καλοκαιριού, με τη διαφορά ότι εδώ είναι και οι δύο στατιστικά σημαντικές. Τα σημεία πλέγματος όμως, και αυτή τη φορά,

χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις μικρής κλίσης. Το ίδιο συμβαίνει και κατά το φθινόπωρο, όπου οι πραγματικές τάσεις είναι θετικές, ενώ οι προσομοιωμένες αρνητικές. Η περίπτωση του Λάστοβο θυμίζει αυτήν της Νάξου, σε μικρότερη βέβαια, έκταση, καθώς όλες οι προσομοιωμένες χρονοσειρές χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις σε αντίθεση με τις πραγματικές χρονοσειρές.

Στη Μπολόνια οι δύο παράμετροι χαρακτηρίζονται από στατιστικά σημαντικές θετικές τάσεις για το χειμώνα, την άνοιξη και το καλοκαίρι. Αντιθέτως, κατά το χειμώνα όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις, αν και όχι στατιστικά σημαντικές. Στις προσομοιωμένες χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας της άνοιξης, οι τάσεις που σημειώνονται είναι πολύ μικρές και αυτή του μεσοπονημένου σημείου πλέγματος είναι μηδενική. Στη μέση μέγιστη θερμοκρασία, οι τάσεις είναι όλες θετικές αλλά καμία δεν είναι στατιστικά σημαντική. Θετικές τάσεις παρουσιάζουν και οι προσομοιωμένες χρονοσειρές του καλοκαιριού, αλλά σημειώνεται και μια περίπτωση στατιστικής σημαντικότητας στο πρώτο σημείο πλέγματος για την ελάχιστη θερμοκρασία. Η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου για το σταθμό της Μπολόνια, χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις και με αυτό συμφωνούν και οι προσομοιωμένες χρονοσειρές. Στην ελάχιστη θερμοκρασία, η τάση του πρώτου σημείου είναι στατιστικά σημαντική. Στη μέγιστη θερμοκρασία, παρόλο που οι προσομοιωμένες τάσεις είναι θετικές όπως η πραγματική, παρατηρείται υποεκτίμηση. Σε γενικές γραμμές επικρατεί η υποεκτίμηση του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας από το μοντέλο για το συγκεκριμένο σταθμό.

Στο Μπρίντζι, η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα και της άνοιξης παρουσιάζουν θετικές τάσεις, με πιο έντονη αυτή της ελάχιστης, οι οποίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Και στις δύο παραμέτρους τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν τόσο θετικές, όσο και αρνητικές τάσεις, μικρής όμως κλίσης. Το καλοκαίρι, σημειώνονται στατιστικά σημαντικές, θετικές τάσεις και στις δύο παραμέτρους. Στην ελάχιστη θερμοκρασία, τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν όλα θετικές τάσεις, αρκετά όμως υποεκτιμώμενες. Στη μέγιστη θερμοκρασία, τα μισά σημεία πλέγματος διακρίνονται από αρνητικές, και τα άλλα μισά από θετικές τάσεις, με τις τελευταίες να υπερισχύουν από άποψη κλίσης. Το φθινόπωρο, σημειώνονται θετικές τάσεις για τις δύο παραμέτρους και το ίδιο προέκυψε για όλα τα σημεία πλέγματος. Μάλιστα, στην ελάχιστη θερμοκρασία στα μισά από τα σημεία πλέγματος, οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Στο σταθμό αυτό, η προσομοίωση από το μοντέλο είναι σχετικά ικανοποιητική για όλες τις εποχές.

Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα και της άνοιξης στο σταθμό της Ρώμης, χαρακτηρίζονται από μικρής κλίσης θετική τάση. Από την άλλη, όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντικές. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία παρουσιάζει αρνητική τάση και στις δύο

εποχές. Οι προσομοιώσεις του μοντέλου είναι σύμφωνες για το χειμώνα, ενώ την άνοιξη οι τάσεις είναι θετικές, εκτός από μία. Η ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία της Ρώμης κατά το καλοκαίρι, χαρακτηρίζονται επίσης από θετικές τάσεις και αυτή της ελάχιστης είναι και στατιστικά σημαντική. Όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν επίσης θετικές τάσεις, αλλά καμία από αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντική. Τέλος, κατά το φθινόπωρο στο σταθμό της Ρώμης, παρατηρείται θετική, στατιστικά σημαντική τάση στην ελάχιστη θερμοκρασία και αρνητική στη μέγιστη. Όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις και για τις δύο παραμέτρους. Και σε αυτή την περίπτωση η προσομοίωση από το μοντέλο είναι μέτρια για όλες τις εποχές.

5.2.3. Δυτική Μεσόγειος

Στη δυτική Μεσόγειο, στη χρονοσειρά της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του χειμώνα στο Αλικάντε, σημειώνεται μικρή θετική τάση, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική. Όσον αφορά στις τάσεις που διαφαίνονται στις προσομοιωμένες χρονοσειρές, τα τέσσερα από τα οχτώ σημεία πλέγματος παρουσιάζουν θετική, ενώ τα υπόλοιπα αρνητική τάση. Καμία από αυτές τις τάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική. Επίσης, η τάση που εκφράζεται από το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος προσομοιάζει αρκετά σε αυτήν της πραγματικής χρονοσειράς, καθώς έχει ελαφρώς θετική κλίση. Αυτό βέβαια είναι αναμενόμενο, καθώς η μεσοποίηση των σημείων πλέγματος αμβλύνει τις διαφορές μεταξύ τους. Όσον αφορά στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα, η τάση της χρονοσειράς είναι θετική, αλλά όχι στατιστικά σημαντική. Όλα τα σημεία πλέγματος, συνεπώς και το μεσοποιημένο, παρουσιάζουν επίσης θετική τάση, χωρίς να σημειώνεται στατιστική σημαντικότητα. Σχετικά με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης, αυτή διακρίνεται από θετική τάση αρκετά σημαντική, χωρίς όμως να ξεπερνάει το κατώφλι της στατιστικής σημαντικότητας. Όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται επίσης από θετικές τάσεις. Καμία από αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντική, και επιπλέον παρουσιάζουν μικρότερο ρυθμό αύξησης απ' ό,τι η πραγματική χρονοσειρά. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του Αλικάντε χαρακτηρίζεται από αρνητική τάση, η οποία είναι και στατιστικά σημαντική. Το μοντέλο δεν καταφέρνει να προσομοιώσει αυτή την πτωτική τάση, καθώς όλα τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν θετικές τάσεις. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού χαρακτηρίζεται από στατιστικά σημαντική θετική τάση. Από τα οχτώ σημεία πλέγματος, τα τρία παρουσιάζουν μικρή αρνητική τάση, ενώ τα υπόλοιπα θετική. Η θετική τάση του όγδοου σημείου είναι και στατιστικά σημαντική, αλλά παραμένει μικρότερη σε κλίση από την πραγματική. Η μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αρνητική τάση. Στα σημεία πλέγματος, σημειώνονται αρνητικές και θετικές

τάσεις σε ίση αναλογία, αλλά από άποψη έντασης επικρατούν οι θετικές και όπως είναι αναμενόμενο, το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος χαρακτηρίζεται από μικρής κλίσης θετική τάση. Το φθινόπωρο, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία χαρακτηρίζεται από θετική, στατιστικά σημαντική τάση. Τα σημεία πλέγματος, επίσης παρουσιάζουν θετικές τάσεις, αλλά πολύ μικρότερης κλίσης, χωρίς καμία να είναι στατιστικά σημαντική. Στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου σημειώνεται μικρή αρνητική τάση. Αντιθέτως, τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν θετικές τάσεις, αρκετά σημαντικές. Μάλιστα, σε τρία από τα σημεία οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Στο Αλικάντε η προσομοίωση είναι καλύτερη κατά το χειμώνα, ενώ τα λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα σημειώνονται το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, αλλά και στη μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης. Αντίθετα, η προσομοίωση της ελάχιστης θερμοκρασίας της άνοιξης είναι αρκετά ικανοποιητική.

Στο σταθμό της Βαλένθια, η χρονοσειρά της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του χειμώνα παρουσιάζει θετική τάση, μη στατιστικά σημαντική. Από τα οχτώ σημεία πλέγματος, μόνο τα δύο παρουσιάζουν χρονοσειρές με θετική τάση. Τα υπόλοιπα έξι, αλλά και το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος, εμφανίζουν αρνητική τάση και μάλιστα με σχετικά μεγάλη κλίση. Πρέπει, βέβαια, να τονιστεί ότι καμία από τις προσομοιωμένες τάσεις, αρνητική ή θετική, δεν είναι στατιστικά σημαντική. Στη μέση μέγιστη θερμοκρασία του χειμώνα, η παρατηρούμενη χρονοσειρά παρουσιάζει θετική τάση, η οποία είναι και στατιστικά σημαντική. Όλα τα σημεία πλέγματος επιδεικνύουν, επίσης, θετικές τάσεις, μη στατιστικά σημαντικές. Κατά την άνοιξη, τόσο στην ελάχιστη, όσο και στη μέγιστη θερμοκρασία, σημειώνονται στατιστικά σημαντικές, θετικές τάσεις. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές και των δύο παραμέτρων χαρακτηρίζονται από αρνητικές και από θετικές τάσεις. Βέβαια και οι μεν και οι δε, είναι πολύ μικρές, με αποτέλεσμα οι μεσοποιημένες χρονοσειρές να μη χαρακτηρίζονται από καμία τάση και να παρουσιάζονται σχεδόν σταθερές. Η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, παρουσιάζουν θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται, επίσης, από θετικές τάσεις. Μάλιστα, στην ελάχιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού, υπάρχουν τρία σημεία με στατιστικά σημαντικές τάσεις και στη μέγιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου έξι. Στην περίπτωση, λοιπόν, της Βαλένθια, η καλύτερη προσομοίωση σημειώνεται το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, ενώ το χειμώνα και την άνοιξη τα αποτελέσματα δεν είναι καθόλου ικανοποιητικά.

Στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα για τη Μάλαγα, η τάση της χρονοσειράς είναι αρνητική, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντική. Στις προσομοιωμένες χρονοσειρές των σημείων πλέγματος η πλειοψηφία των τάσεων είναι αρνητική, ενώ σημειώνονται και τρεις θετικές. Από την άλλη, η μέση μέγιστη θερμοκρασία χαρακτηρίζεται από στατιστικά σημαντική, θετική τάση. Τα σημεία πλέγματος, επίσης,

παρουσιάζουν θετικές τάσεις, καμία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική και παρατηρείται έντονη υποεκτίμηση του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας. Η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις. Στην πρώτη περίπτωση η τάση είναι πολύ μικρή, ενώ στη δεύτερη σχετικά μεγάλη. Τα σημεία πλέγματος επίσης χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις και για τις δύο παραμέτρους, με την εξαίρεση ενός σημείου στην ελάχιστη που παρουσιάζει αμελητέα αρνητική τάση. Όμως, οι τάσεις που προέκυψαν για την ελάχιστη θερμοκρασία, είναι αρκετά πιο έντονες από αυτή της πραγματικής χρονοσειράς, ενώ στη μέγιστη θερμοκρασία η προσομοίωση είναι καλύτερη. Κατά το καλοκαίρι, οι δύο παράμετροι παρουσιάζουν θετικές τάσεις, με αυτή της μέγιστης θερμοκρασίας να είναι στατιστικά σημαντική. Επίσης, όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις. Στην ελάχιστη θερμοκρασία όλες οι τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών είναι στατιστικά σημαντικές, υπερεκτιμώντας την πραγματική τάση. Στη μέγιστη, μόνο οι τάσεις τριών σημείων πλέγματος είναι στατιστικά σημαντικές-του πέμπτου, του έκτου και του όγδοου. Παρατηρείται, λοιπόν, υποεκτίμηση, ακόμη και από τις τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου παρουσιάζει μικρή αρνητική τάση, ενώ η μέγιστη θετική, στατιστικά σημαντική τάση. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές της ελάχιστης θερμοκρασίας χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις, δύο εκ των οποίων είναι και στατιστικά σημαντικές. Οι χρονοσειρές της μέγιστης θερμοκρασίας, χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις που προσομοιώνουν ικανοποιητικά την πραγματική. Τέσσερις από τις τάσεις αυτές, αλλά και η τάση του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος είναι στατιστικά σημαντικές. Έτσι, στο σταθμό της Μάλαγα, η προσομοίωση από το μοντέλο είναι αρκετά ικανοποιητική σε όλες τις περιπτώσεις, με μόνη εξαίρεση την ελάχιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου.

Στο σταθμό της Μασσαλίας, οι χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας του χειμώνα χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις. Η τάση της μέγιστης θερμοκρασίας είναι και στατιστικά σημαντική. Όπως έχει παρατηρηθεί και σε άλλες περιοχές, οι προσομοιωμένες χρονοσειρές όλων των σημείων πλέγματος παρουσιάζουν αντίθετες τάσεις από τις παρατηρούμενες, στη συγκεκριμένη περίπτωση αρνητικές. Δε σημειώνεται, όμως, περίπτωση στατιστικής σημαντικότητας. Κατά την άνοιξη, οι πραγματικές χρονοσειρές παρουσιάζουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτές του χειμώνα, σημειώνονται δηλαδή θετικές τάσεις, με αυτή της μέγιστης να είναι στατιστικά σημαντική. Επίσης, όλα τα σημεία πλέγματος της ελάχιστης θερμοκρασίας παρουσιάζουν αρνητική τάση, ενώ στη μέγιστη θερμοκρασία χαρακτηρίζονται από τάσεις μικρής κλίσης, αρνητικές και θετικές. Το καλοκαίρι και οι δύο παράμετροι χαρακτηρίζονται από θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Στα σημεία πλέγματος σημειώνονται κυρίως μικρές θετικές τάσεις, με εξαίρεση τα σημεία πέντε και έξι, που παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις και στις δύο παραμέτρους. Το φθινόπωρο, οι δύο

παράμετροι διακρίνονται από μικρές θετικές τάσεις. Από τα σημεία πλέγματος, μόνο το πέμπτο και το έκτο παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις και όλα τα υπόλοιπα θετικές και για τις δύο παραμέτρους. Η προσομοίωση στην περίπτωση αυτή είναι μέτρια κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο και καθόλου ικανοποιητική κατά το χειμώνα και την άνοιξη.

Στο Περπινιάν, οι πραγματικές χρονοσειρές της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας του χειμώνα, παρουσιάζουν θετικές, μη στατιστικά σημαντικές τάσεις. Στην ελάχιστη θερμοκρασία, όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις. Στη μέγιστη θερμοκρασία, σημειώνονται τόσο θετικές, όσο και αρνητικές τάσεις, είναι όμως τόσο μικρής κλίσης, που αυτό που προκύπτει πλησιάζει περισσότερο στη σταθερότητα, δηλαδή σε μηδενική τάση. Θετικές τάσεις προέκυψαν και για τις δύο παραμέτρους κατά την άνοιξη, με μεγαλύτερη αυτή της ελάχιστης θερμοκρασίας. Στις χρονοσειρές των σημείων πλέγματος υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των δυο παραμέτρων. Στην ελάχιστη θερμοκρασία αυτές χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, ενώ στη μέγιστη από θετικές. Το καλοκαίρι, επίσης σημειώνονται θετικές τάσεις για τις δύο παραμέτρους, αλλά σε αυτή την περίπτωση, αυτή της ελάχιστης είναι στατιστικά σημαντική. Στα σημεία πλέγματος, όλες οι τάσεις είναι θετικές και αυτές που χαρακτηρίζουν το έβδομο σημείο πλέγματος είναι στατιστικά σημαντικές και για τις δύο παραμέτρους. Το φθινόπωρο, η μέση ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία σημειώνουν μικρές θετικές τάσεις. Το ίδιο ισχύει και για τις προσομοιωμένες χρονοσειρές της ελάχιστης θερμοκρασίας. Στη μέγιστη, παρόλο που οι τάσεις είναι θετικές, υπάρχει σημαντική υπερεκτίμηση από το μοντέλο. Μάλιστα, το πρώτο σημείο πλέγματος παρουσιάζει τάση στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για το σταθμό του Περπινιάν κρίνονται ως μέτρια για όλες τις εποχές.

5.3. Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκε μια πρώτη αξιολόγηση του μοντέλου όσον αφορά στην προσομοίωση των εποχιακών τιμών της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας. Η αξιολόγηση αυτή πραγματοποιείται ως προς τρεις κατευθύνσεις. Η πρώτη αφορά στο ποια παράμετρος ανάμεσα στην ελάχιστη και τη μέγιστη θερμοκρασία προσομοιώνεται καλύτερα. Η δεύτερη, σε ποια εποχή προκύπτουν τα καλύτερα αποτελέσματα, και η τρίτη, σε ποια επιμέρους περιοχή της Μεσογείου αποδεικνύεται πιο αξιόπιστο το μοντέλο.

Όσον αφορά στην προσομοίωση των εποχιακών μέσων τιμών, προέκυψε πως το μοντέλο υπερεκτιμά σε γενικές γραμμές την ελάχιστη θερμοκρασία και υποεκτιμά τη μέγιστη. Πρέπει, βέβαια, να τονιστεί ότι η υποεκτίμηση της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας είναι πολύ πιο σημαντική από ότι η υπερεκτίμηση της μέσης ελάχιστης,

που δεν είναι ιδιαίτερα σαφής. Γενική υποεκτίμηση της μέσης θερμοκρασίας της Ευρώπης διαπίστωσαν επίσης οι Bergant et al. (2007) και οι Jones et al. (1995), καθώς και οι Gallardo et al. (2001) για την Ιβηρική χερσόνησο. Οι Moberg and Jones (2004) παρατήρησαν ότι στην περιοχή της Μεσογείου η ελάχιστη θερμοκρασία είτε υποεκτιμάται (-0,5 με -2°C), είτε χαρακτηρίζεται από μικρά σφάλματα της τάξης των $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Εξαιρεση αποτελεί το καλοκαίρι, κατά το οποίο η ελάχιστη θερμοκρασία υπερεκτιμάται κατά κύριο λόγο, σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Στη μέγιστη θερμοκρασία, διαπιστώθηκε από τους ίδιους ερευνητές ότι τα σφάλματα είναι της τάξης των $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Τα αποτελέσματα αυτά δε συμφωνούν με της παρούσας εργασίας, όπου όπως σημειώθηκε παραπάνω, η μέγιστη θερμοκρασία των σταθμών της Μεσογείου υποεκτιμάται σε αρκετά σημαντικό βαθμό από το μοντέλο. Η ασυμφωνία αυτή είναι πιθανό να οφείλεται στη διαφορά της περιόδου μελέτης, καθώς οι Moberg and Jones χρησιμοποιούν την περίοδο 1961-1990, ενώ στην παρούσα μελέτη η περίοδος είναι η 1958-2001. Οι Christensen et al. (1997) διαπίστωσαν πως η θερμοκρασία του Ιουλίου υπερεκτιμάται σημαντικά από όλα τα μοντέλα που χρησιμοποίησαν στη νοτιοανατολική Ευρώπη, ενώ η θερμοκρασία του Ιανουαρίου υποεκτιμάται από την πλειοψηφία τους. Η υπερεκτίμηση της θερινής θερμοκρασίας αποτελεί ένα συχνό πρόβλημα στα μοντέλα που έχει υπογραμμιστεί σε πολλές μελέτες (Moberg and Jones, 2004; Christensen et al., 1997; Noguer et al., 1998), το οποίο όμως δεν παρατηρήθηκε σε ανάλογο βαθμό στις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν για τις ανάγκες αυτής της εργασίας.

Πιο αναλυτικά μελετήθηκαν οι διαφορές των παρατηρούμενων μέσων τιμών από τις αντίστοιχες των μεσοποιημένων σημείων πλέγματος. Προέκυψε πως η μέση μέγιστη θερμοκρασία προσομοιώνεται καλύτερα από ότι η ελάχιστη. Σχετικά με την εποχιακή μελέτη, δεν υπάρχει κάποια εποχή που να ξεχωρίζει χαρακτηριστικά από τις υπόλοιπες. Ελάχιστα πιο ικανοποιητική είναι η προσομοίωση των παραμέτρων κατά το φθινόπωρο, ενώ λιγότερο ικανοποιητική είναι κατά το χειμώνα, γεγονός που βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Noguer et al. (1998) για την προσομοίωση της μέσης εποχιακής θερμοκρασίας στην Ευρώπη. Γεωγραφικά, η περιοχή στην οποία προέκυψαν τα καλύτερα αποτελέσματα είναι η κεντρική Μεσόγειος. Οι διαφορές των μέσων τιμών, μελετήθηκαν επίσης ως προς τη στατιστική σημαντικότητά τους. Και σε αυτή την περίπτωση, η μέση μέγιστη θερμοκρασία φαίνεται να προσομοιώνεται περισσότερο ικανοποιητικά από τη μέση ελάχιστη, καθώς σημειώθηκαν σε αυτή περισσότερες μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, επιβεβαιώνεται η μεγαλύτερη αξιοπιστία του μοντέλου στην περιοχή της κεντρικής Μεσόγειου. Όσον αφορά στην εποχιακή μελέτη, οι λιγότερες μη στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώνονται κατά το καλοκαίρι.

Στη συνέχεια αξιολογήθηκε η ικανότητα του μοντέλου στην προσομοίωση της τυπικής απόκλισης των χρονοσειρών. Παρατηρήθηκε μια γενική υποεκτίμηση της στατιστικής αυτής παραμέτρου στην πλειοψηφία των περιπτώσεων. Εξαιρέση σε αυτό τον κανόνα αποτελεί η μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού, η τυπική απόκλιση της οποίας υπερεκτιμάται σημαντικά. Το γεγονός αυτό παρατηρήθηκε και από τους Jacob et al.(2007), αλλά και τους Moberg and Jones (2004) για το τμήμα της Ευρώπης που βρίσκεται νότια των 55° γεωγραφικού πλάτους, ενώ αντίθετα, οι Gallardo et al. (2001) παρατήρησαν υπερεκτίμηση της τυπικής απόκλισης σε όλες τις εποχές. Τα καλύτερα αποτελέσματα στην προσομοίωση της τυπικής απόκλισης προέκυψαν για τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία και για την εποχή της άνοιξης, ενώ από γεωγραφικής άποψης αυτά είναι ομοιόμορφα σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης.

Σημαντική είναι και η αξιολόγηση του μοντέλου στην προσομοίωση των τάσεων των χρονοσειρών. Σχετικά με τη γεωγραφική αξιολόγηση του μοντέλου, υπάρχει μόνο ένας σταθμός, στον οποίο η προσομοίωση των τάσεων της θερμοκρασίας από το μοντέλο αξιολογείται ως άριστη. Πρόκειται για το σταθμό της Λάρνακας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο σταθμός αυτός πρέπει να αντιμετωπίζεται με μεγάλη επιφύλαξη, καθώς η χρονοσειρά του είναι αρκετά μικρή. Σημειώνεται, επίσης, ένας αριθμός από σταθμούς, στους οποίους υπάρχει ικανοποιητική προσομοίωση σε αρκετές περιπτώσεις. Τέτοια παραδείγματα είναι η Μάλαγα, η Μυτιλήνη, το Περπινιάν και το Μπρίντζι. Από την άλλη, υπάρχει ένας σταθμός της κεντρικής Μεσογείου, το Λάστοβο, στον οποίο η προσομοίωση δεν είναι καθόλου ικανοποιητική σε καμία από τις δύο παραμέτρους και για καμία εποχή. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στο σχετικά μεγάλο υψόμετρο του συγκεκριμένου σταθμού, που είναι ίσο με 186 μέτρα (οι υπόλοιποι σταθμοί βρίσκονται σε υψόμετρα μικρότερα των 100 μέτρων), καθώς τα μοντέλα συχνά αδυνατούν να συλλάβουν την επίδραση του παράγοντα αυτού στις κλιματικές παραμέτρους. Ελάχιστα ικανοποιητικά είναι και τα αποτελέσματα για τη Νάξο. Πρέπει να αναφερθεί ότι τόσο στη Νάξο, όσο και στο Λάστοβο, λόγω του ότι βρίσκονται σε μικρής έκτασης νησιά, πολλά από τα σημεία πλέγματος που επιλέχθηκαν βρίσκονται αναγκαστικά πάνω από τη θάλασσα, γεγονός που συμβάλει στο σφάλμα της προσομοίωσης. Έτσι εξηγείται η υπερεκτίμηση της ελάχιστης και η υποεκτίμηση της μέγιστης θερμοκρασίας στους σταθμούς αυτούς από τα σημεία πλέγματος. Όσον αφορά στις δύο παραμέτρους της θερμοκρασίας, φαίνεται πως η μέση μέγιστη προσομοιώνεται καλύτερα απ' ότι η ελάχιστη. Με άλλα λόγια, οι τάσεις της μέγιστης θερμοκρασίας προσομοιώνονται πιο ρεαλιστικά από το μοντέλο σε περισσότερους σταθμούς απ' ότι οι τάσεις της ελάχιστης. Παρ' όλα αυτά, η ποιοτική διαφορά μεταξύ των δύο παραμέτρων δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η εποχή κατά την οποία το μοντέλο δείχνει να είναι πιο αξιόπιστο είναι το φθινόπωρο και ακολουθούν το καλοκαίρι και ο χειμώνας. Στην άνοιξη, το μοντέλο έδωσε τα λιγότερο ικανοποιητικά

αποτελέσματα. Οι χρονοσειρές, των οποίων οι τάσεις προσομοιώθηκαν πιο ικανοποιητικά, ανήκουν κυρίως σε σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου. Βέβαια, αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το ανατολικό τμήμα της Μεσογείου αντιπροσωπεύεται από περισσότερους σταθμούς στην παρούσα εργασία από ότι τα άλλα. Κατά πάσα πιθανότητα όμως, αποτελεί μία ένδειξη ότι το μοντέλο είναι πιο αξιόπιστο στην περιοχή αυτή. Επίσης, τα αποτελέσματα είναι αρκετά ικανοποιητικά και στη δυτική Μεσόγειο. Από την άλλη, τα χαμηλότερα ποσοστά επιτυχίας του μοντέλου σημειώνονται στην κεντρική Μεσόγειο, γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με την προσομοίωση των μέσων τιμών, όπου το μοντέλο ήταν ιδιαίτερα επιτυχές στην περιοχή αυτή.

Κεφάλαιο 6. Αξιολόγηση μοντέλου σε ακραίες θερμοκρασίες

6.1. Ακραίες θερμοκρασίες των χρονοσειρών

Εκτός από την αποτελεσματικότητα του μοντέλου στις μέσες θερμοκρασίες, πολύ σημαντική κρίνεται και η αξιολόγησή του όσον αφορά στις ακραίες θερμοκρασίες, για την περιγραφή των οποίων έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιούνται οι δείκτες T_{n10} και T_{x90} που περιγράφονται αναλυτικά από τους Folland et al. (1999). Ο T_{n10} αντιστοιχεί στη θερμοκρασία εκείνη, όπου το 10% των ελαχίστων θερμοκρασιών είναι μικρότερες της. Αντίστοιχα, ο δείκτης T_{x90} ισούται με τη θερμοκρασία όπου το 10% των μεγίστων θερμοκρασιών είναι μεγαλύτερο της.

Το σχήμα 6.1 παρουσιάζει τη γεωγραφική κατανομή των τιμών του δείκτη T_{n10} σε εποχιακή βάση. Η ταξινόμηση έγινε σε πέντε κλάσεις ίσου διαστήματος. Το χειμώνα οι τιμές του δείκτη T_{n10} (χάρτης α του σχήματος 6.1 και Πίνακας B12 του Παραρτήματος) κυμαίνονται από τους $-3,6^{\circ}\text{C}$ στην Αλεξανδρούπολη, έως τους $6,4^{\circ}\text{C}$ στο Ηράκλειο και τη Νάξο. Από το χάρτη φαίνεται ότι μικρές τιμές σημειώνονται, εκτός της Αλεξανδρούπολης, και στη Μπολόνια, ενώ μεγάλες στα Κύθηρα, τη Λάρνακα και τη Μάλαγα. Σε γενικές γραμμές η γεωγραφική κατανομή των τιμών σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος, καθώς αυτές μειώνονται όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος. Εξαίρεση αποτελούν οι σταθμοί του Μπρίντζι και του Λάστοβο, που θα αναμενόταν να παρουσιάζουν μικρότερες τιμές του δείκτη σε συνάρτηση με το γεωγραφικό τους πλάτος.

Την άνοιξη (χάρτης β του σχήματος 6.1), η χαμηλότερη τιμή του δείκτη σημειώνεται πάλι στην Αλεξανδρούπολη και ισούται με $1,1^{\circ}\text{C}$. Η υψηλότερη τιμή που παρατηρείται είναι $8,7^{\circ}\text{C}$ και αντιστοιχεί στη Νάξο. Στην περίπτωση αυτή, όπως φαίνεται στο χάρτη, ο μόνος σταθμός που κατατάσσεται στην κλάση με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες, είναι αυτός της Αλεξανδρούπολης. Μάλιστα, αν παρατηρήσει κανείς τις απόλυτες τιμές του δείκτη στους διάφορους σταθμούς, θα διαπιστώσει ότι η θερμοκρασία της Αλεξανδρούπολης απέχει πολύ από την αμέσως υψηλότερη, η οποία σημειώνεται στη Ρώμη και ισούται με $3,2^{\circ}\text{C}$. Όσον αφορά στις μεγαλύτερες τιμές του δείκτη, στην αντίστοιχη κλάση κατατάσσονται οι σταθμοί του Ηρακλείου, των Κυθήρων, της Μάλαγα, και φυσικά της Νάξου.

Το καλοκαίρι (χάρτης γ του σχήματος 6.1) χαρακτηρίζεται από το μικρότερο εύρος τιμών του δείκτη T_{n10} . Η ελάχιστη τιμή σημειώνεται, όπως και στις προηγούμενες εποχές, στην Αλεξανδρούπολη, ενώ η μέγιστη στα Κύθηρα, και ισούνται

με 13,2°C και 18,9°C, αντίστοιχα. Σύμφωνα με το χάρτη, οι μικρότερες θερμοκρασίες σημειώνονται στην Αλεξανδρούπολη, τη Ρώμη και τη Μασσαλία, ενώ οι μεγαλύτερες στα Κύθηρα, τη Λάρνακα, τη Μυτιλήνη και τη Νάξο.

Τέλος, κατά το φθινόπωρο (χάρτης δ του σχήματος 6.1) η εικόνα δεν αλλάζει ιδιαίτερα, καθώς η χαμηλότερη τιμή του δείκτη παρουσιάζεται και πάλι στην Αλεξανδρούπολη και είναι ίση με 3,5°C, και η υψηλότερη στα Κύθηρα, ίση με 12,6°C. Επίσης, άλλοι σταθμοί με χαμηλές θερμοκρασίες είναι η Μασσαλία, η Μπολόνια και η Ρώμη, ενώ με υψηλές θερμοκρασίες το Ηράκλειο, η Λάρνακα και η Νάξος.

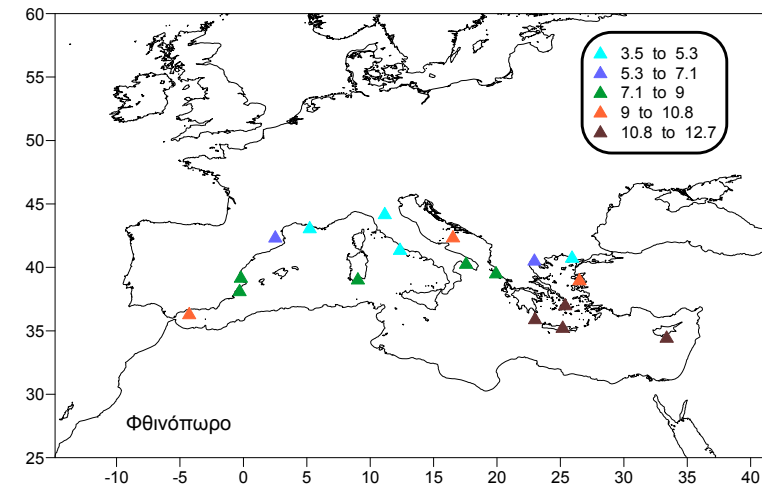
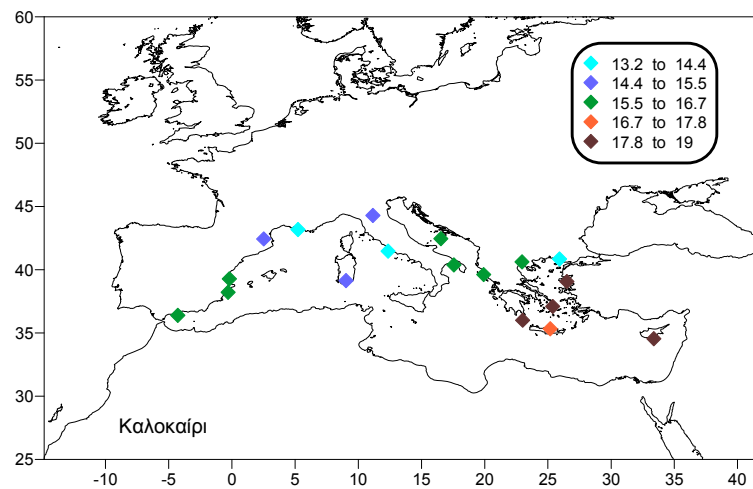
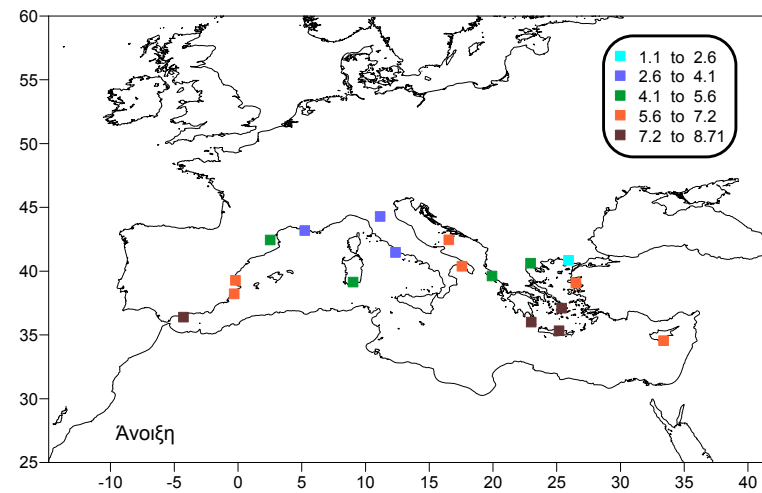
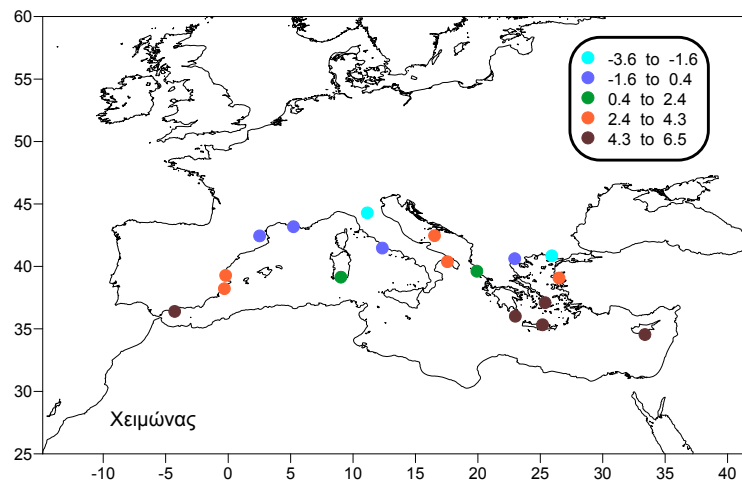
Η γεωγραφική κατανομή των τιμών του δείκτη T_{α90} παρουσιάζεται στους χάρτες του σχήματος 6.2. Το χειμώνα η μικρότερη τιμή σημειώνεται στη Μπολόνια και είναι ίση με 11,8°C, ενώ η μεγαλύτερη στη Βαλένθια, ίση με 20,6°C. Η Μπολόνια είναι ο μόνος σταθμός που ανήκει στην κλάση με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Αμέσως μετά έρχεται το Λάστοβο με 14,2°C. Από την άλλη, στην κλάση με τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες κατατάσσονται και οι σταθμοί του Αλικάντε, του Ηρακλείου, της Λάρνακας και της Μάλαγα.

Την άνοιξη, η χαμηλότερη τιμή σημειώνεται στα Κύθηρα και ισούται με 23,5°C. Η υψηλότερη τιμή παρατηρείται στη Λάρνακα, ίση με 28,3°C. Αυτός είναι και ο μόνος σταθμός που κατατάσσεται στην κλάση με τις υψηλότερες θερμοκρασίες και διαφέρει κατά 2°C από τη Θεσσαλονίκη, που είναι ο επόμενος σταθμός. Χαμηλές τιμές του δείκτη γι' αυτή την εποχή παρουσιάζουν επίσης το Λάστοβο, η Μασσαλία και η Νάξος.

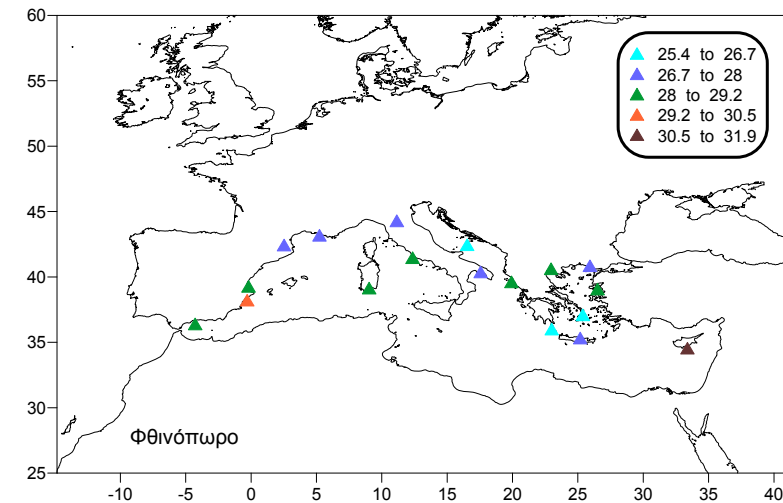
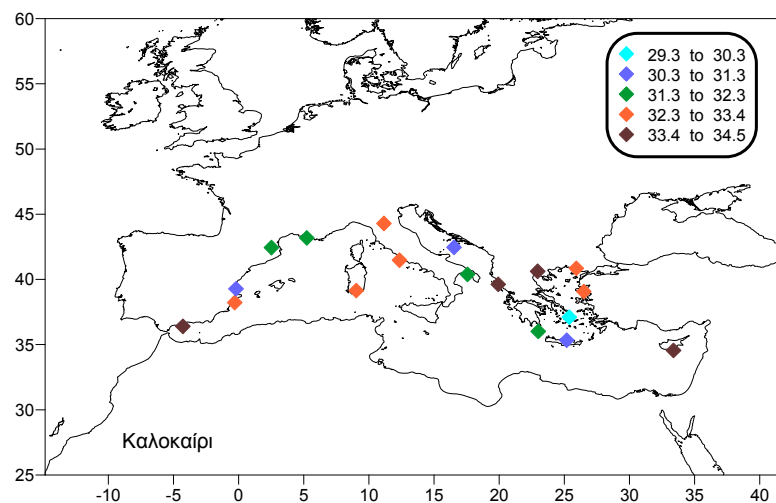
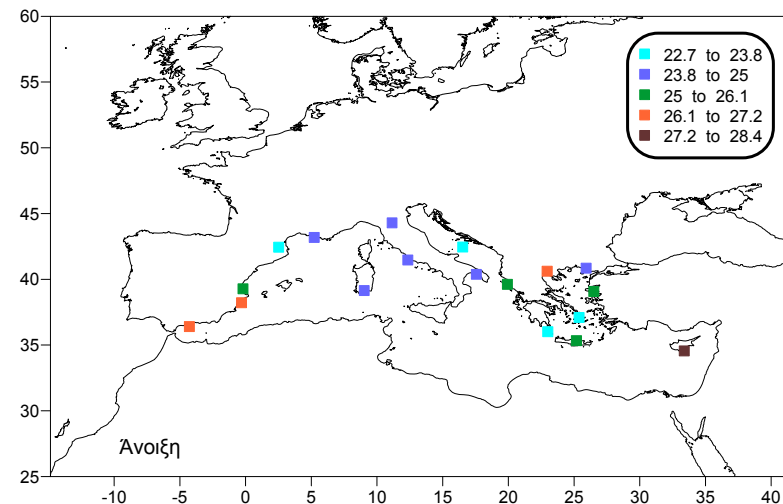
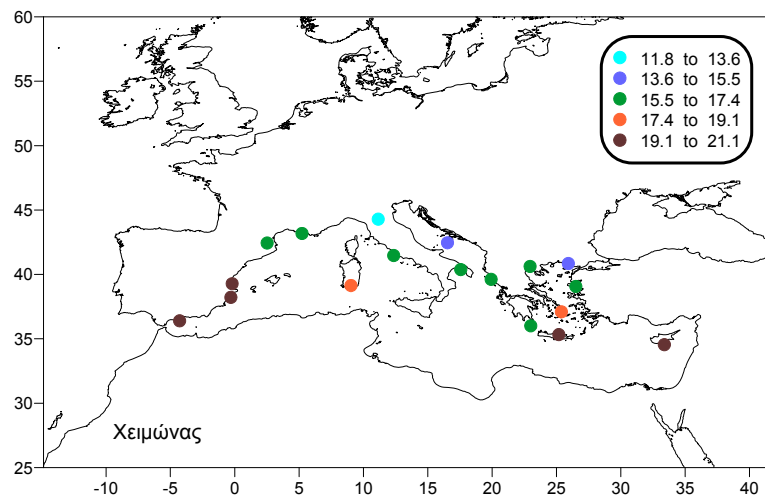
Η μικρότερη τιμή του δείκτη T_{α90} για το καλοκαίρι σημειώνεται στη Νάξο και ισούται με 29,3°C. Πρόκειται για το μοναδικό σταθμό που ανήκει στην τελευταία κλάση. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται και πάλι στη Λάρνακα, ίση με 34,4°C. Μεγάλες τιμές σημειώνονται και στη Θεσσαλονίκη, την Κέρκυρα και τη Μάλαγα.

Τέλος, κατά το φθινόπωρο, το Λάστοβο παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή του δείκτη, ίση με 25,4°C. Χαμηλές σχετικά τιμές παρατηρούνται επίσης στα Κύθηρα και τη Νάξο. Η υψηλότερη τιμή σημειώνεται για ακόμη μια φορά στη Λάρνακα και ισούται με 31,8°C. Επιπλέον, η διαφορά με την επόμενη μεγαλύτερη τιμή που αντιστοιχεί στο Αλικάντε, ανέρχεται και πάλι στους 2°C.

Όσον αφορά στις τυπικές αποκλίσεις των δεικτών (Πίνακας 6.1) αυτές είναι αρκετά μεγάλες σε πολλούς σταθμούς. Για την ακρίβεια, λίγες είναι οι περιπτώσεις, όπου η τυπική απόκλιση είναι μικρότερη του 1°C. Χαρακτηριστικός είναι ο σταθμός της Μπολόνια, στον οποίο η τυπική απόκλιση είναι μεγάλη για όλες τις εποχές, με μέγιστη τιμή ίση με 2,1°C για το δείκτη T_{α90} κατά το φθινόπωρο. Σχετικά με την εποχή, οι μεγαλύτερες τιμές σημειώνονται το φθινόπωρο για το δείκτη T_{η10} και την άνοιξη για τον T_{α90}. Οι μικρότερες τιμές σημειώνονται στο καλοκαίρι του T_{η10}. Τέλος, δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση του εύρους των τυπικών αποκλίσεων μεταξύ των δύο δεικτών.



Σχήμα 6.1 Εποχιακές μέσες τιμές του δείκτη Tn10 της ελάχιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης σε κλάσεις ίσου διαστήματος (οι τιμές του δείκτη για κάθε σταθμό παρατίθενται στον Πίνακα Β12 του παραρτήματος).



Σχήμα 6.2. Εποχιακές μέσες τιμές του δείκτη Tq90 της μέγιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης σε κλάσεις ίσου διαστήματος (οι τιμές του δείκτη για κάθε σταθμό παρατίθενται στον Πίνακα Β12 του παραρτήματος).

Πίνακας 6.1. Εποχιακές τιμές τυπικής απόκλισης των δεικτών Tηq10 και Tηq90 για τους σταθμούς μελέτης.

	Tηq10				Tηq90			
Σταθμοί	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Αλεξανδρούπολη	1.6	1.5	0.8	1.9	1	1.8	1.2	1.5
Αλικάντε	1.2	1.2	1.2	1.5	1.2	1.6	1.3	1.4
Βαλένθια	1.3	1.2	1.1	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2
Ηράκλειο	0.9	0.9	0.7	1	1.3	1.2	1.2	1
Θεσσαλονίκη	1.3	1.7	0.8	2	1.3	1.5	1	1.5
Κάλιαρι	1.3	1	0.8	1.4	1	1.5	1.5	1.4
Κέρκυρα	1.3	1.2	0.9	1.7	0.9	1.6	1.3	1.4
Κύθηρα	1.1	1.1	0.8	1.3	1	1.6	1.2	1
Λάρνακα	1.5	1.4	0.9	1.7	0.9	1.7	0.8	0.8
Λάστοβο	1.7	1.9	1	1.4	0.7	1.6	1.3	1.6
Μάλαγα	1.1	1.1	1	1.3	1.2	1.4	1.4	1.3
Μασσαλία	1.9	1.3	0.8	1.7	1	1.3	1.1	1.5
Μπολόνια	1.7	1.9	1.1	1.4	1.2	1.9	1.6	2.1
Μπρίντζι	1	1.4	1.1	1.2	1	1.4	1.2	1.2
Μυτιλήνη	1	1.4	0.7	1.7	1	1.5	1.1	1.1
Νάξος	1	1.1	0.8	1.1	0.8	1	1	1.3
Περπινιάν	1.4	1.2	0.9	1.2	1	1.3	1.1	1.6
Ρώμη	1.3	1.7	1.1	1.5	0.9	1.6	1.1	1.5

6.2. Ακραίες θερμοκρασίες των σημείων πλέγματος

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις των δεικτών για όλα τα σημεία πλέγματος ανά εποχή. Από αυτές τις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις αφαιρέθηκαν οι αντίστοιχες τιμές των σταθμών. Έτσι προκύπτουν οι διαφορές, οι οποίες δίνουν πληροφορία σχετικά με το αν το μοντέλο υποεκτιμά ή υπερεκτιμά τις ακραίες θερμοκρασίες. Πραγματοποιήθηκε, επίσης, έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας των διαφορών αυτών.

Σε γενικές γραμμές παρατηρείται επικράτηση της υποεκτίμησης των δεικτών Tηq10 και Tηq90 σε όλες τις εποχές. Πιο αναλυτικά, το χειμώνα (Πίνακας 6.2) σημειώνεται υποεκτίμηση του δείκτη των ελαχίστων θερμοκρασιών σε ποσοστό 55,6%. Πολύ πιο χαρακτηριστική είναι η υποεκτίμηση στο δείκτη των μεγίστων θερμοκρασιών. Σε αυτή την περίπτωση το 88,9% των προσομοιώσεων υποεκτιμά τις πραγματικές τιμές. Μάλιστα, με εξαίρεση τους σταθμούς των Κυθήρων, του Λάστοβο και της Μπολόνια, ο δείκτης Tηq90 υποεκτιμάται από όλα τα σημεία πλέγματος για τον κάθε σταθμό. Το Περπινιάν είναι ο μόνος σταθμός, όπου παρατηρείται υποεκτίμηση από όλα τα σημεία πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Αντίθετα, στο σταθμό του Λάστοβο οι πραγματικές

τιμές υπερεκτιμούνται από όλα τα σημεία πλέγματος του μοντέλου και για τους δύο δείκτες. Όσον αφορά στο μέγεθος των διαφορών, ελάχιστες είναι οι περιπτώσεις που αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές, συνιστώντας ποσοστό ίσο με 3,7%. Οι περισσότερες από τις μη στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώνονται στα Κύθηρα, στο δείκτη Tq90. Επομένως, αυτός είναι και ο μόνος σταθμός, του οποίου η χρονοσειρά μπορεί να θεωρηθεί πως προσομοιώθηκε ικανοποιητικά για την εποχή του χειμώνα.

Την άνοιξη (Πίνακας B13 του Παραρτήματος) επικρατεί και πάλι η υποεκτίμηση των δεικτών, αλλά με μειωμένα ποσοστά σε σχέση με το χειμώνα. Στο δείκτη Tq10 το 53,7% των περιπτώσεων αφορά σε υποεκτίμηση και το υπόλοιπο 46,3% σε υπερεκτίμηση. Στο δείκτη Tq90, όπως και το χειμώνα, η υποεκτίμηση είναι μαζικότερη και αντιστοιχεί στο 83,9% των περιπτώσεων. Στη Μπολόνια σημειώνεται υποεκτίμηση από όλα τα σημεία πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Στα Κύθηρα, το Λάστοβο και τη Νάξο παρατηρείται απ' όλα τα σημεία πλέγματος υπερεκτίμηση του δείκτη Tq10 και υποεκτίμηση του Tq90. Οι περιπτώσεις μη στατιστικά σημαντικών διαφορών είναι λίγο περισσότερες κατά την άνοιξη απ' ότι το χειμώνα, σε ποσοστό 4,3% επί του συνόλου. Και πάλι, η πλειοψηφία τους σημειώνεται στο δείκτη της μέγιστης θερμοκρασίας. Σταθμοί που φαίνεται να προσομοιώνονται καλύτερα είναι αυτοί της Αλεξανδρούπολης, της Λάρνακας και της Μασσαλίας.

Το καλοκαίρι (Πίνακας B14 του Παραρτήματος), αποτελεί τη μόνη εποχή όπου η κατάσταση αντιστρέφεται, τουλάχιστον για το δείκτη Tq10. Έτσι, στην περίπτωση αυτή ο Tq10 υπερεκτιμάται από την πλειοψηφία των σημείων πλέγματος στους σταθμούς μελέτης. Το ποσοστό της υπερεκτίμησης ανέρχεται σε 66,7%. Στο δείκτη Tq90, παρόλο που επικρατεί η υποεκτίμηση, το ποσοστό της είναι χαμηλότερο συγκριτικά με τις άλλες εποχές, και είναι ίσο με 77,2%. Στην περίπτωση αυτή, δεν υπάρχουν σταθμοί που να χαρακτηρίζονται από υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση από όλα τα σημεία πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Όμως, στην Αλεξανδρούπολη, το Κάλιαρι, τα Κύθηρα, το Λάστοβο, το Μπρίντζι, τη Νάξο και τη Ρώμη σημειώνεται υπερεκτίμηση απ' όλα τα σημεία πλέγματος για το δείκτη Tq10 και στο Ηράκλειο, την Κέρκυρα, τα Κύθηρα, το Λάστοβο, τη Μάλαγα, τη Μπολόνια και τη Νάξο σημειώνεται υποεκτίμηση του δείκτη Tq90. Από το σύνολο των διαφορών, αυτές που δεν είναι στατιστικά σημαντικές, αποτελούν το 4,6%. Αυτή τη φορά οι περισσότερες από αυτές σημειώθηκαν στο δείκτη Tq10, υποδεικνύοντας ελαφρώς καλύτερη προσομοίωσή του από ότι του Tq90 κατά το καλοκαίρι.

Τέλος, το φθινόπωρο (Πίνακας B15 του Παραρτήματος) επικρατεί εκ νέου η υποεκτίμηση των ακραίων θερμοκρασιών. Στο δείκτη Tq10 το ποσοστό υποεκτίμησης ισούται με 54,3%, ενώ στον Tq90 με 85,2%. Όπως και το χειμώνα, το Περγινιάν χαρακτηρίζεται από υποεκτίμηση της θερμοκρασίας του, από όλα τα σημεία

πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Στα Κύθηρα, το Λάστοβο και τη Νάξο παρατηρείται υπερεκτίμηση από όλα τα σημεία του δείκτη Τηq10 και αντίστοιχη υποεκτίμηση του Τχq90. Στην εποχή αυτή σημειώνονται οι περισσότερες μη στατιστικά σημαντικές διαφορές, παραμένοντας όμως ελάχιστες σχετικά με τις στατιστικά σημαντικές. Πρόκειται για το 4,9%. Η πλειοψηφία τους σημειώνεται στον Τχq90.

Αντίστοιχα υπολογίστηκαν οι διαφορές της πραγματικής τυπικής απόκλισης των χρονοσειρών από τις τυπικές αποκλίσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών για όλα τα σημεία πλέγματος. Το χειμώνα (Πίνακας 6.3) οι περιπτώσεις υποεκτίμησης αποτελούν μεγάλη πλειοψηφία σε ποσοστό 90% για το δείκτη Τηq10. Για τον Τχq90, επίσης επικρατεί η υποεκτίμηση, με μικρότερο όμως ποσοστό, ίσο με 66,7%. Σταθμοί που χαρακτηρίζονται από υποεκτίμηση της τυπικής τους απόκλισης από όλα τα σημεία πλέγματος και στους δύο δείκτες, είναι τα Κύθηρα, το Λάστοβο, η Μπολόνια και η Νάξος. Αντιθέτως, δεν υπάρχει σταθμός, του οποίου η τυπική απόκλιση να υπερεκτιμάται από όλα τα σημεία πλέγματος και στους δύο δείκτες. Στο δείκτη Τχq90 σημειώνεται υπερεκτίμηση απ' όλα τα σημεία πλέγματος στο Περπινιάν.

Την άνοιξη (Πίνακας Β16 του Παραρτήματος) η υποεκτίμηση της τυπικής απόκλισης επικρατεί και πάλι, με μικρότερα όμως ποσοστά. Στο δείκτη Τηq10 το ποσοστό αυτό είναι ίσο με 82,7% και στον Τχq90 με 56,8%. Όπως και το χειμώνα, οι τυπικές αποκλίσεις των σταθμών των Κυθήρων, του Λάστοβο, της Μπολόνια και της Νάξου, υποεκτιμούνται από όλα τα σημεία πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Επίσης, στο Περπινιάν, αλλά και στη Βαλένθια σημειώνεται υπερεκτίμηση απ' όλα τα σημεία πλέγματος για το δείκτη Τχq90.

Κατά το καλοκαίρι (Πίνακας Β17 του Παραρτήματος), παρόλο που επικρατεί η υποεκτίμηση, σημειώνονται τα χαμηλότερα ποσοστά της. Για το δείκτη Τηq10 αυτό ισούται με 51,8%, ποσοστό ιδιαίτερα χαμηλό συγκριτικά με τις υπόλοιπες εποχές. Για τον Τχq90 το ποσοστό είναι ίσο με 53,7%. Στα Κύθηρα, το Λάστοβο και τη Νάξο παρατηρείται και πάλι υποεκτίμηση από όλα τα σημεία πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Αξιοσημείωτο είναι ότι στη Μπολόνια, όπου κατά το χειμώνα και την άνοιξη σημειώθηκε το ίδιο φαινόμενο, το καλοκαίρι συμβαίνει το αντίθετο. Υπάρχει, δηλαδή, υπερεκτίμηση από όλα τα σημεία πλέγματος και για τους δύο δείκτες. Το ίδιο συμβαίνει και στο Περπινιάν.

Το φθινόπωρο (Πίνακας Β18 του Παραρτήματος), τα ποσοστά της υποεκτίμησης είναι και πάλι υψηλότερα, αλλά σε αυτή την περίπτωση είναι πιο έντονη η επικράτηση στο δείκτη Τχq90. Συγκεκριμένα, στον Τηq10 το ποσοστό υποεκτίμησης είναι 66,7% και στον Τχq90 82,7%. Σταθμοί με υποεκτίμηση από όλα τα σημεία πλέγματος για τους δύο δείκτες είναι και πάλι τα Κύθηρα, το Λάστοβο και η Νάξος, αλλά σημειώνονται επιπλέον η Κέρκυρα και η Λάρνακα.

Πίνακας 6.2. Διαφορές μέσης τιμής των δεικτών των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για το χειμώνα. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Μπρίντζι	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μυτιλήνη	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας 6.3. Διαφορές τυπικής απόκλισης δεικτών των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για το χειμώνα. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

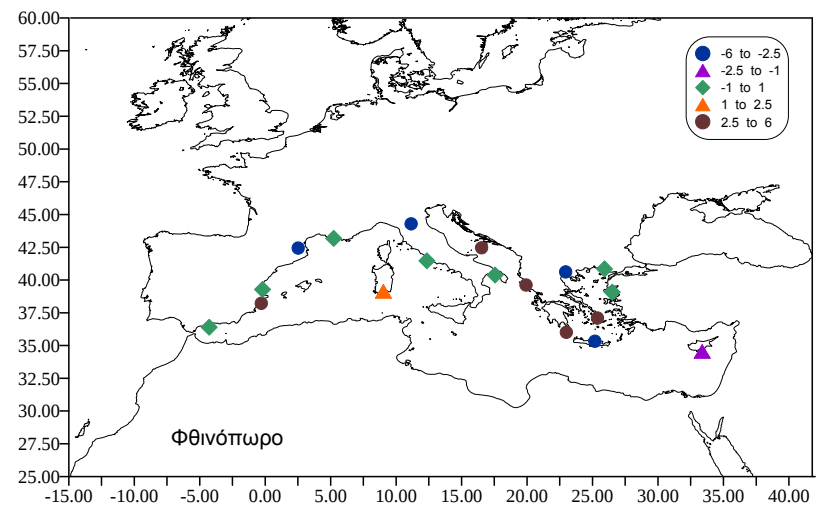
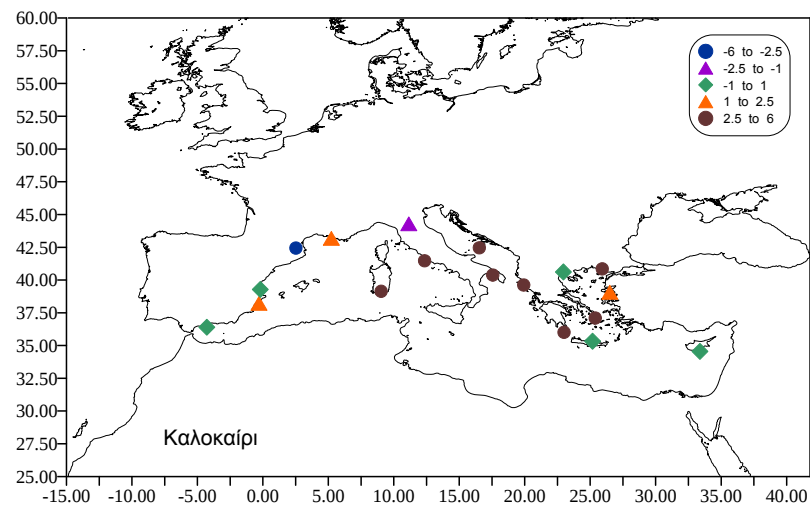
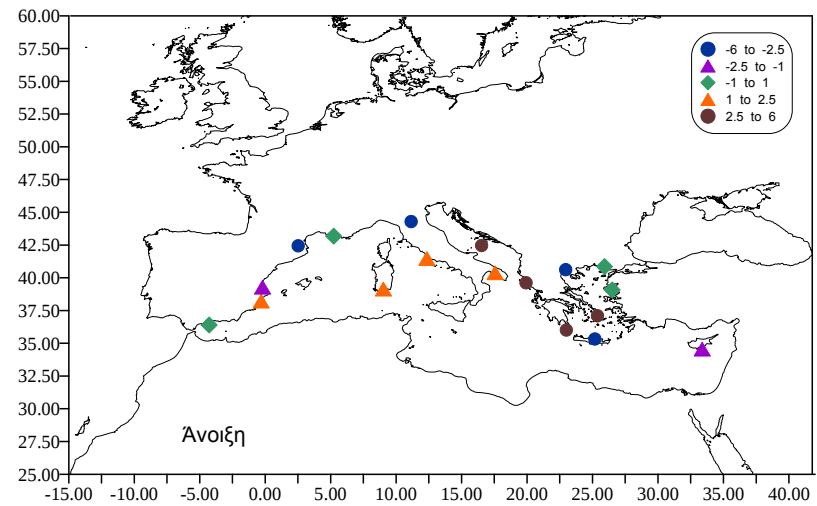
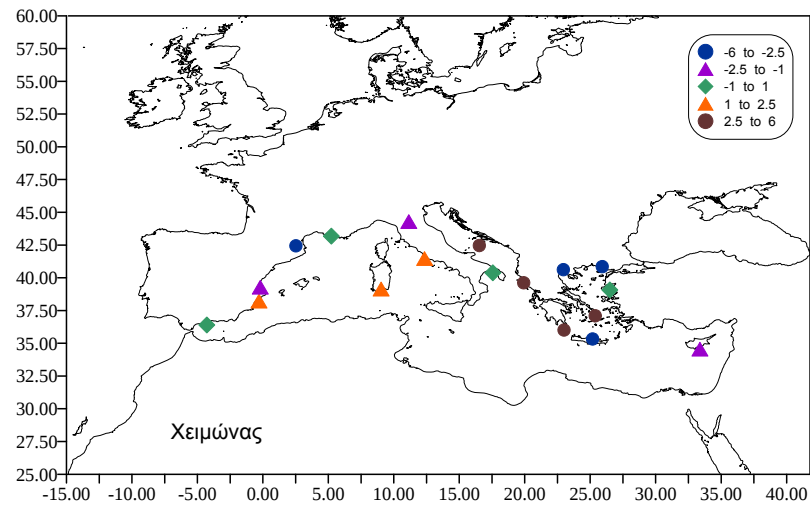
Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-
Βαλένθια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Ηράκλειο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντζι	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Μυτιλήνη	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-

Κατασκευάστηκαν, επίσης, οι χάρτες των σχημάτων 6.3 έως 6.6, οι οποίοι παρουσιάζουν τις διαφορές που σημειώθηκαν μεταξύ των παρατηρούμενων και των προσομοιωμένων τιμών του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος, τόσο όσον αφορά τη μέση τιμή, όσο και την τυπική απόκλιση.

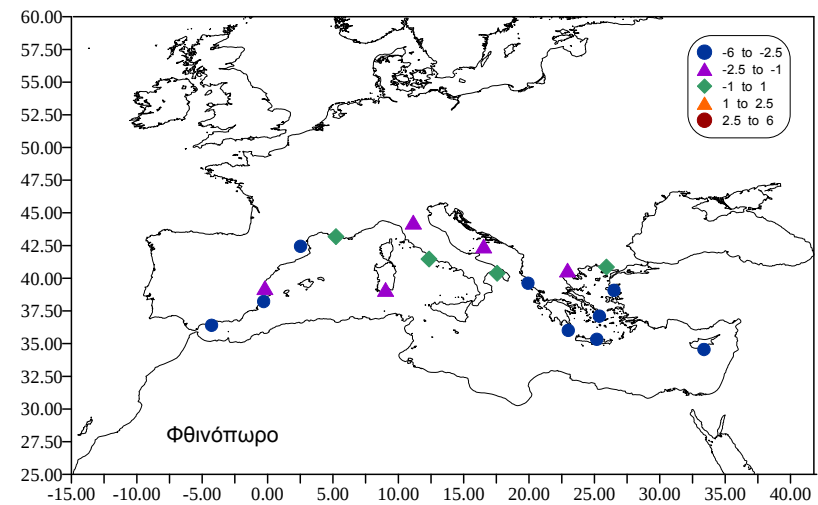
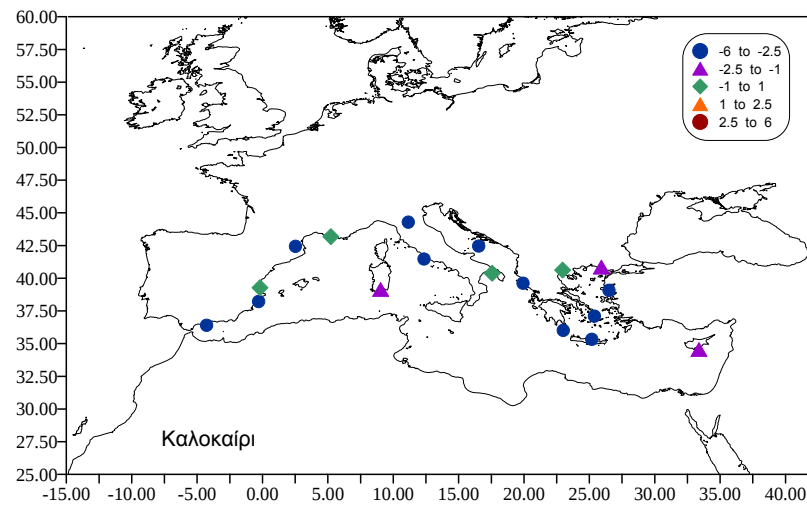
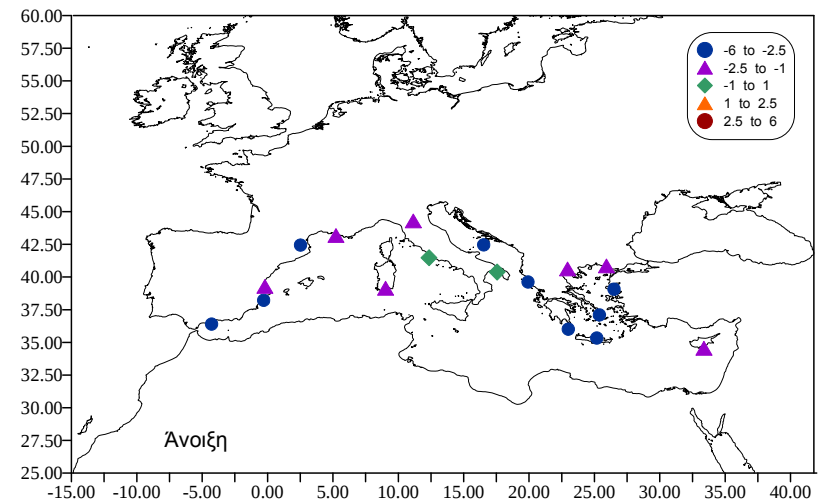
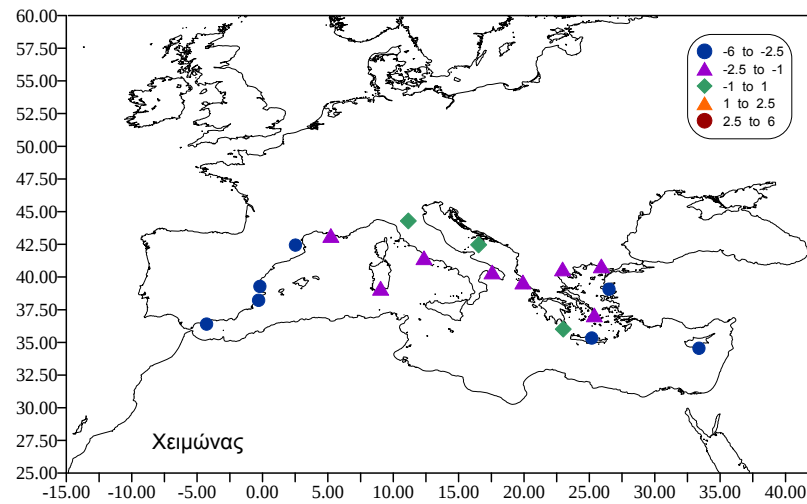
Το σχήμα 6.3 παρουσιάζει τις διαφορές της μέσης τιμής για το δείκτη Tηq10. Ο μοναδικός σταθμός, του οποίου οι διαφορές είναι ελάχιστες- κατατάσσονται δηλαδή στη μεσαία κλάση- για όλες τις εποχές, είναι αυτός της Μάλαγα. Από την άλλη, οι διαφορές είναι μεγάλες για αρκετούς σταθμούς. Συγκεκριμένα, οι διαφορές του δείκτη για το Περπινιάν ανήκουν στην πρώτη κλάση, εκφράζοντας τη μέγιστη υποεκτίμηση, για όλες τις εποχές. Στους σταθμούς του Λάστοβο, της Κέρκυρας, των Κυθήρων, και της Νάξου οι διαφορές κατατάσσονται στη μεγαλύτερη κλάση, υπερεκτιμώντας δηλαδή τον πραγματικό δείκτη, για όλες τις εποχές. Όσον αφορά στην εποχιακή μελέτη, η προσομοίωση από το μεσοποιημένο σημείο πλέγματος, εμφανίζεται περισσότερο ικανοποιητική κατά το φθινόπωρο. Από γεωγραφικής άποψης, τα καλύτερα αποτελέσματα σημειώνονται στη δυτική Μεσόγειο και τα χειρότερα στην ανατολική.

Οι διαφορές της μέσης τιμής του δείκτη Tχα90 παρουσιάζονται στο σχήμα 6.4. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει κανένας σταθμός, του οποίου οι διαφορές που προέκυψαν να κατατάσσονται στη μεσαία κλάση για όλες τις εποχές. Επίσης, δε σημειώνονται καθόλου διαφορές που να ανήκουν στη μεγαλύτερη κλάση, δεν υπάρχουν, δηλαδή, μεγάλες θετικές διαφορές. Από την άλλη, η Μάλαγα, το Αλικάντε, το Περπινιάν, η Μυτιλήνη και το Ηράκλειο, χαρακτηρίζονται από μεγάλες αρνητικές διαφορές. Και σ' αυτό το δείκτη, η προσομοίωση φαίνεται καλύτερη κατά το φθινόπωρο. Σχετικά όμως με τη γεωγραφική περιοχή, αυτή τη φορά τα αποτελέσματα είναι πιο ικανοποιητικά στην κεντρική Μεσόγειο.

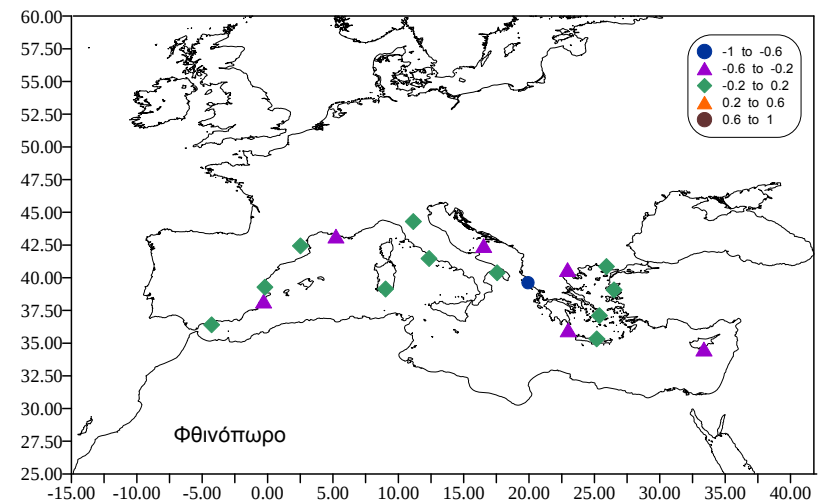
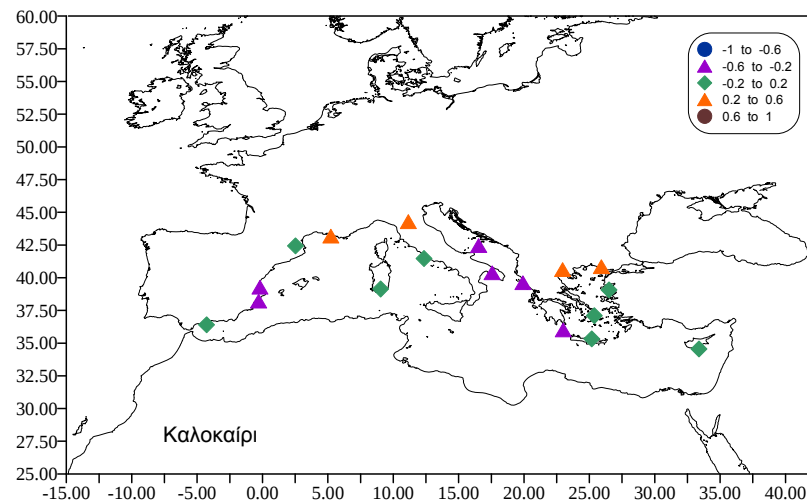
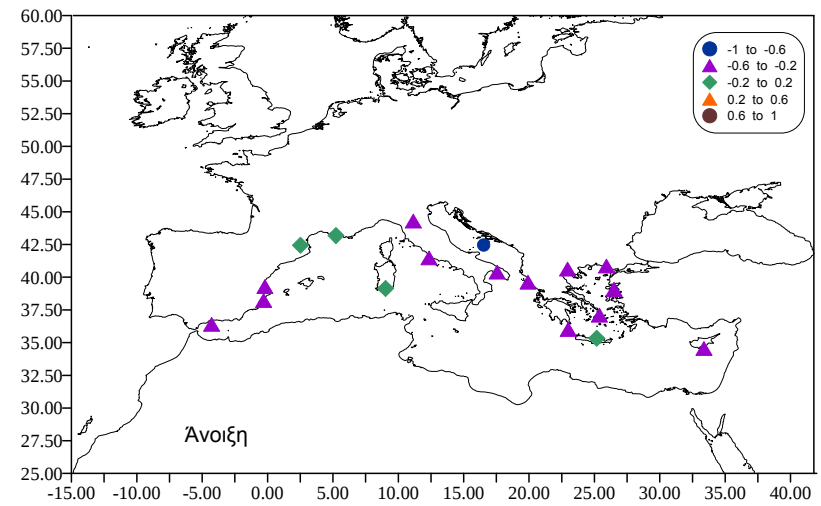
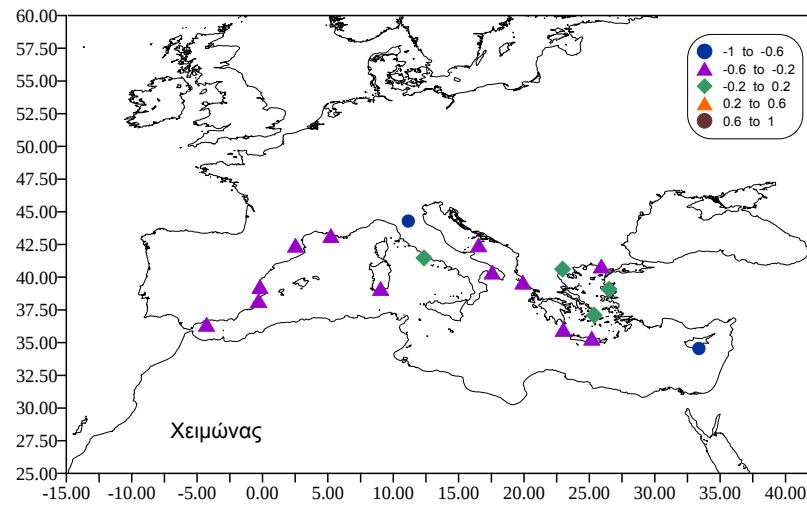
Στο σχήμα 6.5 παρατηρούνται οι διαφορές της τυπικής απόκλισης του δείκτη Tηq10 των σταθμών από την τυπική απόκλιση του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος. Η επικράτηση της υποεκτίμησης είναι ιδιαίτερα φανερή, καθώς σε καμία εποχή δεν υπάρχουν διαφορές που να κατατάσσονται στη μεγαλύτερη κλάση, αλλά ακόμη και διαφορές της μικρότερης κλάσης υπερεκτίμησης, σημειώνονται μόνο σε τέσσερις σταθμούς κατά το καλοκαίρι. Και στην περίπτωση της τυπικής απόκλισης φαίνεται πως η προσομοίωση είναι καλύτερη για το φθινόπωρο. Όσον αφορά στη γεωγραφική κατανομή, δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά ανάμεσα στις επιμέρους περιοχές της Μεσογείου. Στο σχήμα 6.6 όπου παρουσιάζονται οι διαφορές της τυπικής απόκλισης για το δείκτη Tχα90, επίσης επικρατεί η υποεκτίμηση, όπως είναι αναμενόμενο. Αυτή τη φορά, όμως, τα περισσότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα προέκυψαν για το χειμώνα, ενώ και πάλι δεν επικρατεί κάποια επιμέρους περιοχή.



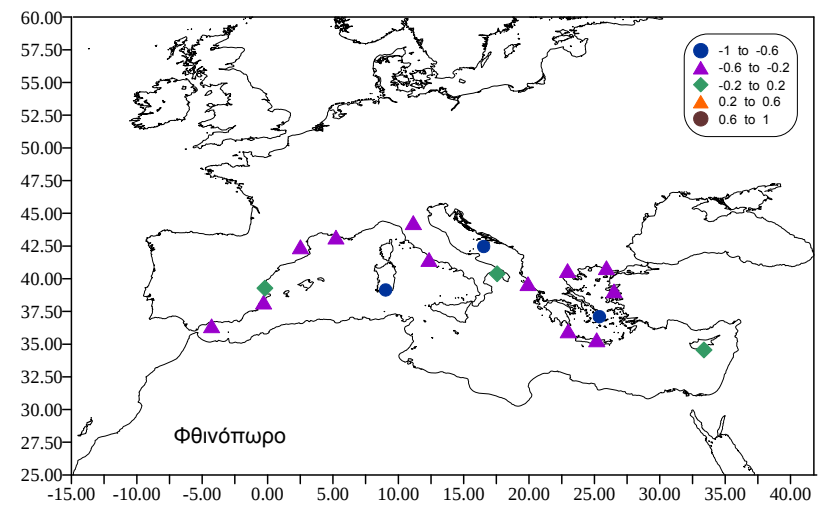
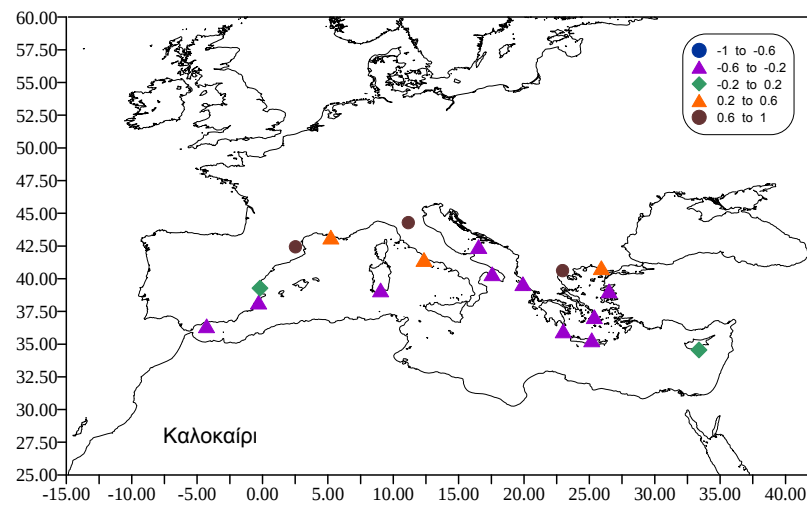
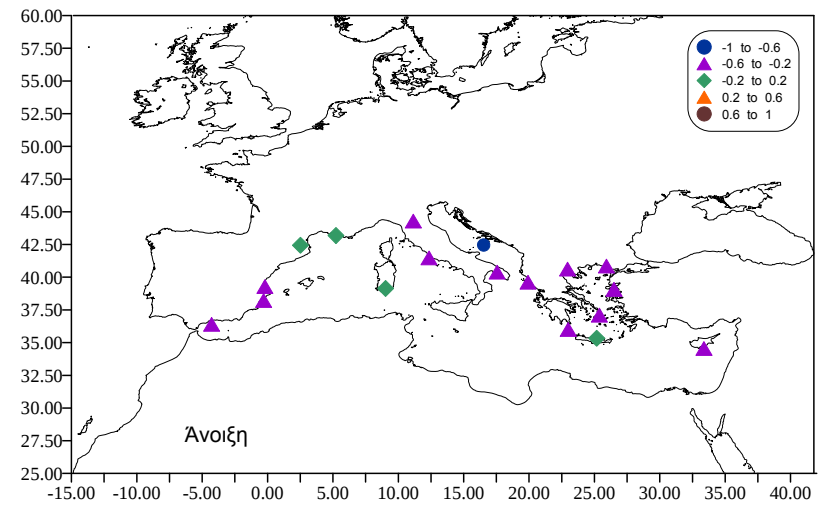
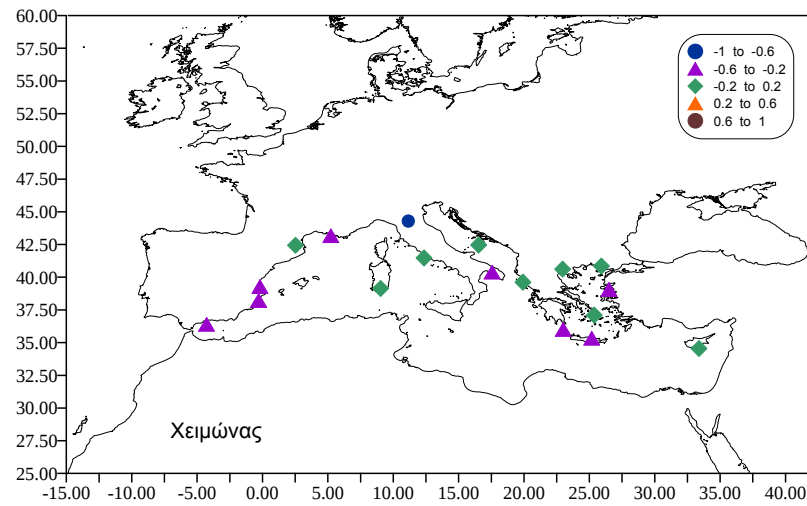
Σχήμα 6.3. Διαφορές παρατηρούμενης τιμής του δείκτη Tnq10 από την αντίστοιχη τιμή του μεσοπονημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης σε εποχιακή βάση.



Σχήμα 6.4. Διαφορές παρατηρούμενης τιμής του δείκτη Tq90 από την αντίστοιχη τιμή του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης σε εποχιακή βάση.



Σχήμα 6.5. Διαφορές παρατηρούμενης τυπικής απόκλισης του δείκτη Tq10 από την αντίστοιχη τυπική απόκλιση του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης σε εποχιακή βάση.



Σχήμα 6.6. Διαφορές παρατηρούμενης τυπικής απόκλισης του δείκτη Tq90 από την αντίστοιχη τυπική απόκλιση του μεσοποιημένου σημείου πλέγματος για κάθε σταθμό μελέτης σε εποχιακή βάση.

6.3. Τάσεις δεικτών ακραίων θερμοκρασιών

Στη συνέχεια της μελέτης αυτής, διερευνήθηκε η ύπαρξη τάσεων στις χρονοσειρές των δεικτών για τον κάθε σταθμό, καθώς και η στατιστική σημαντικότητα αυτών. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τις προσομοιωμένες χρονοσειρές των σημείων πλέγματος που αντιστοιχούν στον κάθε σταθμό, με σκοπό την αξιολόγηση του μοντέλου όσον αφορά στις τάσεις των χρονοσειρών των δεικτών.

Το χειμώνα (Πίνακας 6.4), δεκατέσσερις σταθμοί χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις του δείκτη Tηq10 και τέσσερις από αρνητικές. Οι τελευταίες σημειώνονται σε δύο σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου-την Αλεξανδρούπολη και τη Μυτιλήνη, καθώς και στο Κάλιαρι και τη Μάλαγα. Καμία από τις αρνητικές αυτές τάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική, ενώ από τις θετικές είναι οι τρεις της Βαλένθια, της Κέρκυρας και της Νάξου. Οι τάσεις των σημείων πλέγματος, σε αντίθεση με αυτές των πραγματικών χρονοσειρών, είναι στην πλειοψηφία τους αρνητικές. Δε σημειώνεται, όμως, καμία περίπτωση στατιστικής σημαντικότητας στις αρνητικές ή στις θετικές τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών. Σε γενικές γραμμές η προσομοίωση δε φαίνεται να είναι ικανοποιητική. Συγκεκριμένα, υπάρχει ένας αριθμός σταθμών, των οποίων η τάση δεν έχει προσομοιωθεί ικανοποιητικά από κανένα σημείο πλέγματος, καθώς η πραγματική τάση των χρονοσειρών τους είναι θετική, ενώ των προσομοιωμένων αρνητική. Πρόκειται κυρίως για σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου-το Λάστοβο, τη Μπολόνια, το Μπρίντζι, αλλά και για τη Θεσσαλονίκη, την Κέρκυρα, και το Περπινιάν. Μάλιστα, στην περίπτωση της Κέρκυρας, η επιτυχία του μοντέλου μπορεί να θεωρηθεί ακόμη μικρότερη, μιας και η πραγματική τάση είναι θετική και στατιστικά σημαντική, ενώ οι προσομοιωμένες είναι όλες αρνητικές. Αντίθετα, η προσομοίωση κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική στο Κάλιαρι και τη Λάρνακα, καθώς και αρκετά ικανοποιητική στα Κύθηρα και το Ηράκλειο.

Στο δείκτη Tχq90 κατά το χειμώνα σημειώνονται περισσότερες αρνητικές τάσεις απ' ότι στον Tηq10. Δέκα σταθμοί, λοιπόν, χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις και οχτώ από αρνητικές. Μάλιστα, τέσσερις από τις αρνητικές και μία από τις θετικές τάσεις, είναι στατιστικά σημαντικές. Από αυτές, οι αρνητικές αντιστοιχούν σε τρεις σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου-Αλεξανδρούπολη, Ηράκλειο και Κύθηρα-και σ' έναν της κεντρικής, τη Ρώμη. Η θετική στατιστικά σημαντική τάση σημειώνεται στη Μπολόνια. Στην περίπτωση αυτή, η προσομοίωση φαίνεται να είναι περισσότερο ικανοποιητική. Ειδικότερα, κρίνεται άριστη στη Μυτιλήνη και τη Νάξο και ιδιαίτερα ικανοποιητική στη Θεσσαλονίκη και την Κέρκυρα. Βέβαια, υπάρχουν και πάλι αρκετές περιπτώσεις σταθμών, στις οποίες κανένα από τα σημεία πλέγματος δεν έχει καταφέρει να προσομοιώσει σωστά τις τάσεις των χρονοσειρών. Πρόκειται για τη Λάρνακα, που

στο δείκτη Tηq10 είχε προσομοιωθεί άριστα, το Λάστοβο, τη Μασσαλία, την Μπολόνια, το Μπρίντζι και το Περπινιάν. Σε όλους τους παραπάνω σταθμούς, ενώ η τάση των πραγματικών χρονοσειρών είναι θετική, τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητική τάση. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στην Μπολόνια, της οποίας η πραγματική τάση είναι θετική και στατιστικά σημαντική, ενώ οι προσομοιωμένες είναι αρνητικές και δύο από αυτές είναι και στατιστικά σημαντικές. Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα του μοντέλου για το χειμώνα, μπορεί να ειπωθεί ότι η προσομοίωση είναι ελαφρώς καλύτερη για το δείκτη Tχq90. Επίσης, φαίνεται πως οι τάσεις των σταθμών της ανατολικής Μεσογείου έχουν προσομοιωθεί σε γενικές γραμμές καλύτερα απ' ό,τι των άλλων περιοχών.

Την άνοιξη (Πίνακας B19 του Παραρτήματος) έξι σταθμοί χαρακτηρίζονται από αρνητικές και δώδεκα από θετικές τάσεις για το δείκτη Tηq10. Οι σταθμοί με τις αρνητικές τάσεις είναι αυτοί της Αλεξανδρούπολης, του Ηρακλείου, της Θεσσαλονίκης, των Κυθήρων και της Μυτιλήνης από την ανατολική Μεσόγειο, και του Κάλιαρι από την κεντρική. Καμία από αυτές τις τάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική. Από τις θετικές τάσεις, όμως, υπάρχουν τρεις που είναι στατιστικά σημαντικές. Πρόκειται για τις τάσεις δύο σταθμών της δυτικής Μεσογείου-του Αλικάντε και της Βαλένθια- αλλά και της Μπολόνια. Όσον αφορά στις τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών των σημείων πλέγματος, επαναλαμβάνεται το φαινόμενο που παρατηρήθηκε το χειμώνα, σε ακόμη μεγαλύτερη ένταση. Η συντριπτική πλειοψηφία των τάσεων, περίπου 88%, είναι αρνητική. Η προσομοίωση, λοιπόν, αποδείχτηκε ιδιαίτερα ικανοποιητική στους έξι σταθμούς που χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, καθώς όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται, επίσης, από αρνητικές τάσεις. Υπάρχει όμως ένας αριθμός σταθμών οι οποίοι χαρακτηρίζονται από θετικές τάσεις, ενώ τα γειτονικά σημεία πλέγματος από αρνητικές. Πρόκειται για σταθμούς που βρίσκονται σε όλη την περιοχή μελέτης και είναι η Βαλένθια, η Μασσαλία, η Μπολόνια, η Νάξος, το Περπινιάν και η Ρώμη. Μάλιστα, ο σταθμός της Βαλένθια χαρακτηρίζεται από στατιστικά σημαντική θετική τάση, ενώ οι προσομοιωμένες χρονοσειρές από αρνητικές τάσεις, εκ των οποίων η μία είναι και στατιστικά σημαντική. Η προαναφερθείσα αρνητική τάση είναι και η μοναδική στατιστικά σημαντική που σημειώθηκε στα σημεία πλέγματος.

Στο δείκτη Tχq90 της άνοιξης, σημειώνονται τέσσερις αρνητικές και δεκατέσσερις θετικές τάσεις στους υπό μελέτη σταθμούς. Αρνητικές είναι οι τάσεις στο Ηράκλειο, τη Ρώμη, το Αλικάντε και τη Μάλαγα. Καμία από αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντική, ενώ από τις θετικές είναι οι τέσσερις των Κάλιαρι, Μπολόνια, Βαλένθια και Λάστοβο. Όσον αφορά στην προσομοίωση, η κατάσταση αλλάζει, μιας και η πλειοψηφία των τάσεων είναι πλέον θετική. Όμως, η προσομοίωση μπορεί να θεωρηθεί απόλυτα ικανοποιητική μόνο στο σταθμό του Περπινιάν. Ως σχετικά ικανοποιητική κρίνεται στη Θεσσαλονίκη, τη Λάρνακα και τη Μασσαλία. Τα σημεία

πλέγματος αποτυγχάνουν να προσομοιώσουν τις τάσεις του δείκτη T_{aq90} στα Κύθηρα, τη Νάξο, το Λάστοβο, το Αλικάντε και τη Μάλαγα. Πρέπει να αναφερθεί ότι καμία από τις τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών δεν είναι στατιστικά σημαντική. Όπως και το χειμώνα, φαίνεται πως η προσομοίωση είναι λίγο καλύτερη στο δείκτη T_{aq90}. Σχετικά με την περιοχή, και πάλι τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν για την ανατολική Μεσόγειο.

Το καλοκαίρι (Πίνακας B20 του Παραρτήματος), ο δείκτης των ελάχιστων θερμοκρασιών παρουσιάζει θετικές τάσεις σε όλους τους υπό μελέτη σταθμούς. Επιπλέον, σε δέκα από τους δεκαοχτώ σταθμούς, οι τάσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Πρόκειται για σταθμούς από ολόκληρη τη Μεσόγειο-Κέρκυρα, Κύθηρα, Λάρνακα, Νάξος, Λάστοβο, Μπολόνια, Μπρίντιζι, Ρώμη, Αλικάντε και Βαλένθια. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το μοντέλο, ακόμη και σε αυτή την ακραία περίπτωση όπου σημειώνονται μόνο θετικές τάσεις, αδυνατεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, το 67% των περιπτώσεων χαρακτηρίζεται από αρνητικές τάσεις, μερικές από τις οποίες είναι και στατιστικά σημαντικές. Ο σταθμός των Κυθήρων είναι το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα-ενώ η πραγματική χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από θετική, στατιστικά σημαντική τάση, οι τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών για όλα τα σημεία πλέγματος είναι αρνητικές και στατιστικά σημαντικές. Ίδιες τάσεις σημειώνονται και σε δύο σημεία πλέγματος γύρω από το σταθμό του Ηρακλείου, η πραγματική χρονοσειρά του οποίου παρουσιάζει θετική τάση. Αντιθέτως, ικανοποιητική κρίνεται η προσομοίωση για τους σταθμούς της Μάλαγα και του Περπινιάν και σχετικά ικανοποιητική για τη Θεσσαλονίκη, τη Μυτιλήνη και το Κάλιαρι. Από τις θετικές τάσεις που σημειώνονται στα σημεία πλέγματος υπάρχουν και κάποιες περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας. Πρόκειται για δύο σημεία πλέγματος στο Αλικάντε, ένα στη Μπολόνια, σταθμοί που επίσης χαρακτηρίζονται από θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις, και ένα σημείο πλέγματος στη Μασσαλία, η οποία έχει θετική, αλλά όχι στατιστικά σημαντική τάση.

Στο δείκτη T_{aq90} κατά το καλοκαίρι επικρατούν και πάλι οι θετικές τάσεις στους σταθμούς, αλλά σημειώνονται και δύο αρνητικές, στο Ηράκλειο και το Αλικάντε. Μάλιστα, αυτή του Αλικάντε είναι και στατιστικά σημαντική. Από τις θετικές τάσεις, οι επτά είναι στατιστικά σημαντικές-του Κάλιαρι, του Λάστοβο, της Μπολόνια, του Μπρίντιζι, της Βαλένθια, της Μάλαγα και της Μασσαλίας. Στην περίπτωση του δείκτη αυτού, οι τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών είναι θετικές στο 72% περίπου επί του συνόλου. Όπως και στον T_{aq10}, η χρονοσειρά των Κυθήρων είναι αυτή που προσομοιώνεται λιγότερο ικανοποιητικά-όλα τα σημεία πλέγματος χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις, έξι από τις οποίες είναι και στατιστικά σημαντικές, ενώ ο ίδιος ο σταθμός χαρακτηρίζεται από θετική τάση. Αντίθετα, η προσομοίωση είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική στη Θεσσαλονίκη, τη Νάξο, το Περπινιάν και τη Ρώμη. Από τις θετικές

τάσεις των σημείων πλέγματος, στατιστική σημαντικότητα σημειώνεται στην Αλεξανδρούπολη (δύο σημεία), τη Μυτιλήνη (ένα σημείο) και τη Μάλαγα (τρία σημεία). Συμπερασματικά, στην εποχή του καλοκαιριού, η προσομοίωση είναι αρκετά καλύτερη για το δείκτη T_{aq90}. Από γεωγραφικής άποψης, οι τάσεις των δεικτών άκρων θερμοκρασιών προσομοιώθηκαν καλύτερα στη δυτική Μεσόγειο.

Το φθινόπωρο (Πίνακας B21 του Παραρτήματος) είναι η μοναδική εποχή για το δείκτη T_{hq10}, όπου οι περισσότεροι σταθμοί-έντεκα από τους δεκαοχτώ-χαρακτηρίζονται από αρνητικές τάσεις. Από τις αρνητικές αυτές τάσεις, οι δύο είναι στατιστικά σημαντικές και σημειώνονται στην ανατολική Μεσόγειο, στη Θεσσαλονίκη και τη Μυτιλήνη. Από τις θετικές τάσεις που χαρακτηρίζουν τους υπόλοιπους επτά σταθμούς, καμία δεν είναι στατιστικά σημαντική. Οι τάσεις των σημείων πλέγματος είναι στην πλειοψηφία τους αρνητικές. Η προσομοίωση κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική σε τέσσερις σταθμούς, το Λάστοβο και τη Μπολόνια της κεντρικής Μεσογείου, και το Αλικάντε και τη Βαλένθια της δυτικής. Αρκετά ικανοποιητική θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και στην Αλεξανδρούπολη, το Ηράκλειο, τη Μυτιλήνη και το Κάλιαρι. Τα σημεία πλέγματος παρουσιάζουν αντίθετη εικόνα από τις πραγματικές χρονοσειρές στους σταθμούς της Κέρκυρας, της Λάρνακας, της Νάξου, του Μπρίντζι και της Μάλαγα. Στις τάσεις των προσομοιωμένων χρονοσειρών υπάρχουν και κάποιες στατιστικά σημαντικές, που είναι όλες αρνητικές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο σταθμός των Κυθήρων, όπου όλα τα σημεία πλέγματος διακρίνονται από αρνητικές στατιστικά σημαντικές τάσεις. Αλλά και στη Μυτιλήνη, η χρονοσειρά της οποίας χαρακτηρίζεται από αρνητική στατιστικά σημαντική τάση, τέσσερα σημεία πλέγματος την έχουν προσομοιώσει ικανοποιητικά.

Στο δείκτη T_{aq90} για το φθινόπωρο, επικρατούν και πάλι οι θετικές τάσεις ανάμεσα στους σταθμούς. Συγκεκριμένα, δεκατρείς σταθμοί χαρακτηρίζονται από θετικές και πέντε από αρνητικές τάσεις. Από τις θετικές τάσεις, οι τρεις είναι στατιστικά σημαντικές και σημειώνονται στη Νάξο, το Κάλιαρι και τη Βαλένθια. Αλλά και στις αρνητικές τάσεις, υπάρχει μία στατιστικά σημαντική που χαρακτηρίζει το σταθμό του Αλικάντε. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές για το δείκτη αυτό κατά το φθινόπωρο χαρακτηρίζονται στη συντριπτική τους πλειοψηφία, 91%, από θετικές τάσεις. Μάλιστα, είναι η περίπτωση όπου σημειώνεται ένας πολύ μεγάλος αριθμός στατιστικά σημαντικών τάσεων, που είναι κυρίως θετικές. Πιο αναλυτικά, όλα τα σημεία πλέγματος που αντιστοιχούν στη Θεσσαλονίκη και τη Μάλαγα χαρακτηρίζονται από θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Βέβαια, αυτό σημαίνει πως το μοντέλο υπερεκτιμά το ρυθμό αύξησης του δείκτη στους σταθμούς αυτούς, καθώς στην πραγματικότητα χαρακτηρίζονται από θετικές, αλλά μη στατιστικά σημαντικές τάσεις. Κάτι ανάλογο ισχύει και για την Αλεξανδρούπολη, τη Μυτιλήνη, το Μπρίντζι, τη Μασσαλία, και το Περπινιάν. Στους σταθμούς της Βαλένθια και του Κάλιαρι, όπου η πραγματική τάση

είναι θετική και στατιστικά σημαντική, η προσομοίωση μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική, μιας και επτά και έξι σημεία πλέγματος αντίστοιχα, χαρακτηρίζονται από παρόμοιες τάσεις. Αντιθέτως, πολύ κακή είναι η προσομοίωση στο Αλικάντε, όπου η πραγματική χρονοσειρά διακρίνεται από αρνητική, στατιστικά σημαντική τάση, ενώ οι προσομοιωμένες κυρίως από θετικές, στατιστικά σημαντικές τάσεις. Για ακόμη μία φορά, και για την εποχή του φθινοπώρου, η προσομοίωση λειτουργεί καλύτερα για το δείκτη Txa90. Σε αυτή την περίπτωση προσομοιώθηκαν περισσότερο ικανοποιητικά οι χρονοσειρές της κεντρικής Μεσογείου και λιγότερο ικανοποιητικά της ανατολικής.

Πίνακας 6.4. Τάσεις των χρονοσειρών των δεικτών Τηq10 και Τχq90 για τους σταθμούς μελέτης (σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό) και τα σημεία πλέγματος κατά το χειμώνα. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκρίζο φόντο.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (-,-)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε (+,+)	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Βαλένθια (+,+)	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο (+,+)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
Κέρκυρα (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα (+,+)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα (-,+)	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+
Μασσαλία (+,+)	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπολόνια (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντζι (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μυτιλήνη (-,-)	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος (+,-)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη (+,+)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.4. Σύνοψη

Συνοπτικά, όσον αφορά στη γεωγραφική κατανομή των τιμών των δεικτών των ακραίων θερμοκρασιών, παρατηρήθηκε ότι σε όλες τις εποχές η χαμηλότερη τιμή του δείκτη Tηq10 σημειώνεται στην Αλεξανδρούπολη. Το γεγονός αυτό έρχεται σε συμφωνία με τις χαμηλότερες τιμές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (βλέπε Κεφάλαιο 4), οι οποίες σημειώνονται επίσης στην Αλεξανδρούπολη για όλες τις εποχές, πλην του χειμώνα, όπου παρατηρείται στη Μπολόνια. Υψηλότερες τιμές του δείκτη σημειώνονται σε τρεις σταθμούς, οι οποίοι ανήκουν στην ανατολική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στο νότιο Αιγαίο. Πρόκειται για το Ηράκλειο, τα Κύθηρα και τη Νάξο. Μάλιστα, οι σταθμοί της Νάξου και των Κυθήρων εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές του δείκτη για δύο εποχές ο καθένας. Ανατρέχοντας στη μελέτη της εποχιακής μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας, σημειώνεται ότι η υψηλότερη τιμή της παρατηρείται στα Κύθηρα για τρεις εποχές, και στη Νάξο για μία. Όσον αφορά στο δείκτη Tχα90, οι χαμηλότερες τιμές του σημειώνονται σε διαφορετικό σταθμό για κάθε εποχή, στη Μπολόνια, τα Κύθηρα, τη Νάξο και το Λάστοβο. Σε σύγκριση με την εποχιακή μέση μέγιστη θερμοκρασία υπάρχουν αρκετές ομοιότητες, μιας και εκεί οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στη Μπολόνια, το Λάστοβο και τη Νάξο. Οι υψηλότερες τιμές του δείκτη Tχα90 σημειώνονται στη Βαλένθια για το χειμώνα και στη Λάρνακα για τις υπόλοιπες εποχές. Και σε αυτή την περίπτωση, η κατανομή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας είναι παραπλήσια, καθώς οι μεγαλύτερες τιμές της σημειώνονται στο Αλικάντε για το χειμώνα και στη Λάρνακα για όλες τις άλλες εποχές. Συνεπώς, όπως ήταν και αναμενόμενο, υπάρχει συμφωνία μεταξύ των μέσων και των ακραίων θερμοκρασιών, όσον αφορά στη γεωγραφική τους διασπορά. Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί παρατηρώντας συγκριτικά τα σχήματα 6.1 με 4.1 και 6.2 με 4.2.

Όσον αφορά στη διαχρονική εξέλιξη των ακραίων θερμοκρασιών, κυριαρχούν οι θετικές τάσεις. Το γεγονός αυτό ισχύει και για τους δύο δείκτες-Tηq10 και Tχα90-αλλά και για όλες τις εποχές. Η εποχή κατά την οποία σημειώνονται οι περισσότερες θετικές τάσεις είναι το καλοκαίρι, όπου μάλιστα προέκυψε και ένας μεγάλος αριθμός στατιστικά σημαντικών τάσεων. Από την άλλη, οι περισσότερες αρνητικές τάσεις παρατηρούνται κατά το φθινόπωρο και κυρίως στο δείκτη των ελαχίστων θερμοκρασιών. Από γεωγραφικής άποψης, καθίσταται σαφές ότι οι θετικές τάσεις σημειώνονται κατά κόρον στην κεντρική Μεσόγειο και δευτερευόντως στη δυτική. Αντίθετα, οι σταθμοί της ανατολικής Μεσογείου χαρακτηρίζονται κυρίως από αρνητικές τάσεις-πολλές από τις οποίες είναι και στατιστικά σημαντικές-με εξαίρεση την εποχή του καλοκαιριού όπου σημειώνονται και αρκετές θετικές τάσεις. Ανάλογα αποτελέσματα αποκόμισαν τόσο οι Αναγνωστοπούλου κ.ά. (2005) στη μελέτη τους για τις τάσεις των ακραίων θερμοκρασιών σε ελληνικούς σταθμούς, στους οποίους

περιλαμβάνονται όλοι οι σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, όσο και οι Kostoroulou and Jones (2005) για την ανατολική Μεσόγειο γενικότερα. Βέβαια, σε γενικές γραμμές οι τάσεις των ακραίων θερμοκρασιών ακολουθούν τις τάσεις των μέσων, που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.

Η αξιολόγηση του μοντέλου σχετικά με την προσομοίωση των ακραίων θερμοκρασιών έδειξε ότι επικρατεί η υποεκτίμησή τους. Συγκεκριμένα, σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από το δείκτη T_{h10} κατά το καλοκαίρι, η πλειοψηφία των προσομοιωμένων χρονοσειρών είχε μέσο όρο μικρότερο του πραγματικού. Πρέπει να αναφερθεί ότι η υποεκτίμηση του μέσου όρου του δείκτη των μεγίστων θερμοκρασιών είναι πιο σαφής και μαζική απ' ό,τι του δείκτη των ελαχίστων. Η προσομοίωση της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας είχε δώσει παρόμοια αποτελέσματα με αυτά των ακραίων μεγίστων θερμοκρασιών. Στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία, όμως, υπήρχαν εποχές όπου επικρατούσε η υπερεκτίμηση από το μοντέλο, γεγονός που δεν παρατηρείται στο δείκτη T_{h10} . Οι διαφορές των μέσων όρων είναι στις περισσότερες περιπτώσεις στατιστικά σημαντικές, γεγονός που σημαίνει ότι η προσομοίωση δεν είναι ικανοποιητική. Οι λιγότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν στο δείκτη T_{x90} . Από τις εποχές, καλύτερη ήταν η προσομοίωση για το φθινόπωρο, ενώ σχετικά με την περιοχή, στην ανατολική Μεσόγειο φαίνεται να προέκυψαν τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η προσομοίωση των μέσων θερμοκρασιών, επίσης ήταν καλύτερη στις μέγιστες θερμοκρασίες και κατά το φθινόπωρο, αλλά σχετικά με την περιοχή, πιο ικανοποιητικά ήταν τα αποτελέσματα στην κεντρική Μεσόγειο. Η τυπική απόκλιση των χρονοσειρών επίσης υποεκτιμάται από την πλειοψηφία των προσομοιωμένων χρονοσειρών, όπως διαπιστώθηκε και στην περίπτωση των μέσων θερμοκρασιών.

Τέλος, αξιολογήθηκε η ικανότητα του μοντέλου στην προσομοίωση των τάσεων των χρονοσειρών των δεικτών ακραίας θερμοκρασίας. Ανάμεσα στους δύο δείκτες φαίνεται πως προσομοιώνεται περισσότερο ικανοποιητικά η τάση του T_{x90} . Κάτι ανάλογο είχε παρατηρηθεί και στις μέσες θερμοκρασίες, καθώς στη μέση μέγιστη είχαν προκύψει καλύτερα αποτελέσματα από ό,τι στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία. Σχετικά με την εποχιακή μελέτη, η προσομοίωση των τάσεων των ακραίων θερμοκρασιών είναι σαφώς καλύτερη κατά το καλοκαίρι. Ακολουθούν το φθινόπωρο και η άνοιξη, ενώ τελευταίος είναι ο χειμώνας με ελάχιστα ικανοποιητικά αποτελέσματα. Ως προς αυτή την κατεύθυνση δεν υπάρχει πλήρης ταύτιση με τις χρονοσειρές των μέσων θερμοκρασιών, καθώς σε εκείνη την περίπτωση τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν για το φθινόπωρο και τα χειρότερα για την άνοιξη. Πολύ σημαντικό όμως είναι να διαπιστωθεί σε ποια επιμέρους περιοχή της Μεσογείου το μοντέλο κρίνεται ως πιο αξιόπιστο. Προέκυψε πως, όσον αφορά στις τάσεις των χρονοσειρών των δεικτών, τα αποτελέσματα είναι περισσότερο ικανοποιητικά στην ανατολική Μεσόγειο. Από την

άλλη, τα λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα σημειώνονται στην κεντρική Μεσόγειο. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα στις τάσεις των μέσων θερμοκρασιών.

Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα-Συζήτηση

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η αξιολόγηση ενός Περιφερειακού Κλιματικού Μοντέλου (RCM) όσον αφορά στην προσομοίωση της θερμοκρασίας στην περιοχή της Μεσογείου. Τα RCMs αποτελούν σήμερα ένα ιδιαίτερα ελπιδοφόρο εργαλείο που χρησιμοποιείται ευρέως. Από τις πρώτες προσπάθειες χρήσης τους στα τέλη της δεκαετίας του 1980 (Dickinson et al, 1989; Giorgi and Bates, 1989) έως σήμερα, έχουν υποστεί πολλές αλλαγές και έχουν γίνει περισσότερο αξιόπιστα και ρεαλιστικά. Βέβαια, δεν παύουν να παρουσιάζουν τόσο συστηματικά, όσο και τυχαία σφάλματα στην προσομοίωση των κλιματικών παραμέτρων και για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω ανάπτυξη και αξιολόγησή τους, με στόχο την κατανόηση των πηγών των σφαλμάτων τους (Moberg and Jones, 2004).

Στην παρούσα μελέτη, κρίθηκε σκόπιμο για την καλύτερη αξιολόγηση των προσομοιώσεων του μοντέλου να πραγματοποιηθεί σε πρώτο στάδιο μια λεπτομερής μελέτη του καθεστώτος της θερμοκρασίας στη Μεσόγειο. Μελετήθηκε, λοιπόν, η χωρική κατανομή της μέσης ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας στην περιοχή, καθώς και δύο δεικτών ακραίας θερμοκρασίας, των T_{q10} και T_{q90} , που εκφράζουν τις θερμοκρασίες εκείνες που είναι μικρότερες του 10% και μεγαλύτερες του 90% του συνόλου των ελάχιστων και μέγιστων θερμοκρασιών αντίστοιχα. Επίσης μελετήθηκε η διαχρονική πορεία των παραπάνω παραμέτρων κατά την περίοδο μελέτης 1958-2001.

Οι μεγαλύτερες τιμές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας εντοπίζονται στην ανατολική Μεσόγειο, ενώ οι μικρότερες στην κεντρική. Εξαιρέση της πρώτης περίπτωσης αποτελεί ο σταθμός της Αλεξανδρούπολης, ο οποίος παρουσιάζει αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες, και μάλιστα τις χαμηλότερες από όλους τους σταθμούς σε όλες τις εποχές πλην του χειμώνα. Επίσης, το Λάστοβο, αποτελεί εξαιρέση για την κεντρική Μεσόγειο, καθώς παρουσιάζει σε όλες τις εποχές υψηλές σχετικά θερμοκρασίες, σε αντίθεση με τη γενικό προφίλ της περιοχής. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και για το δείκτη των ακραίων ελάχιστων θερμοκρασιών T_{q10} . Οι μικρότερες τιμές του σημειώνονται στο σταθμό της Αλεξανδρούπολης και οι μεγαλύτερες σε σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου και συγκεκριμένα στο νότιο Αιγαίο. Οι μεγαλύτερες τιμές της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας σημειώνονται κατά βάση στους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου, με εξαιρέση το καλοκαίρι, κατά τη διάρκεια του οποίου, η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει ελαφρώς μεγαλύτερες θερμοκρασίες. Οι χαμηλότερες τιμές της μέγιστης θερμοκρασίας εντοπίζονται όπως και αυτές της ελάχιστης στην κεντρική Μεσόγειο. Η μικρότερη μέση μέγιστη θερμοκρασία σημειώνεται στην Μπολόνια για δύο εποχές. Εδώ πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η Μπολόνια αποτελεί το βορειότερο από τους σταθμούς μελέτης, αλλά και

το μοναδικό που δεν είναι παραθαλάσσιος, παράγοντες που αναμφίβολα συμβάλουν στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας της. Από την άλλη, η Λάρνακα, η οποία αποτελεί το νοτιότερο των υπό μελέτη σταθμών, παρουσιάζει σε όλες τις εποχές, πλην του χειμώνα, τη μεγαλύτερη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Ο δείκτης T_{q90} λαμβάνει τις χαμηλότερες τιμές του κυρίως στην κεντρική Μεσόγειο, ενώ τις μεγαλύτερες στη δυτική και ανατολική Μεσόγειο. Όπως είναι αναμενόμενο η κατανομή των δεικτών ακραίας θερμοκρασίας είναι ανάλογη αυτής των μέσων θερμοκρασιών.

Από τη μελέτη των τάσεων των χρονοσειρών της θερμοκρασίας, προέκυψε ότι η μέση ελάχιστη θερμοκρασία εμφανίζει θετικές τάσεις, με το καλοκαίρι να αποτελεί την πιο χαρακτηριστική εποχή, καθώς οι τάσεις όλων των σταθμών είναι θετικές, αλλά και επειδή σημειώνονται οι περισσότερες περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας. Ομοίως, οι θετικές τάσεις επικρατούν των αρνητικών και στη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Υπάρχει όμως μια σημαντική διαφορά-στη μέγιστη θερμοκρασία σημειώνονται περισσότερες αρνητικές τάσεις και μάλιστα υπάρχουν ορισμένες στατιστικά σημαντικές ανάμεσά τους, σε αντίθεση με την ελάχιστη θερμοκρασία, όπου υπήρχε μόνο μία. Πρέπει, όμως, να αναφερθεί ότι διαπιστώθηκε μια διαφοροποίηση μεταξύ των επιμέρους περιοχών της Μεσογείου, η οποία έχει τονιστεί και στο παρελθόν από πολλούς ερευνητές (Kutiel and Maheras, 1998; Sahsamanoglou and Makrogiannis, 1992; Feidas et al., 2004; Bartzokas et al., 1994)-πρόκειται για τη διαφορετική εικόνα που παρουσιάζουν η δυτική και ανατολική Μεσόγειος. Η επικράτηση των θετικών τάσεων δεν είναι τόσο σαφής στους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου όσο στους υπόλοιπους-είναι η περιοχή όπου σημειώνονται οι περισσότερες αρνητικές τάσεις. Επιβεβαιώνεται, λοιπόν, και από την παρούσα μελέτη ότι η θερμοκρασία κατά τα τελευταία χρόνια αυξάνεται με μεγαλύτερους ρυθμούς στη δυτική Μεσόγειο από ότι στην ανατολική, όπου σε κάποιες περιπτώσεις φαίνεται ακόμη και να μειώνεται. Η μελέτη των τάσεων των ακραίων θερμοκρασιών οδηγεί σε ανάλογα συμπεράσματα, με τις θετικές τάσεις να επικρατούν στις περισσότερες περιπτώσεις, με την εξαίρεση της ανατολικής Μεσογείου, όπου σημειώνονται και αρκετές αρνητικές τάσεις.

Προς την ίδια κατεύθυνση κινείται και η μελέτη των πιθανών απότομων κλιματικών αλλαγών στις χρονοσειρές της θερμοκρασίας. Σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης απότομων κλιματικών αλλαγών στην περιοχή της Μεσογείου-με την πλειοψηφία τους να αφορά σε αύξηση της θερμοκρασίας. Αλλαγές προς χαμηλότερες θερμοκρασίες σημειώνονται κυρίως στην ανατολική και στη δυτική Μεσόγειο, αλλά πρέπει να τονιστεί ότι αυτές εντοπίζονται χρονικά στη δεκαετία του 1960 και πολλές από αυτές φαίνεται να ανατρέπονται μέσα στη δεκαετία του 1990. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι χαρακτηριστική κυρίως στη δυτική, αλλά και στην κεντρική Μεσόγειο. Οι περισσότερες αλλαγές αυτής της

κατηγορίας σημειώνονται κατά τις δεκαετίες του 1980 και 1990 και μάλιστα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το γεγονός αυτό έρχεται σε συμφωνία με τις τάσεις που μελετήθηκαν, όπου βρέθηκε πως το καλοκαίρι χαρακτηρίζεται από τις περισσότερες στατιστικά σημαντικές τάσεις. Επίσης, η ανατολική Μεσόγειος για ακόμη μία φορά παρουσιάζει διαφορετική εικόνα, καθώς εντοπίζονται σε αυτήν οι λιγότερες πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές και μάλιστα οι μισές από αυτές αφορούν σε μείωση της θερμοκρασίας. Μόνο κατά το καλοκαίρι και σε δύο από τους επτά σταθμούς σημειώνονται αλλαγές προς υψηλότερες θερμοκρασίες.

Συμπερασματικά, από τη μελέτη του θερμοκρασιακού καθεστώτος στη Μεσόγειο προκύπτει ότι σημειώνεται μία γενική θέρμανση κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες που αφορά τόσο στην αύξηση των μέσων ελάχιστων, όσο και των μέσων μέγιστων θερμοκρασιών. Η θέρμανση αυτή είναι πιο σημαντική στη δυτική και τη κεντρική Μεσόγειο, ενώ στην ανατολική δεν είναι τόσο σαφής. Η εποχή του καλοκαιριού χαρακτηρίζεται από τη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας για όλες τις περιοχές, ακόμη και για την ανατολική Μεσόγειο, στην οποία σημειώνεται αρνητική τάση κατά τις υπόλοιπες εποχές. Σύμφωνα με τους Feidas et al. (2004) κατά το καλοκαίρι εντοπίζεται αυξητική τάση της ατμοσφαιρικής πίεσης στην νοτιοανατολική Μεσόγειο, η οποία συντελεί στην αποδυνάμωση των Ετησίων ανέμων και επομένως στην αύξηση των θερμοκρασιών. Επιπλέον, οι Maheras et al. (2000) διαπίστωσαν αυξητική τάση των αντικυκλωνικών τύπων κυκλοφορίας κατά το καλοκαίρι στην περιοχή της Ελλάδας, γεγονός που επίσης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Όσον αφορά στην υπόλοιπη Μεσόγειο επίσης έχει παρατηρηθεί από αρκετούς μελετητές αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης και συνεπώς της αντικυκλωνικής δραστηριότητας και της θερμοκρασίας κυρίως κατά το χειμώνα (Arseni-Papadimitriou and Maheras, 1991; Piervitali et al., 1997; Feidas et al., 2004;).

Ένα από τα βασικά ζητήματα που βρίσκεται στο κέντρο του ενδιαφέροντος σχετικά με μια ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή, είναι η αστικοποίηση, και το κατά πόσο αυτή επηρεάζει τις χρονοσειρές των υπό μελέτη σταθμών. Με άλλα λόγια, θα μπορούσαν οι τάσεις της θερμοκρασίας που διαπιστώθηκαν στην παρούσα μελέτη να δικαιολογηθούν ή να συνδεθούν με την αστικοποίηση των πόλεων; Οι Quereda-Sala et al. (2000) μελέτησαν τη διαχρονική τάση της θερμοκρασίας σε διάφορες περιοχές της Ισπανίας, με σκοπό να διακρίνουν την ύπαρξη διαφορών μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μια τέτοια διαφορά υπάρχει και εκφράζεται κυρίως μέσω της αύξησης της ελάχιστης θερμοκρασίας στις αστικές περιοχές, που είναι χαρακτηριστική συνέπεια της αστικοποίησης για το κλίμα. Παρατηρώντας τους σταθμούς της παρούσας μελέτης οι οποίοι παρουσιάζουν θετικές τάσεις, φαίνεται πως οι μεγαλύτερες από αυτές σημειώνονται σε πόλεις όπως η Βαλένθια, η Μασσαλία, η Ρώμη και η Μπολόνια, οι οποίες έχουν ταυτόχρονα υποστεί

έντονη αστικοποίηση και χαρακτηρίζονται από μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού (Σχήμα A37 Παραρτήματος). Η Ρώμη μάλιστα παρουσιάζει το φαινόμενο που παρατηρήθηκε και από τους Quereda-Sala et al. (2000), κατά το οποίο σημειώνεται σημαντική αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας, ενώ η μέγιστη παραμένει σταθερή ή παρουσιάζει μικρή μείωση, πρόκειται δηλαδή για τη χαρακτηριστική μείωση του θερμομετρικού εύρους. Αντίθετα, σημαντικές θετικές τάσεις διαπιστώθηκαν και στο Λάστοβο, που είναι μια μικρή πόλη με λίγους κατοίκους η οποία δε χαρακτηρίζεται από έντονη αστικοποίηση, συνεπώς στην περίπτωση αυτή δεν μπορεί να υποτεθεί ότι η αύξηση της θερμοκρασίας συνδέεται με το φαινόμενο αυτό. Για να μελετηθεί όμως αναλυτικότερα η ενδεχόμενη επίδραση της αστικοποίησης στη θερμοκρασία και γενικότερα στο κλίμα, απαιτείται περαιτέρω έρευνα, η οποία δεν αποτελεί σκοπό της συγκεκριμένης μελέτης.

Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε σύγκριση των χαρακτηριστικών της θερμοκρασίας, όπως προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη, με αυτά των προσομοιωμένων χρονοσειρών του μοντέλου. Η βασική μέθοδος σύγκρισης είναι η μελέτη των διαφορών μεταξύ πραγματικών και προσομοιωμένων τιμών-μέσων όρων, αλλά και τυπικών αποκλίσεων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η προσομοίωση λαμβάνει διαφορετικό χαρακτήρα για την ελάχιστη και τη μέγιστη θερμοκρασία. Η ελάχιστη θερμοκρασία υπερεκτιμάται κατά κύριο λόγο από το μοντέλο, κυρίως κατά το φθινόπωρο και το καλοκαίρι αλλά και στις υπόλοιπες εποχές. Αντίθετα, η μέγιστη θερμοκρασία υποεκτιμάται σημαντικά σε όλες τις εποχές. Αυτό σημαίνει ότι οι προσομοιωμένες χρονοσειρές χαρακτηρίζονται από μικρότερο θερμομετρικό εύρος απ' ότι οι πραγματικές. Μεταξύ των δύο παραμέτρων, παρατηρήθηκε ότι η μέγιστη θερμοκρασία προσομοιώνεται περισσότερο ικανοποιητικά από το μοντέλο, ενώ δε σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις εποχές. Από τις επιμέρους περιοχές της Μεσογείου, η καλύτερη προσαρμογή του μοντέλου στα πραγματικά δεδομένα θερμοκρασίας προέκυψε για την κεντρική Μεσόγειο.

Η στατιστική παράμετρος της τυπικής απόκλισης των χρονοσειρών υποεκτιμάται συστηματικά από το μοντέλο. Βέβαια, οι διαφορές που προέκυψαν δεν μπορούν να θεωρηθούν ιδιαίτερα σημαντικές. Τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν για την ελάχιστη αυτή τη φορά θερμοκρασία, για την εποχή της άνοιξης, ενώ από γεωγραφικής άποψης αυτά είναι ομοιόμορφα στην περιοχή μελέτης.

Η αξιολόγηση του μοντέλου όσον αφορά στις τάσεις των χρονοσειρών της θερμοκρασίας, έδειξε πως η προσομοίωση είναι καλύτερη για τη μέγιστη θερμοκρασία, για την εποχή του φθινοπώρου και για την ανατολική Μεσόγειο.

Στην περίπτωση των δεικτών ακραίας θερμοκρασίας το μοντέλο λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο στους δύο δείκτες καθώς οι προσομοιωμένες χρονοσειρές

υποεκτιμούν τις πραγματικές. Βέβαια, όπως και στις μέσες θερμοκρασίες, έτσι και στις ακραίες, η υποεκτίμηση του δείκτη που αφορά στις μέγιστες είναι πιο χαρακτηριστική από αυτή των ελάχιστων. Σε γενικές γραμμές φαίνεται πως η προσομοίωση των ακραίων θερμοκρασιών είναι λιγότερο ικανοποιητική από αυτή των μέσων, γεγονός που εκφράζεται από το μεγαλύτερο πλήθος στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ προσομοιωμένων και πραγματικών τιμών. Σε ανάλογα αποτελέσματα κατέληξαν και οι Jacob et al. (2007). Μεταξύ των δύο δεικτών τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν για τον T_{α90}, από τις εποχές ξεχωρίζει το φθινόπωρο και γεωγραφικά η ανατολική Μεσόγειος. Η τυπική απόκλιση των χρονοσειρών υποεκτιμάται σε όλες τις περιπτώσεις κατ' αντιστοιχία με τις μέσες θερμοκρασίες. Τέλος, όσον αφορά στις τάσεις των χρονοσειρών η προσομοίωση είναι καλύτερη για τον T_{α90}, για το καλοκαίρι και για την ανατολική Μεσόγειο.

Ένας από τους παράγοντες που πιθανότατα συνεισφέρει στην παραγωγή των σφαλμάτων που διαπιστώθηκαν είναι η πολύπλοκη τοπογραφία της περιοχής μελέτης, η οποία ενδέχεται να είναι διαφορετική στο μοντέλο απ' ότι στην πραγματικότητα. Επίσης, παρατηρήθηκε, όπως και σε άλλες μελέτες (Moberg and Jones, 2004), ότι οι προσομοιωμένες τιμές της θερμοκρασίας διαφέρουν σημαντικά ανάμεσα σε σημεία πλέγματος που βρίσκονται πάνω από τη θάλασσα και πάνω από την ξηρά, με τα τελευταία, όπως είναι αναμενόμενο, να δίνουν πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα. Όμως, σε ορισμένες περιπτώσεις, κυρίως σε νησιωτικούς σταθμούς (Λάστοβο, Κύθηρα, Νάξος), ήταν αδύνατο να ληφθούν υπόψη μόνο σημεία πλέγματος που βρίσκονται πάνω από την ξηρά, επειδή αυτά ήταν πολύ λίγα. Συνηθισμένη πηγή σφαλμάτων στα μοντέλα αποτελούν οι παραμετροποιήσεις που περιλαμβάνονται σε αυτά (Noguer et al., 1998; Moberg and Jones, 2004; Bergant et al., 2007), γεγονός που πιθανότατα ισχύει και στη συγκεκριμένη περίπτωση. Επιπλέον, σφάλματα είναι δυνατό να υπάρχουν και στα δεδομένα ERA40, που παρέχουν τις οριακές συνθήκες για τη λειτουργία του μοντέλου.

Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα μελέτη, είναι ότι οι προσομοιωμένες θερμοκρασίες της περιόδου ελέγχου από το μοντέλο ALADIN αποκλίνουν από τις πραγματικές για τους σταθμούς της Μεσογείου που μελετήθηκαν. Είναι βέβαια αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος όσον αφορά στη λειτουργία των μοντέλων, αλλά η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει την ανάγκη για ακόμη μεγαλύτερη βελτίωση των χαρακτηριστικών τους. Προς αυτήν την κατεύθυνση κρίνεται σημαντική η συμβολή της μελέτης αυτής, καθώς παρέχει μια ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των σφαλμάτων του μοντέλου. Συμπερασματικά, θα πρέπει η χρήση του συγκεκριμένου, αλλά και οποιουδήποτε, μοντέλου στην παραγωγή μελλοντικών κλιματικών σεναρίων να γίνεται με μεγάλη προσοχή και επιφυλακτικότητα.

Βιβλιογραφία

- Aesawy AM** and Hasanean HM (1998): Annual and seasonal climatic analysis of surface air temperature at six southern Mediterranean stations. *Theoretical and Applied Climatology* **61**: 55-68
- Arseni-Papadimitriou A** and Maheras P (1991): Some statistical characteristics of air temperature variations at four Mediterranean stations. *Theoretical and Applied Climatology* **43**: 105-112
- Balafoutis C** and Arseni-Papadimitriou A (1996): Analysis of the temperature data over the Mediterranean Basin. *Prace Geograficzne-Zeszyt* **102**: 321-327
- Bartzokas A** and Metaxas DA (1994): Spatial and temporal sea-surface temperature covariances in the Mediterranean. *International Journal of Climatology* **14**: 201-213
- Bergant KI**, Belda M and Halenka T (2007): Systematic errors in the simulation of European climate (1961-2000) with RegCM3 driven by NCEP/NCAR reanalysis. *International Journal of Climatology* **27**: 455-472
- Bolle HJ** (2003): "Climate, Climate Variability, and Impacts in the Mediterranean Area: An Overview", from: Bolle HJ (editor, 2003): *Mediterranean Climate: Variability and Trends*. Springer- Verlag. pp. 5- 85
- Brunetti M**, Buffoni L, Maugeri M and Nanni T (2000): Trend of minimum daily temperatures in Italy from 1865 to 1996. *Theoretical and Applied Climatology* **66**: 49-60
- Bubnová R**, Hello G, Bénard P and Geleyn JF (1995): Integration of the Fully Elastic Equations Cast in the Hydrostatic Pressure Terrain-Following Coordinate in the Framework of the ARPEGE/Aladin NWP System. *Monthly Weather Review* **123**: 515-535
- Chen M**, Dickinson Re, Zeng X and Hahmann AN (1996): Comparison of precipitation observed over the continental United States to that simulated by a Climate Model. *Journal of Climate* **9**: 2233-2249
- Christensen JH**, Macheinbauer B, Jones RG, Schär C, Ruti PM, Castro M and Visconti G (1997): Validation of present-day regional climate simulations over Europe: LAM simulations with observed boundary conditions. *Climate Dynamics* **13**: 489-506
- Covey C**, AchutaRao KM, Cubasch U, Jones P, Lambert SJ, Mann ME, Phillips TJ and Taylor KE (2003): An overview of results from the Coupled Model Intercomparison Project. *Global Planetary Change* **37**: 103-133
- Cubasch U**, von Storch H, Waszkewitz J and Zorita E (1996): Estimates of climate change in southern Europe. *Climate Research* **7**: 129-149

- Dickinson R**, Errico R, Giorgi F and Bates G (1989): A Regional Climate Model for the western United States. *Climate Change* **15**: 383-422
- Feidas H**, Makrogiannis T and Bora-Senta E (2004): Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955-2001. *Theoretical and Applied Climatology* **79**: 185-208
- Folland CK**, Miller C, Bader D, Crowe M, Jones P, Plummer N, Richman M, Parker DE, Rogers J and Scholefield P (1999): Workshop on indices and indicators for climate extremes, Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997. Breakout of group c. Temperature indices for climate extremes. *Climate Change* **42**: pp. 31-43
- Frich P**, Alexander LV, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Klein Tank AMG and Peterson T (2002): Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research* **19**: 193-212
- Gallardo CI**, Arribas A, Prego JE, Gaertner MA and De Castro M (2001): Multi-year simulations using a regional-climate model over the Iberian Peninsula: Current climate and doubled CO₂ scenario. *Quarterly Journal of Royal Meteorology Society* **127**: 1659-1681
- Gates WL** (1992): AMIP: The Atmospheric Model Intercomparison Project. *Bulletin of American Meteorology Society* **73**: 1962-1970
- Giorgi F** and Bates G (1989): The climatological skill of a regional model over complex terrain. *Monthly Weather Review* **117**: 2325-2347
- Giorgi F**, Hewitson B, Christensen J, Hulme M, von Storch H, Whetton P, Jones R, Mearns L and Fu C (2001): *Regional Climate Information-Education and Projections*. Chapter 10, IPCC 2001.
- Hurrell JW** (1995): Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science* **269**: 676-679
- Huth R**, Mládek R, Metelka I, Sedláč P, Huthová Z, Kliegrová S, Kyselý J, Pokorná L, Halenka T and Janou M (2003): On the integrability of limited-area numerical weather prediction model Aladin over extended time periods. *Studia Geophysica et Geodaetica* **47**: 863-873
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** (2007): *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press
- Jacob D**, Bärring L, Christensen OB, Christensen JH, de Castro M, Déqué M, Giorgi F, Hagemann S, Hirschi M, Jones R, Kjellström E, Lenderink G, Rockel B, Sánchez E, Schär C, Seneviratne SI, Somot S, van Ulden A and van den Hurk B (2007): An inter-

comparison of regional climate models for Europe: model performance in present-day climate. *Climatic Change* **81**: 31-52

Jones RG, Murphy JM and Noguer M (1995): Simulation of climate change over Europe using a nested regional-climate model. I: Assessment of control climate, including sensitivity to location of lateral boundaries. *Quarterly Journal of Royal Meteorology Society* **121**: 1413-1449

Karas J (1997): Climate Change and the Mediterranean Region. Report prepared for Greenpeace. *Greenpeace International*, Amsterdam, p. 34. (available on-line: <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/climate-change-and-the-mediterranean.pdf>)

Klein Tank AMG and Co-authors (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *International Journal of Climatology* **22**: 1441-1453.

Kostopoulou E and Jones PD (2005): Assessment of climate extremes in the eastern Mediterranean. *Meteorology and Atmospheric Physics* **89**: 69-85

Kostopoulou E, Giannakopoulos C, Anagnostopoulou C, Tolika K, Maheras P, Vafiadis M and Founda D (2007): Simulating maximum and minimum temperature over Greece: a comparison of three downscaling techniques. *Theoretical and Applied Climatology* **90**: 65-82

Kutiel H and Maheras P (1998): Variations in the temperature regime across the Mediterranean during the last century and their relationship with circulation indices. *Theoretical and Applied Climatology* **61**: 39-53

Lambert SJ and Boer GJ (2001): CMIP1 evaluation and intercomparison of coupled climate models. *Climate Dynamics* **17**: 83-106

Maheras P and Kutiel H (1999): Spatial and temporal variations in the temperature regime in the Mediterranean and their relationship with circulation during the last century. *International Journal of Climatology* **19**: 745-764

Maheras P, Patrikas I, Karacostas Th and Anagnostopoulou Chr (2000): Automatic classification of circulation types in Greece: methodology, description, frequency, variability and trend analysis. *Theoretical and Applied Climatology* **67**: 205-223

Meehl GA, Boer GJ, Covey C, Latif M and Stouffer RJ (2000): The Coupled Model Intercomparison Project (CMIP). *Bulletin of American Meteorological Society* **81**: 313-318

Moberg A and Jones PD (2004): Regional climate model simulations of daily maximum and minimum near-surface temperatures across Europe compared with observed station data 1961-1990. *Climate Dynamics* **23**: 695-715

- Nieto S** and Rodriguez-Puebla C (2006): Comparison of Precipitation from Observed Data and General Circulation Models over the Iberian Peninsula. *Journal of Climate* **19**: 4254-4275
- Noguer M**, Jones R and Murphy J (1998): Sources of systematic errors in the climatology of a regional climate model over Europe. *Climate Dynamics* **14**: 691-712
- Palutikof JP** and Wigley TML (1996): "Developing climate change scenarios for the Mediterranean region", from: Jeffic L, Keckes S, Pernetta JC (editors, 1996): *Climate Change and the Mediterranean*, Arnold. pp. 27-56.
- Piervitali E**, Colacino M and Conte M (1997): Signals of climatic change in the central-western Mediterranean basin. *Theoretical and Applied Climatology* **58**: 211-219
- Press WH**, Teukolsky SA, Vetterling WT and Flannery BP (1992): Numerical Recipes in C: The art of scientific computing. Cambridge University Press, 642-645 (available on-line: <http://www.nrbook.com/a/bookcpdf.php>).
- Quereda-Sala J**, Gil-Olcina A, Perez-Cuevas A, Olcina-Cantos J, Rico-Amoros A and Montón-Chiva E (2000): Climatic warming in the Spanish Mediterranean: Natural trend or urban effect. *Climatic Change* **46**: 473-483
- Sahsamanoglou HS** and Makrogiannis TJ (1992): Temperature trends over the Mediterranean region, 1950-88. *Theoretical and Applied Climatology* **45**: 183-192
- Sinott RW** (1984): Virtues of the Haversine. *Sky and Telescope* **68** (2): 159
- Sushama L**, Laprise R, Caya D, Frigon A and Slivitzky M (2006): Canadian RCM projected climate-change signal and its sensitivity to model errors. *International Journal of Climatology* **26**: 2141-2159
- Tolika K**, Maheras P, Flocas HA and Arseni-Papadimitriou A (2006): An evaluation of a General Circulation Model (GCM) and the NCEP-NCAR reanalysis data for winter precipitation in Greece. *International Journal of Climatology* **26**: 935-955
- Trenberth KE** and Shea D (1997): Atmospheric circulation changes and links to changes in rainfall and drought. *Seventh Conference on Climate Variations*, California, J14-J17
- Trewartha TG** (1961): *The Earth's Problem Climates*. The University of Wisconsin Press. pp.223- 247
- von Storch H** and Zwiers FW (1999): *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge Univeristy Press. pp. 112
- Wilks DS** (1995): *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press. pp. 4-5, 160-161
- Αναγνωστοπούλου Χ**, Τολικά Κ και Μαχαίρας Π (2005): Μελέτη των τάσεων των ακραίων καιρικών συνθηκών στον ευρύτερο ελλαδικό χώρο για το δεύτερο μισό

του 20^{ου} αιώνα (Μέρος Β-Θερμοκρασία). Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Μετεωρολογίας- Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Λευκωσία, 500-507

Ηλεκτρονικές πηγές:

http://www.cnrm.meteo.fr/gmgec/site_engl/modelisation_numerique_en.html

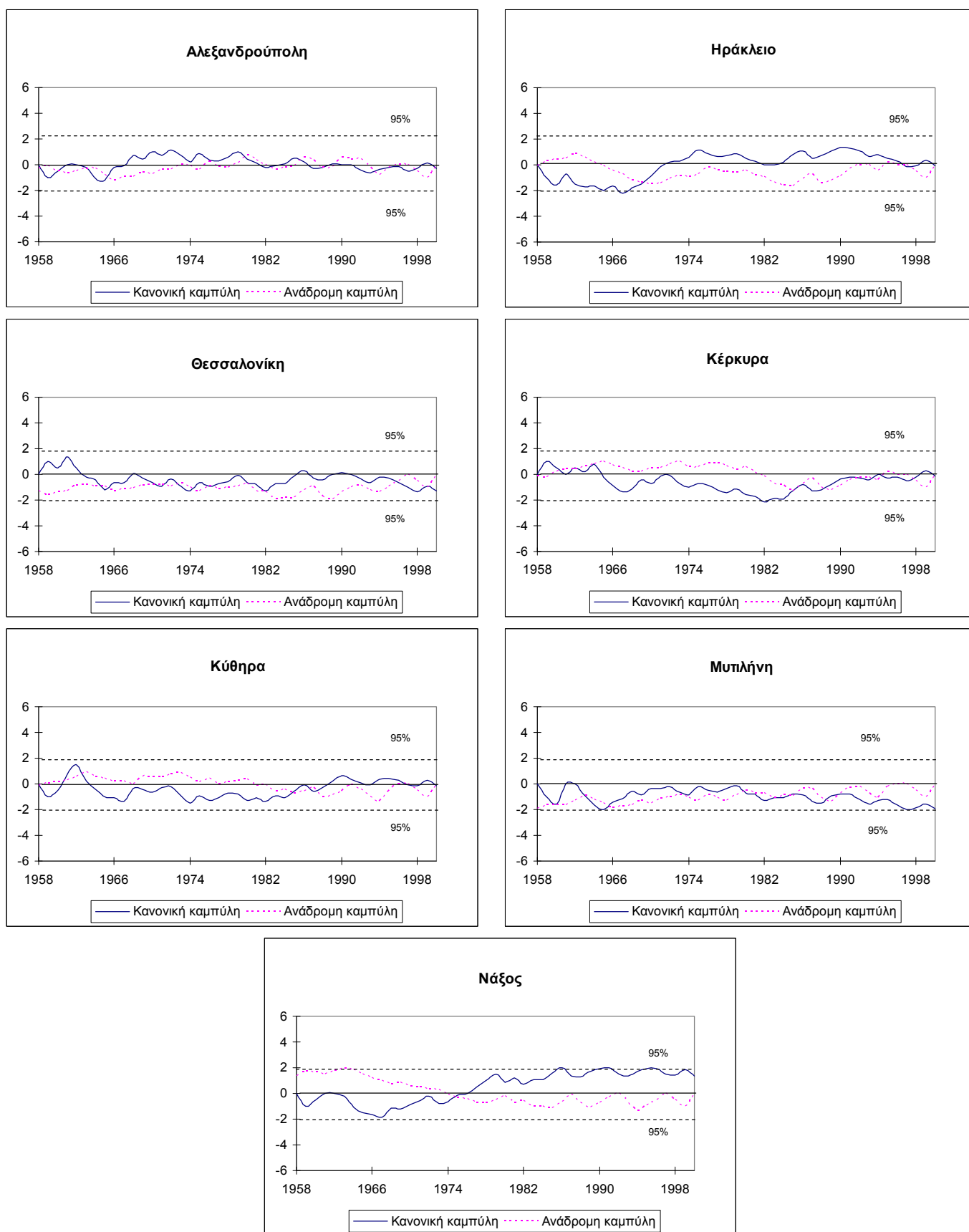
<http://www.eca.knmi.nl>

<http://www.mad.zmaw.de/uploads/media/e40Overview.pdf>

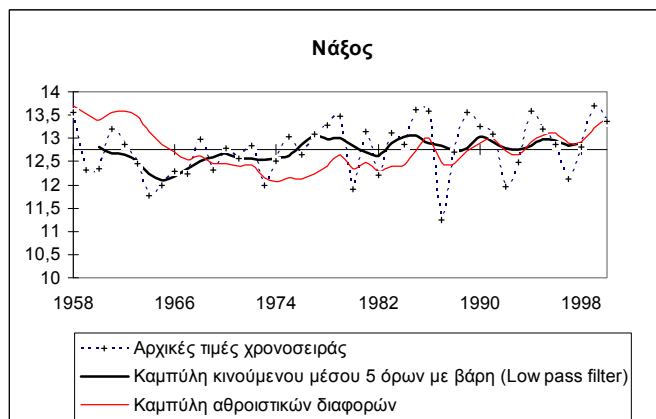
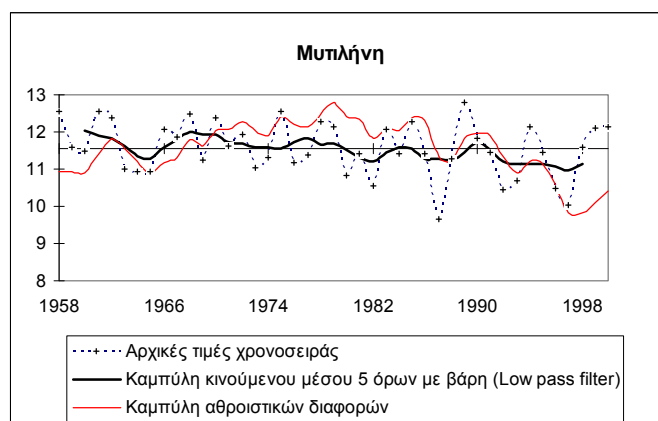
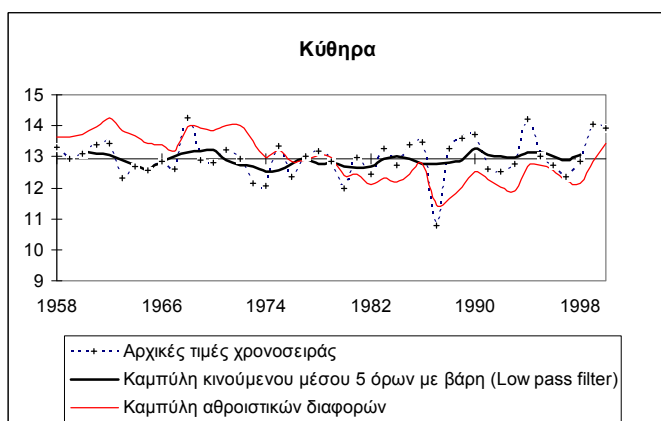
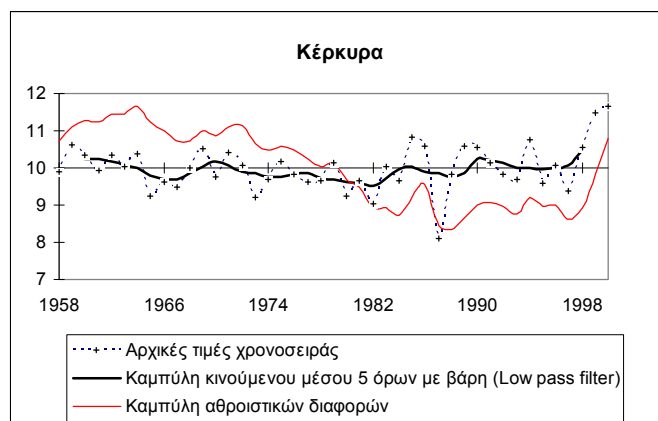
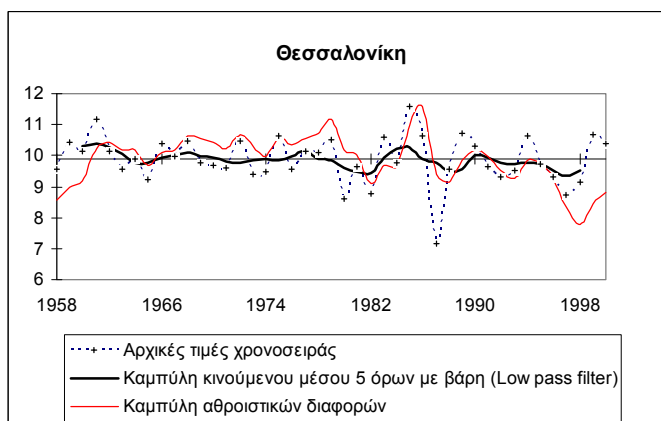
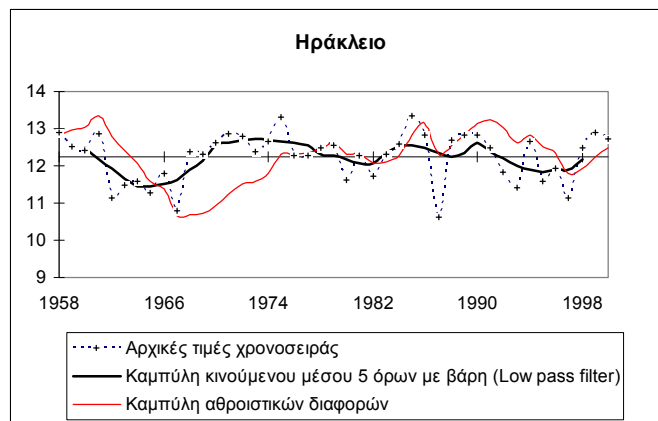
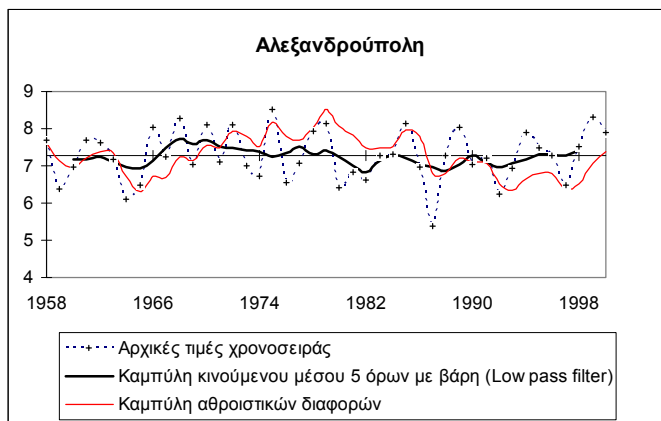
<http://www.cisl.ucar.edu/news/04/newsitems/0303.era40.html>

<http://www.ecmwf.int/research/era>

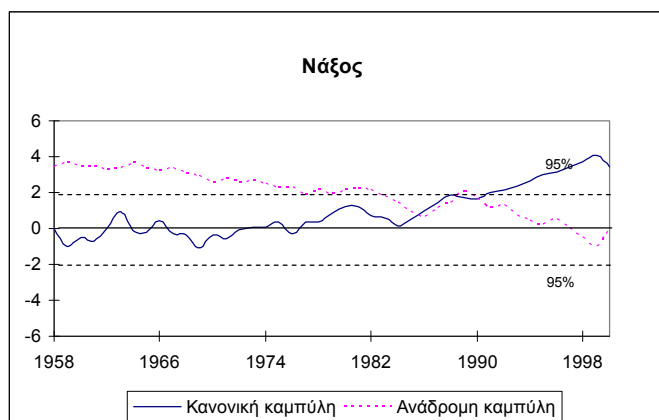
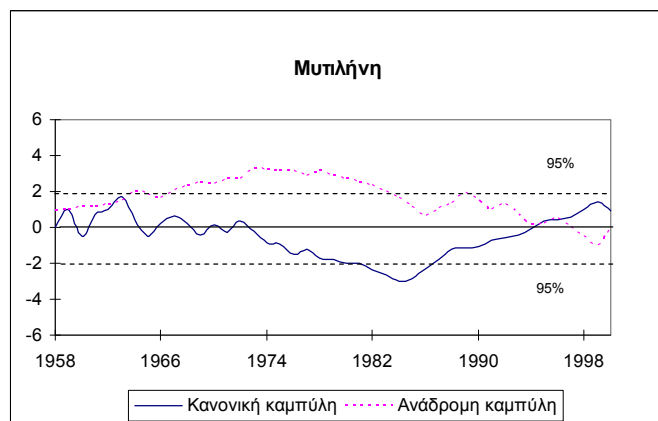
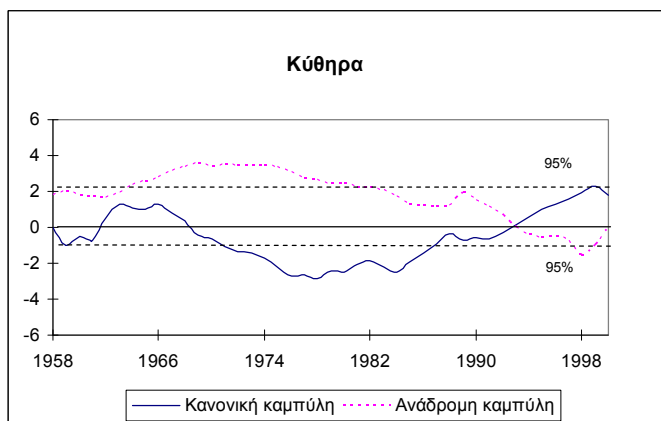
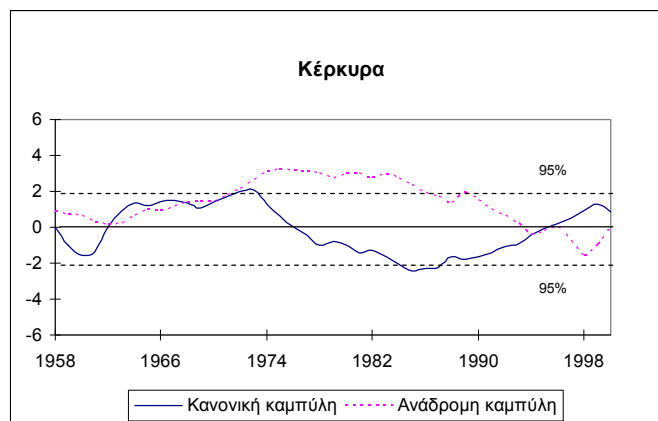
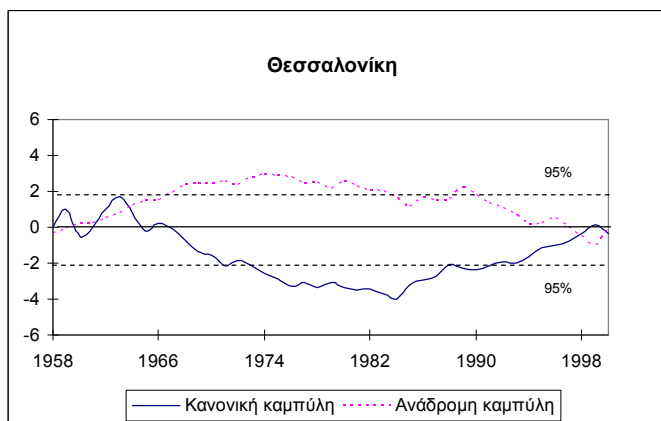
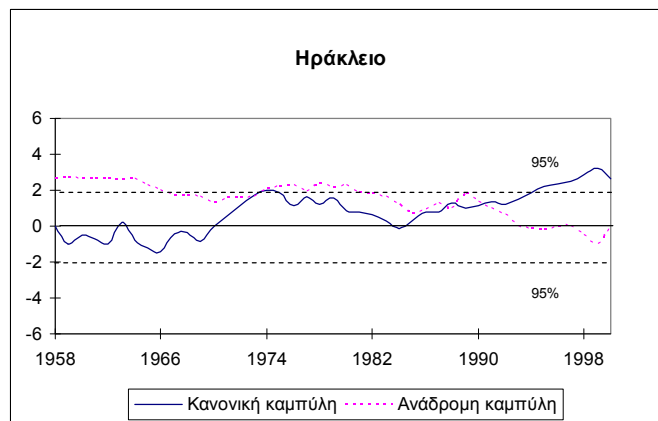
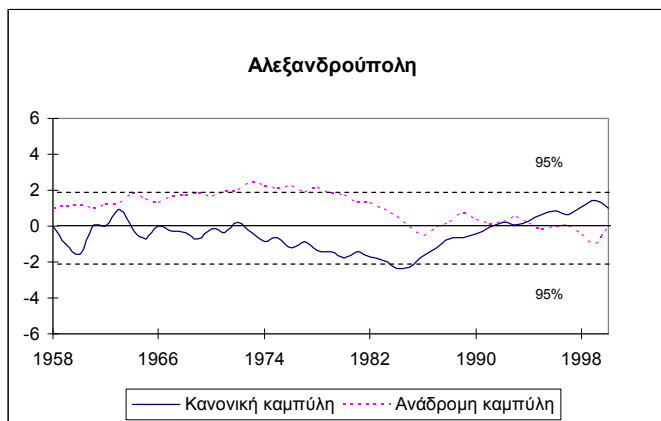
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α



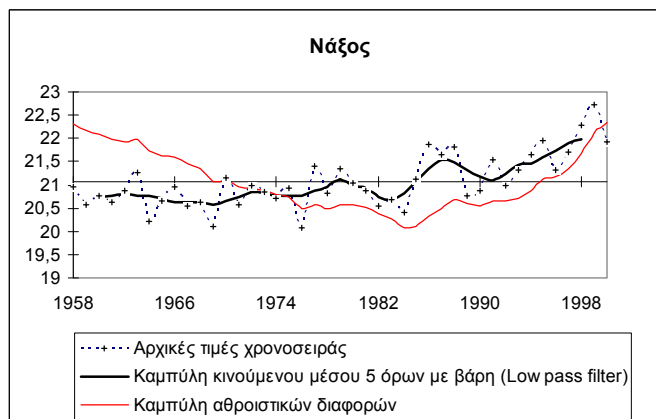
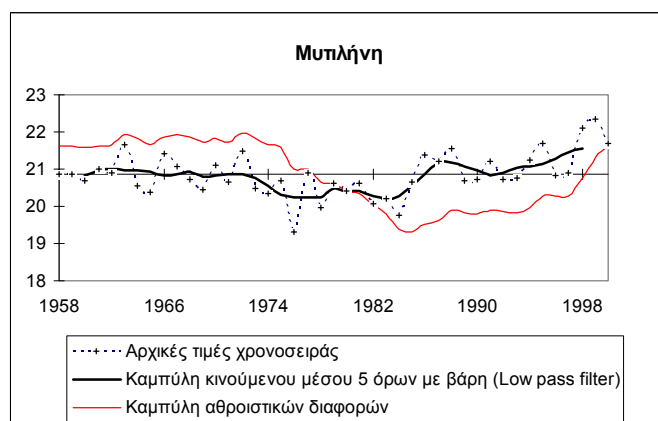
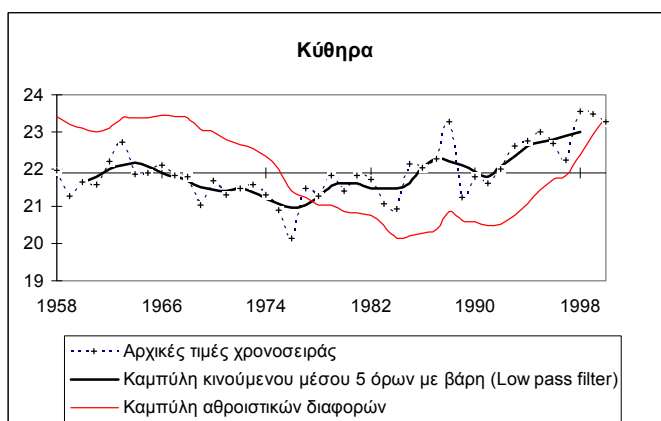
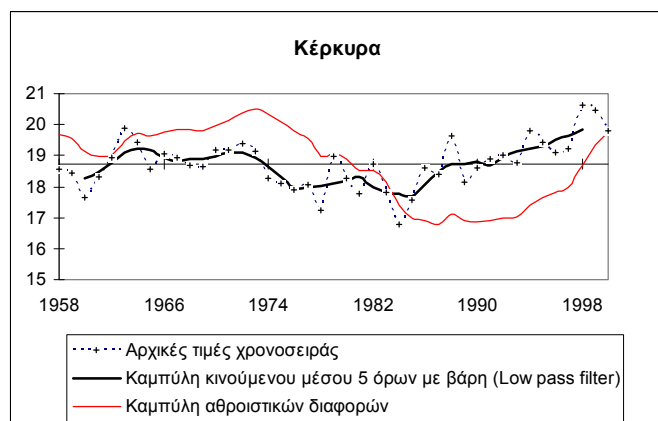
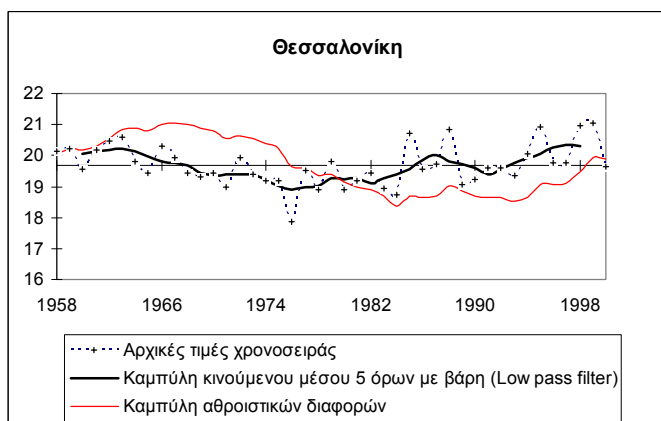
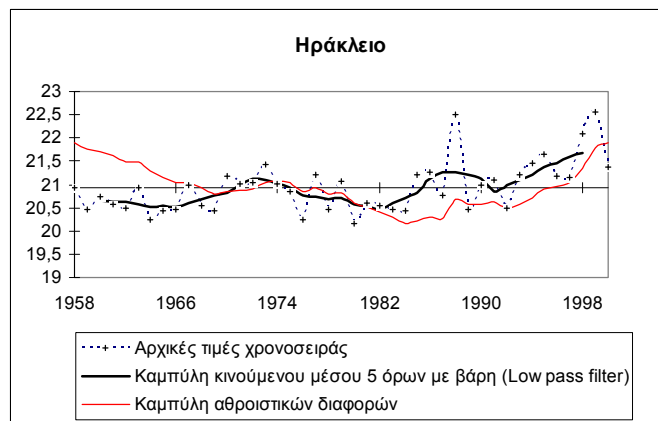
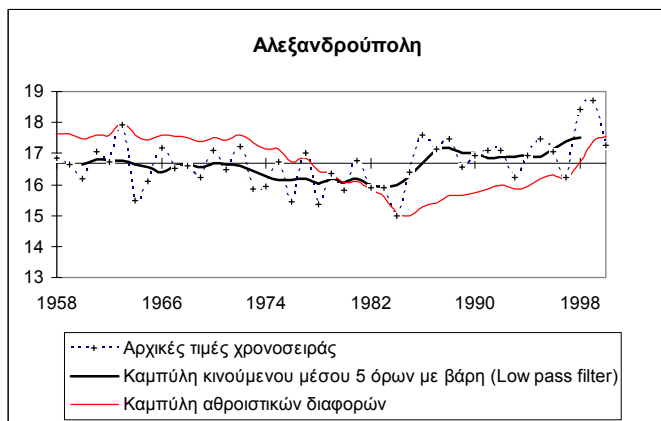
Σχήμα Α1. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την άνοιξη.



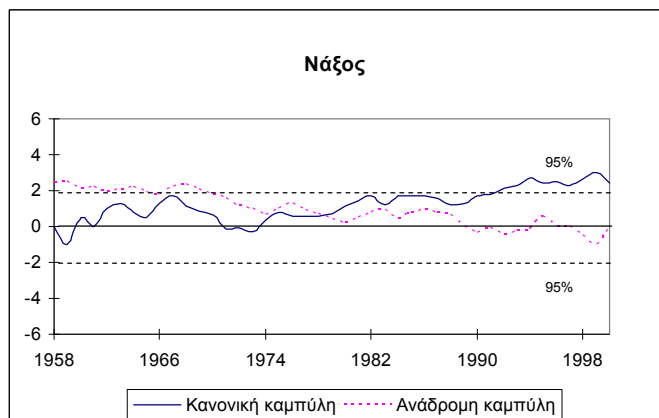
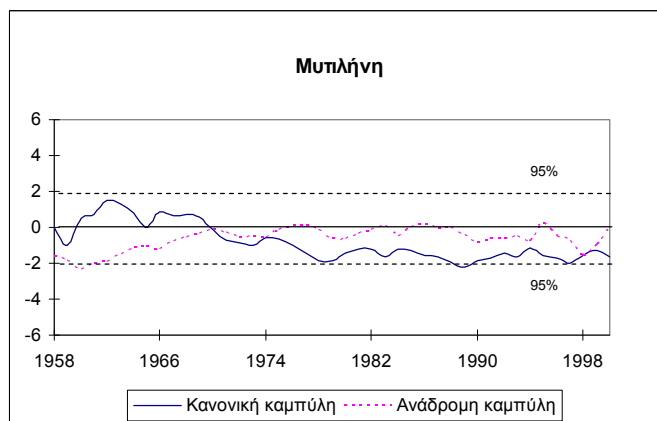
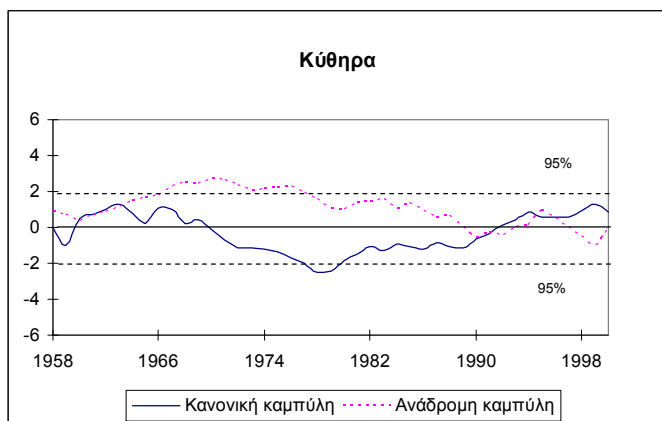
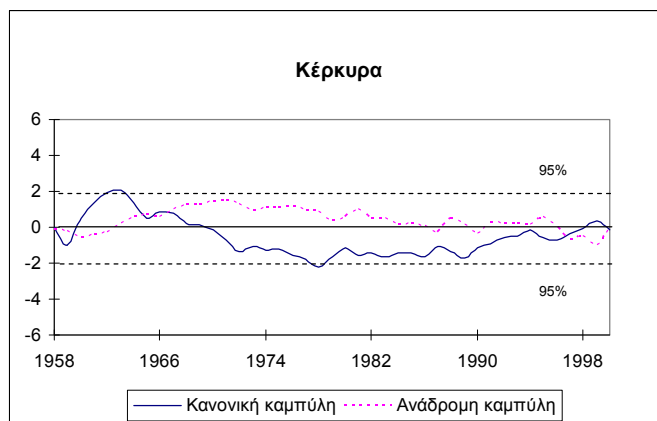
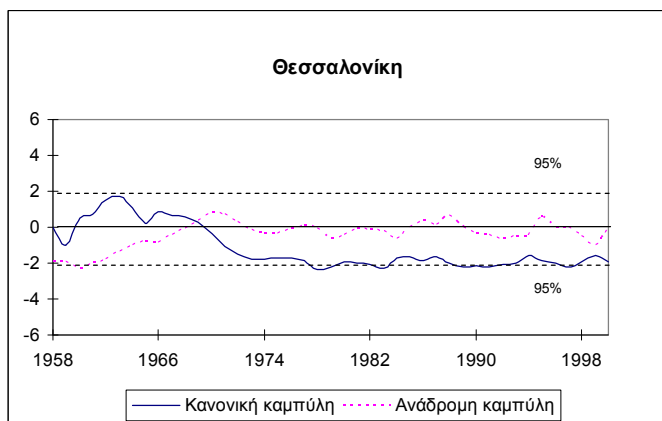
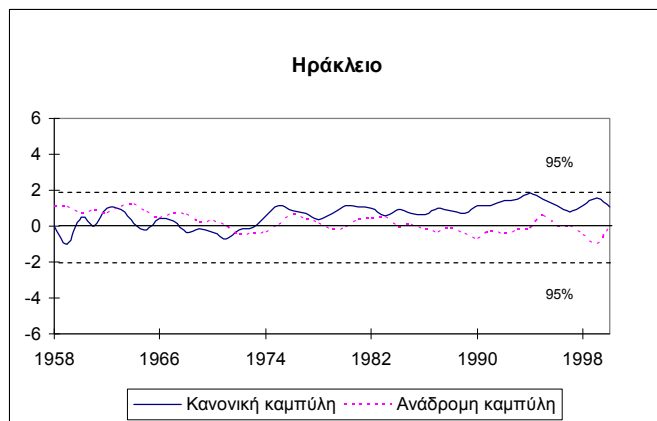
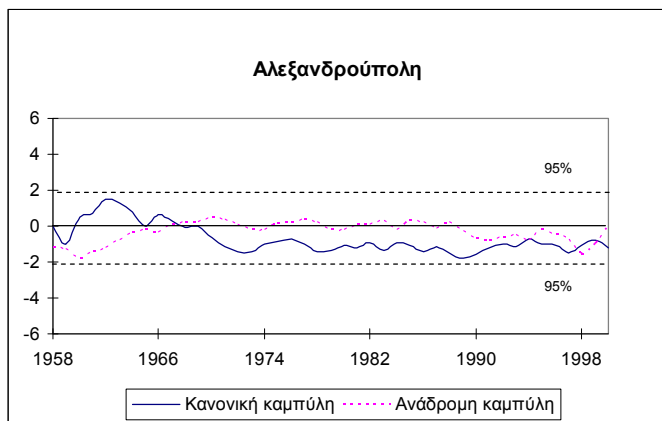
Σχήμα Α2. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης (ανατολική Μεσόγειος).



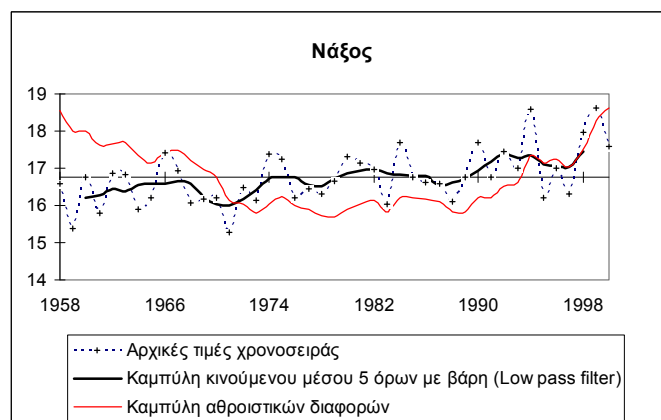
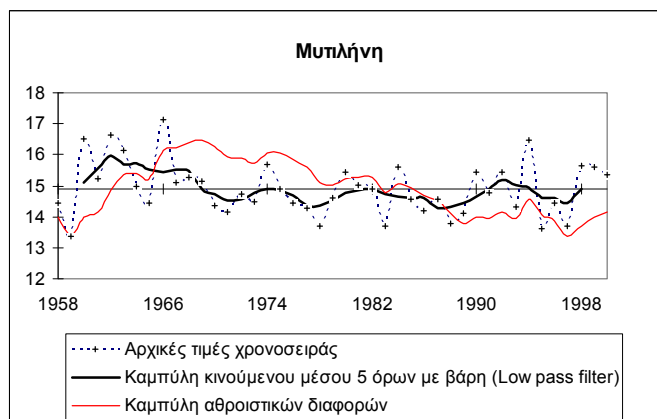
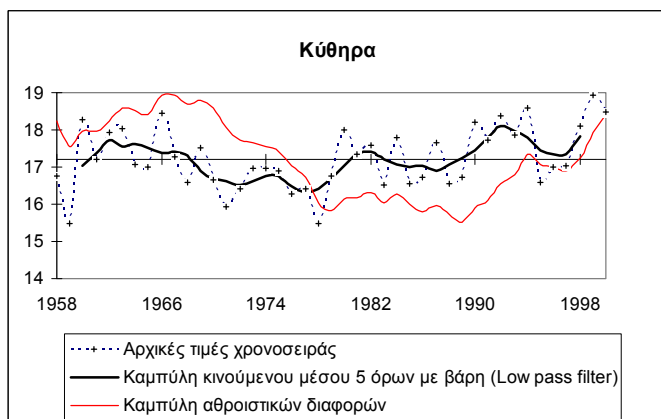
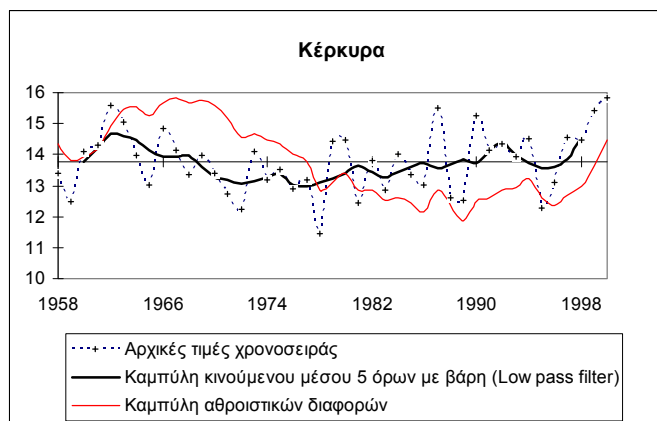
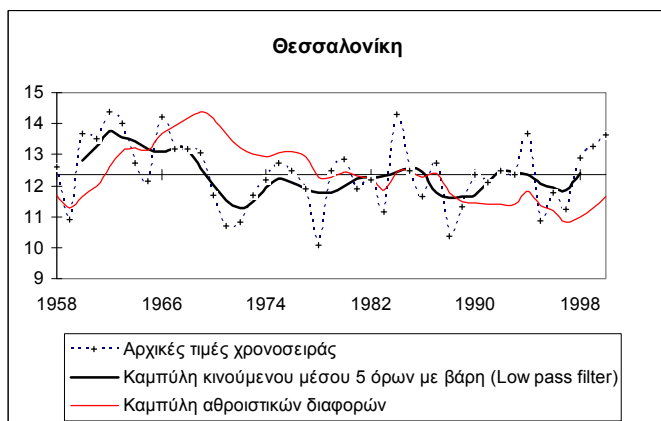
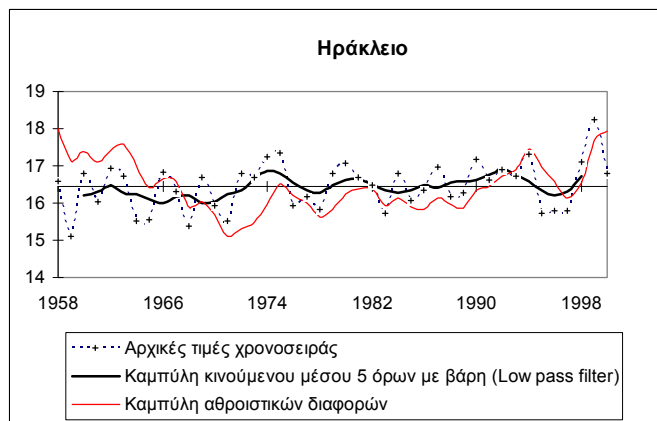
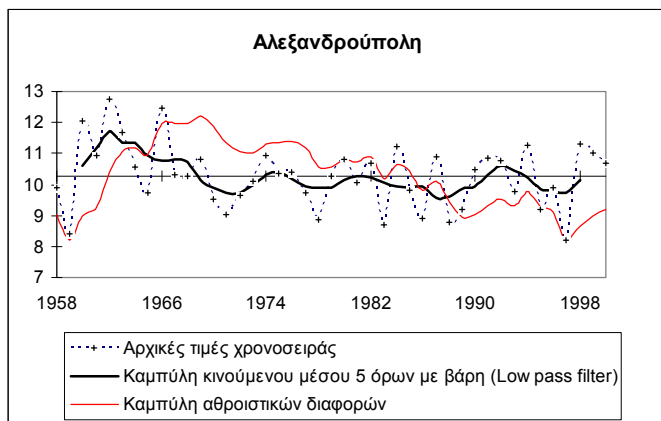
Σχήμα Α3. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι.



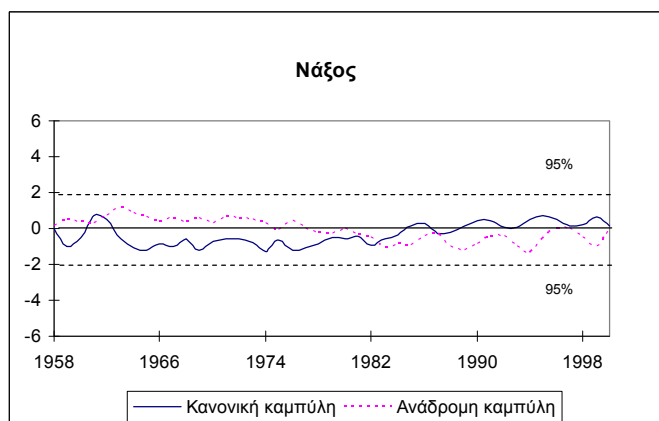
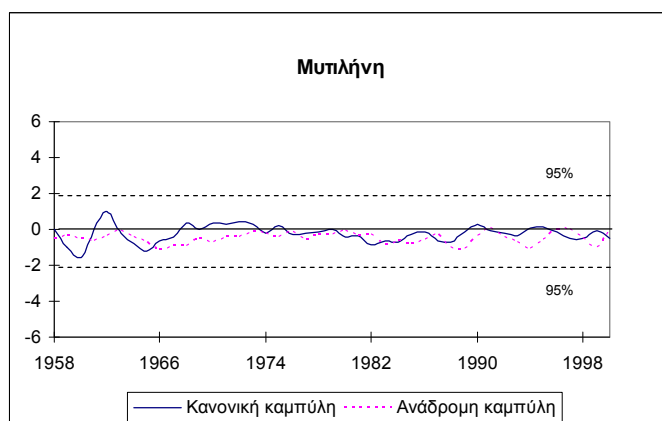
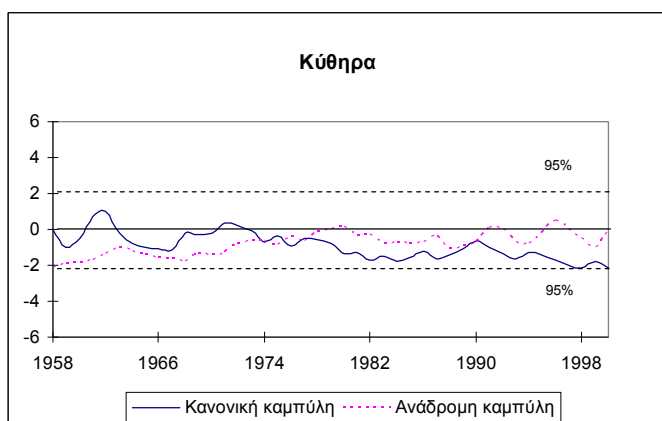
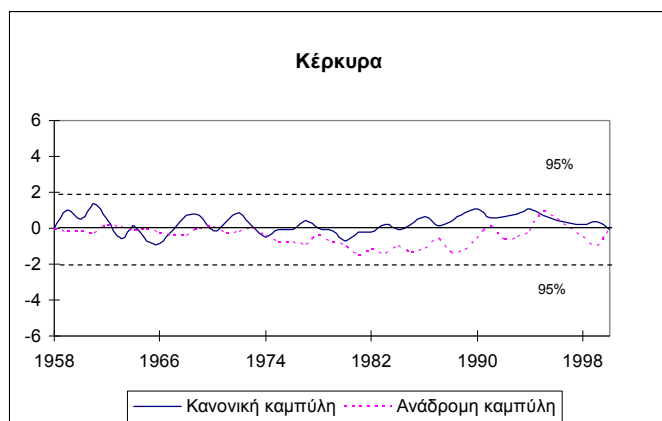
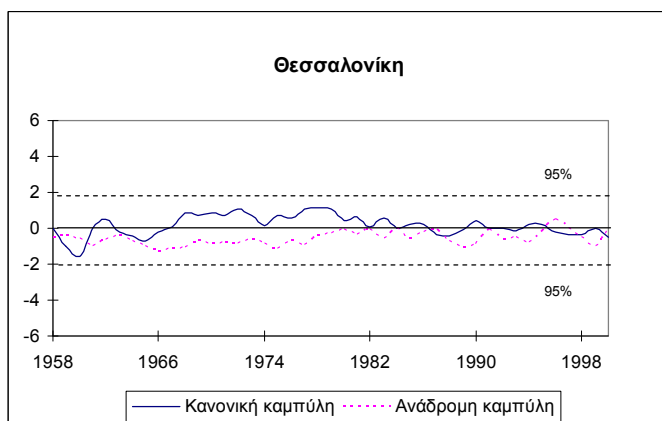
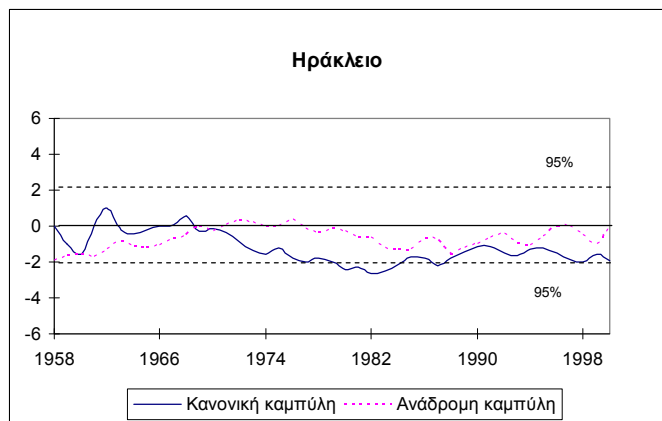
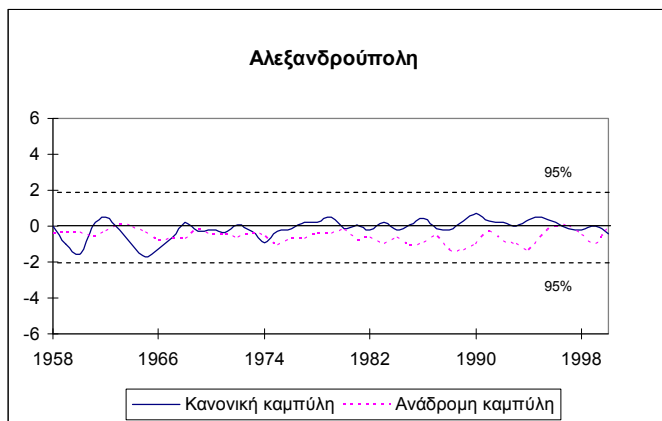
Σχήμα Α4. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (ανατολική Μεσόγειος).



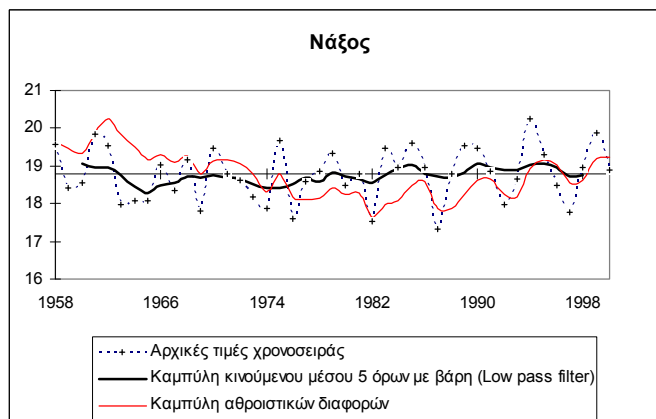
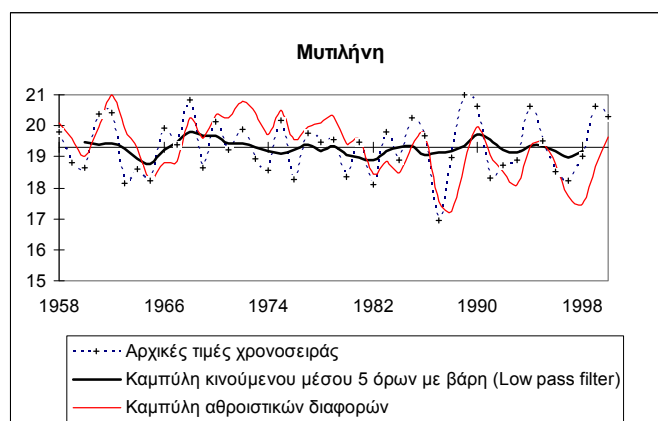
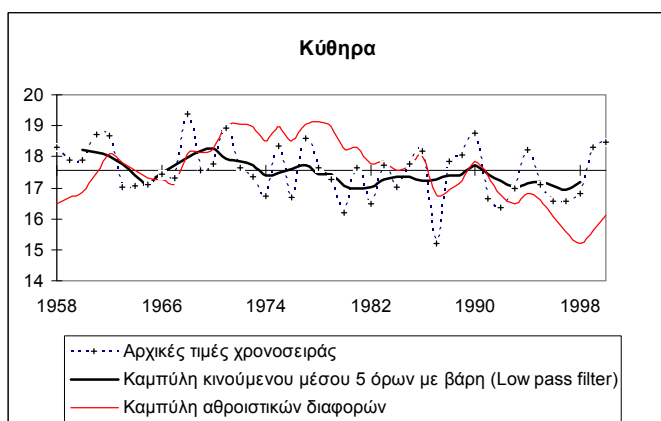
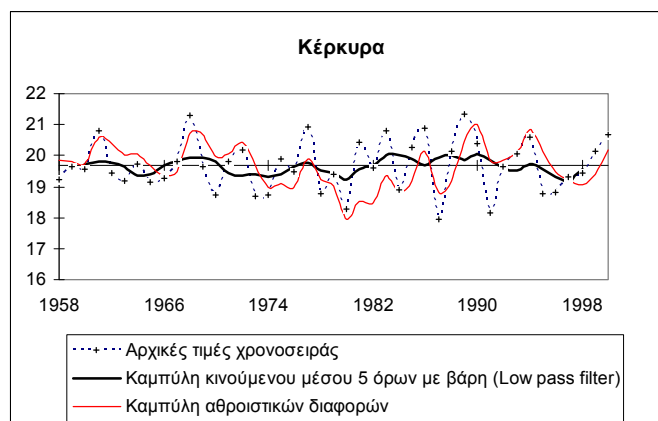
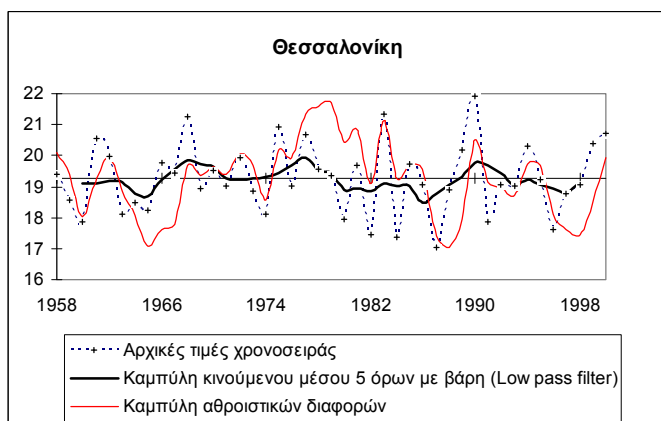
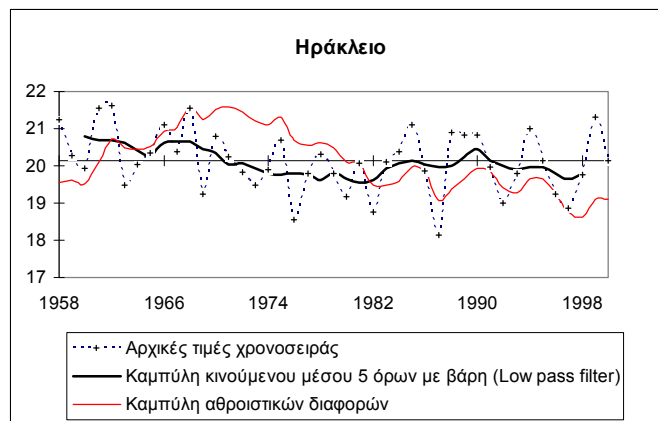
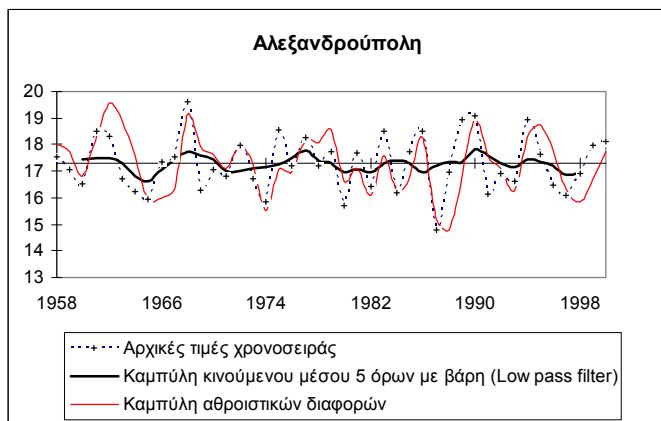
Σχήμα Α5. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο.



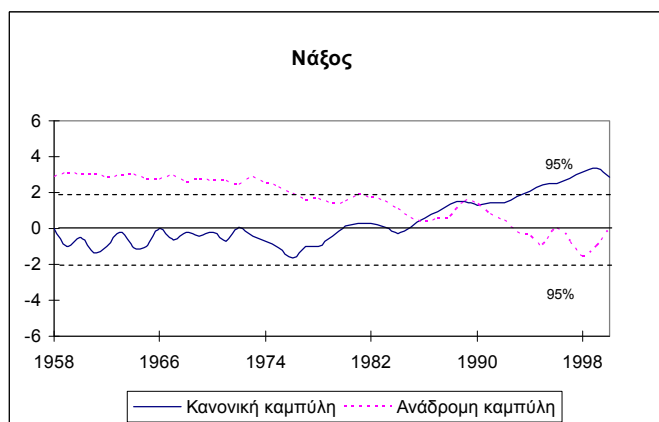
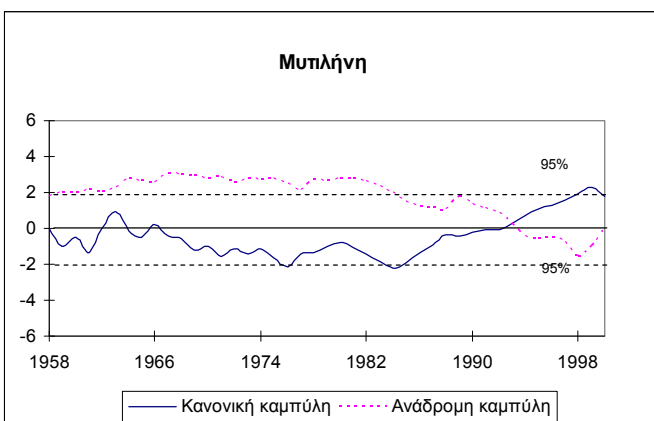
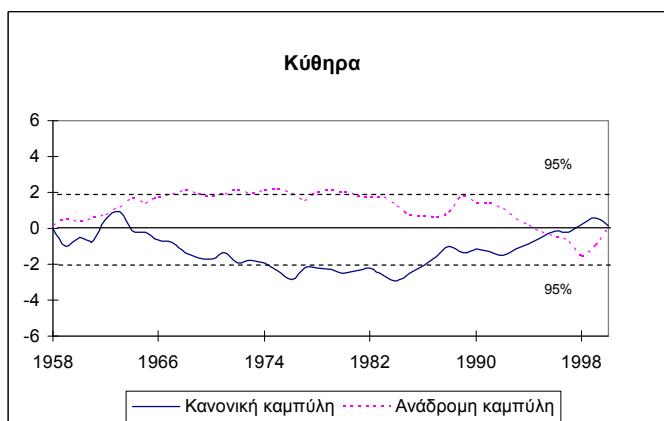
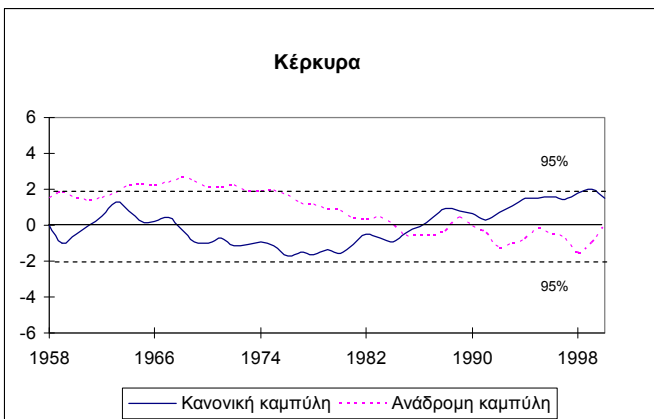
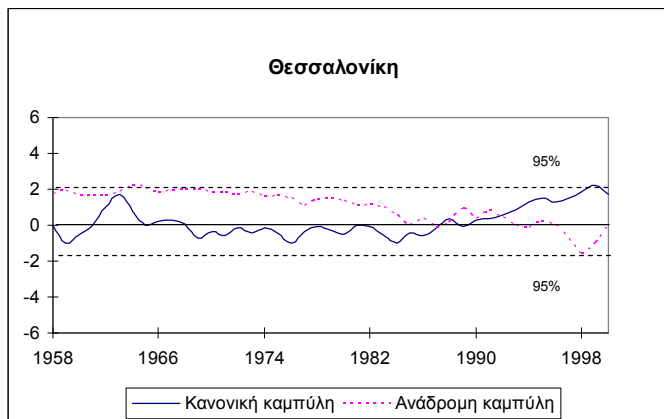
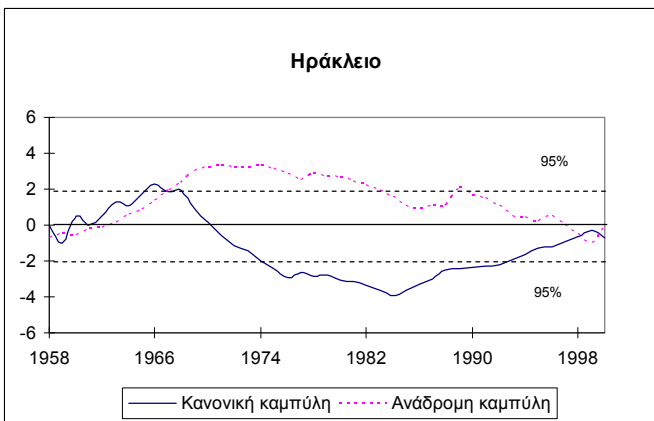
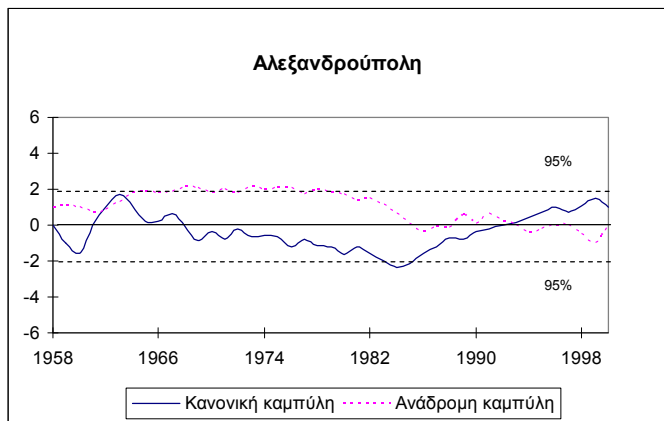
Σχήμα Α6. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου (ανατολική Μεσόγειος).



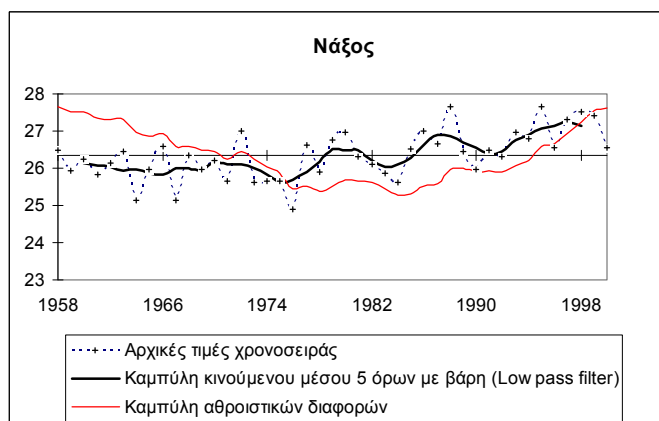
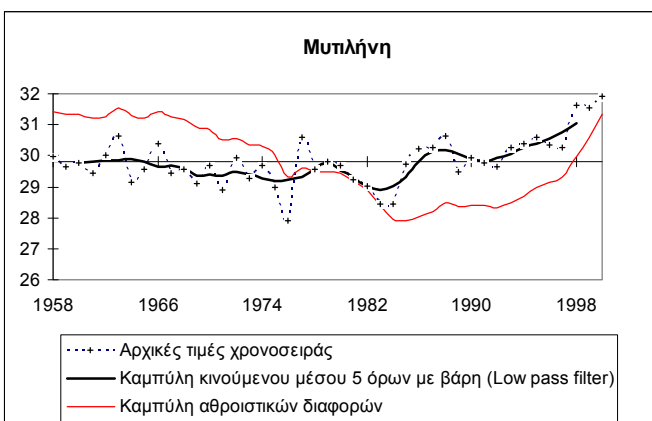
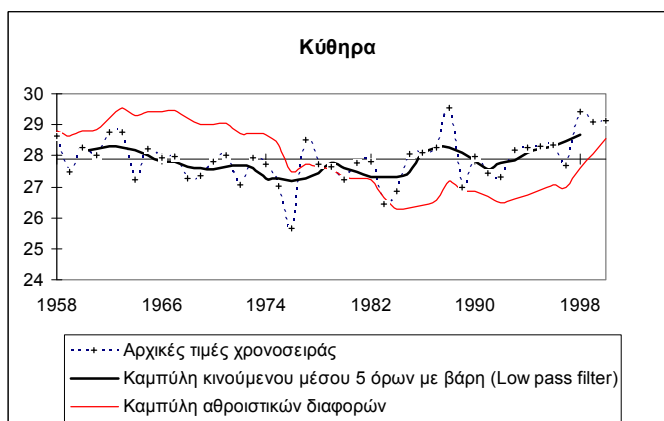
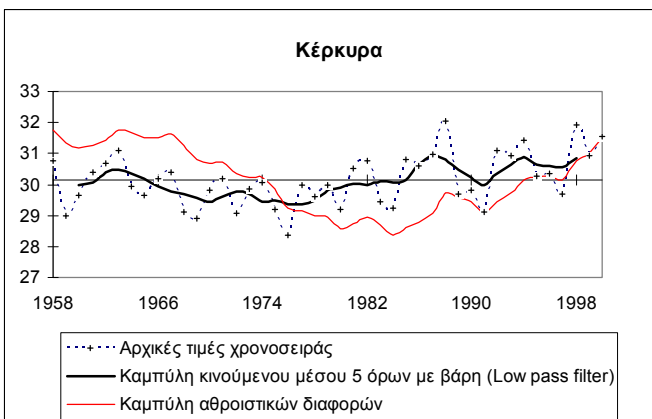
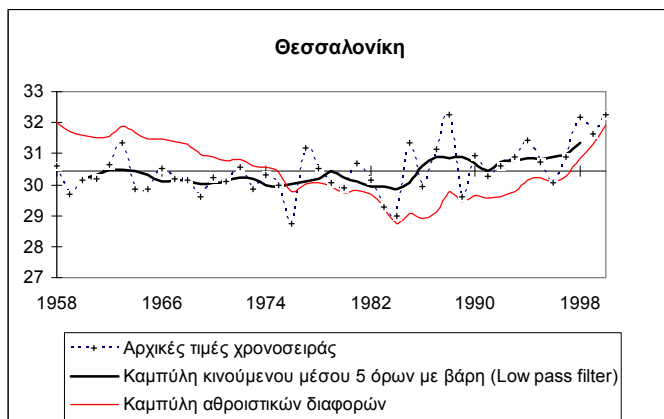
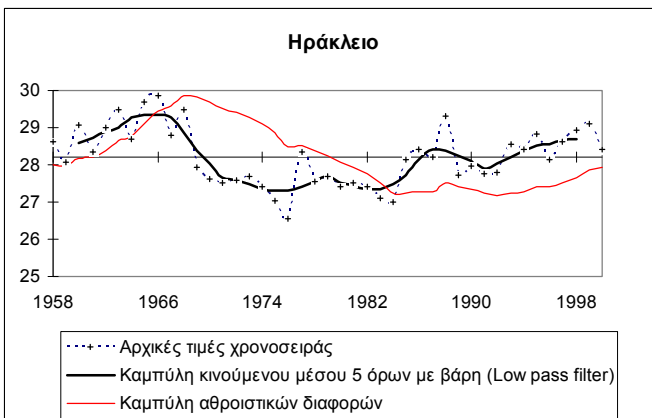
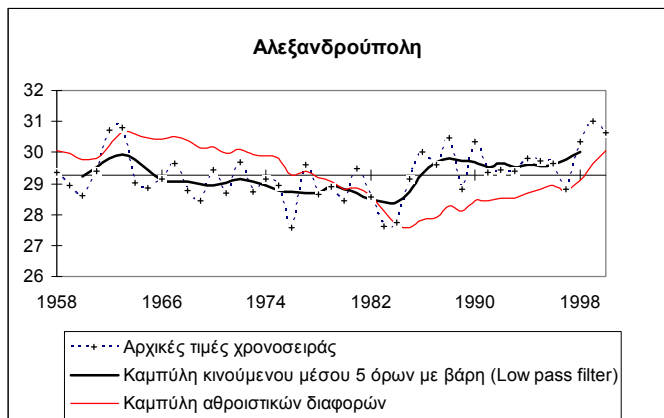
Σχήμα Α7. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά την άνοιξη.



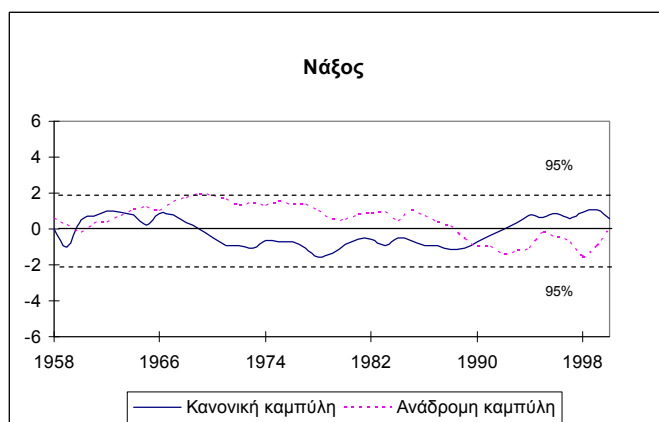
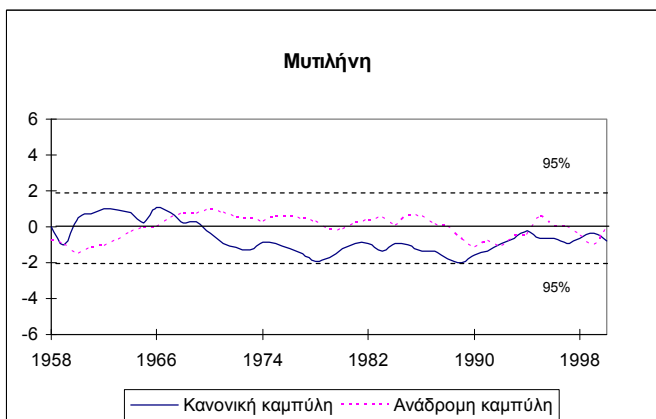
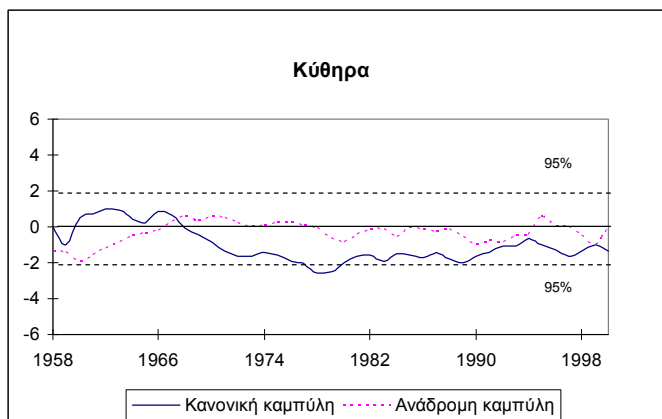
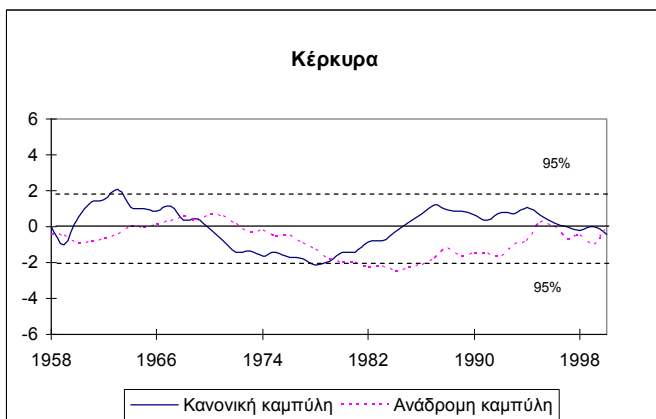
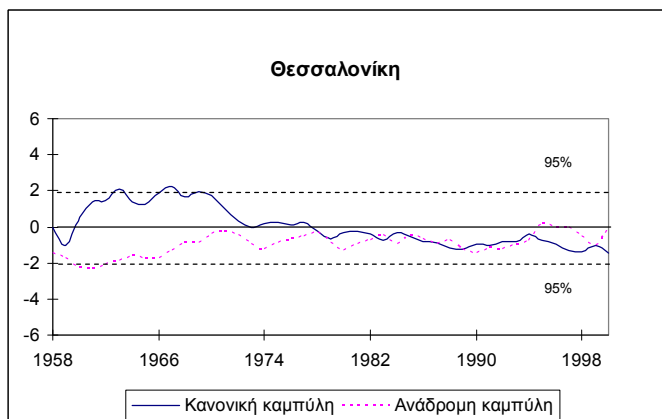
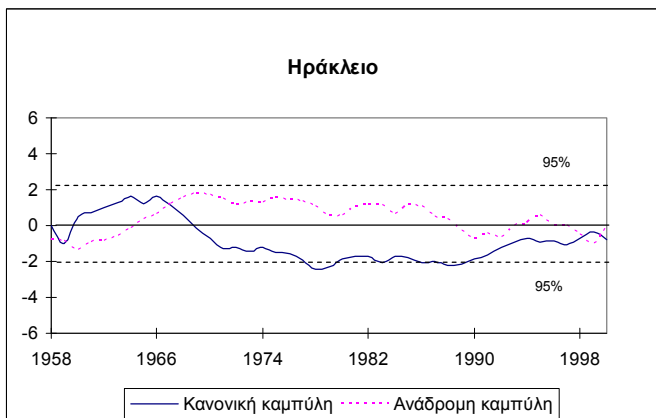
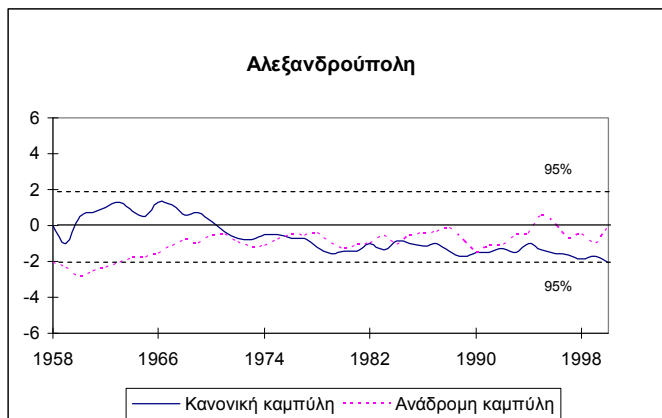
Σχήμα Α8. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης (ανατολική Μεσόγειος).



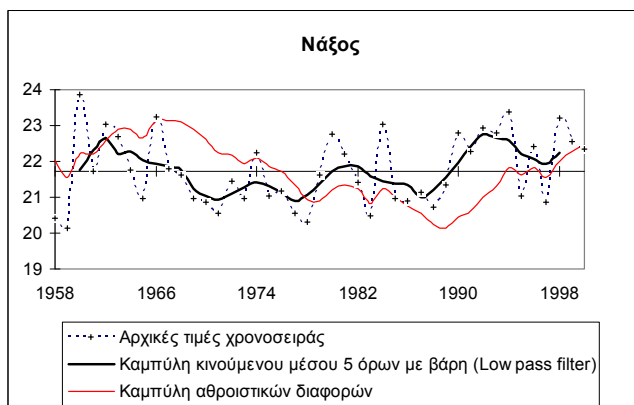
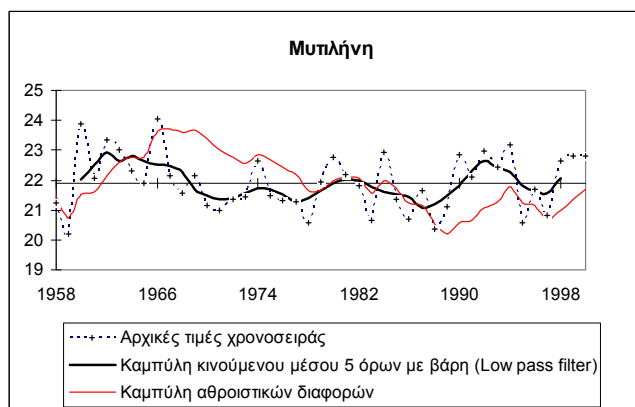
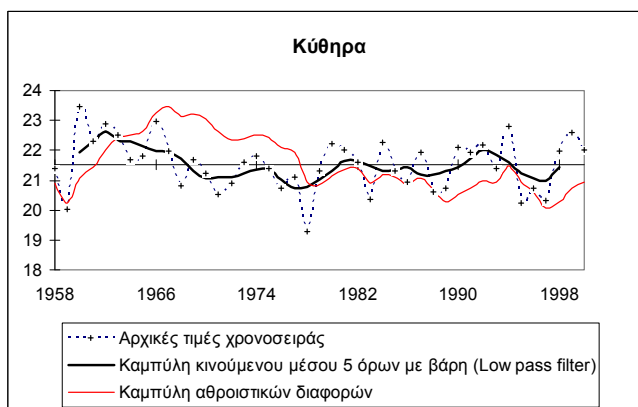
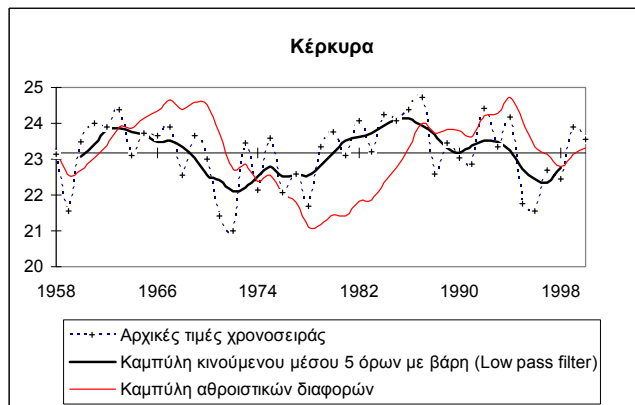
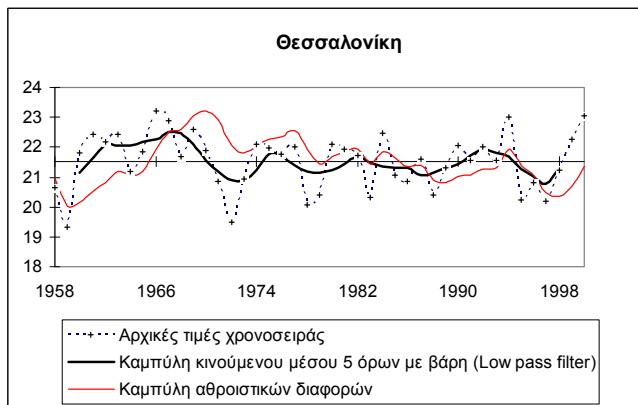
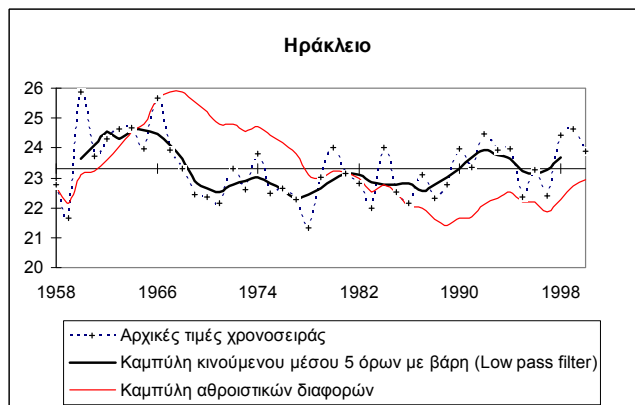
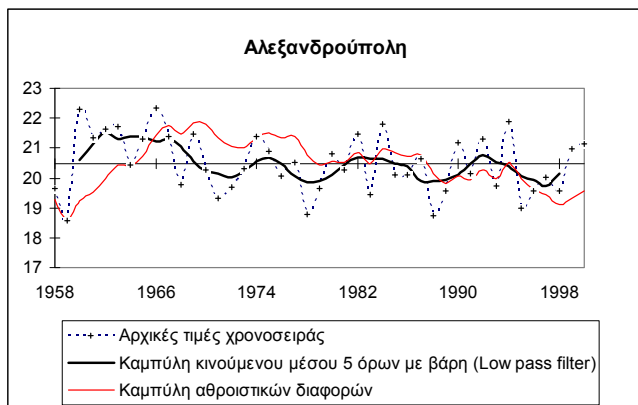
Σχήμα Α9. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι.



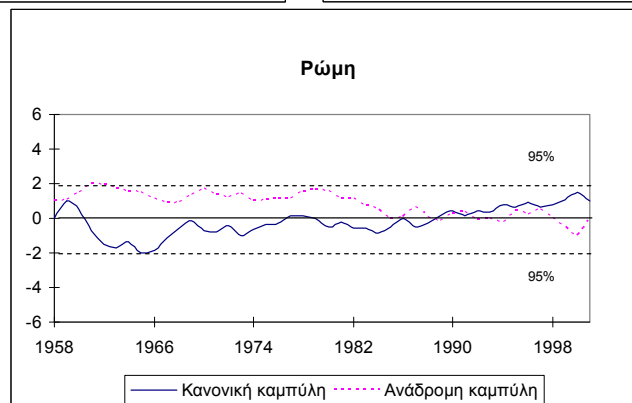
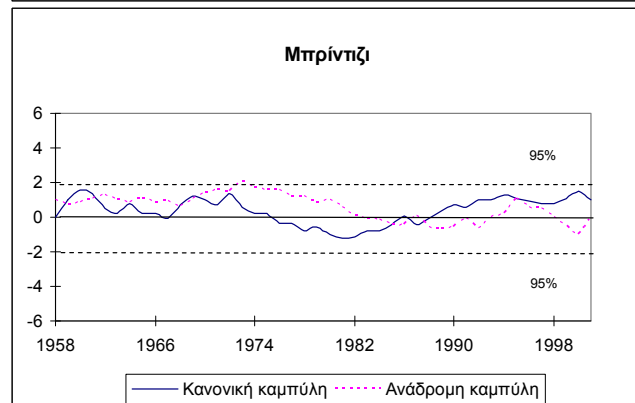
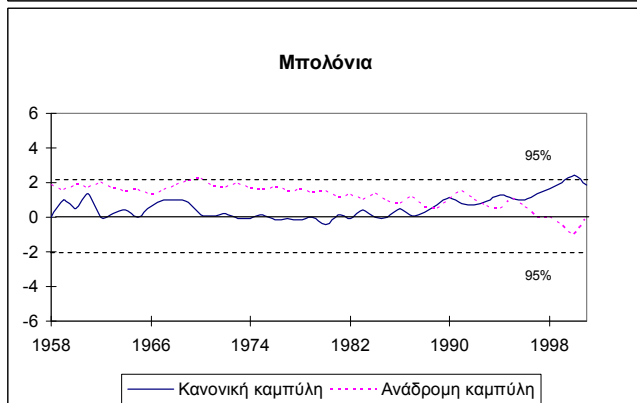
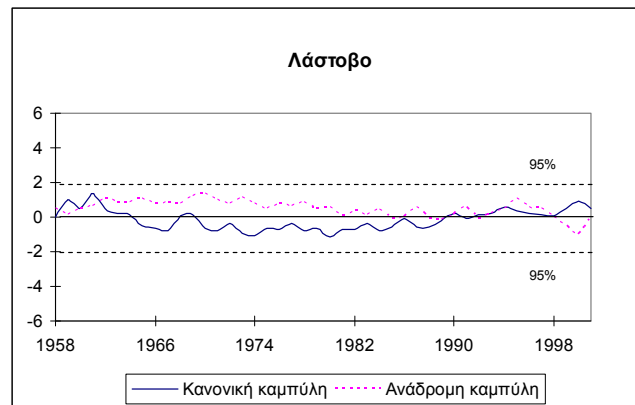
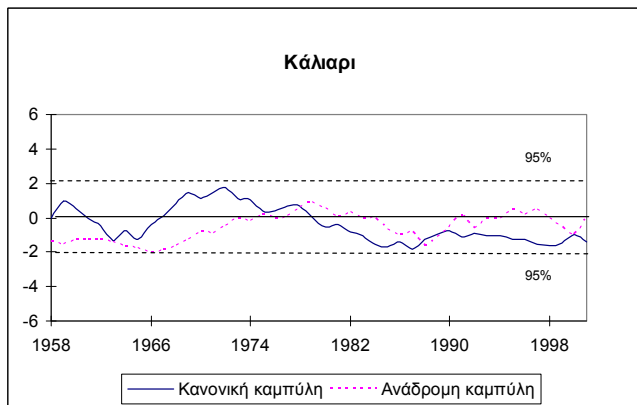
Σχήμα Α10. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (ανατολική Μεσόγειος).



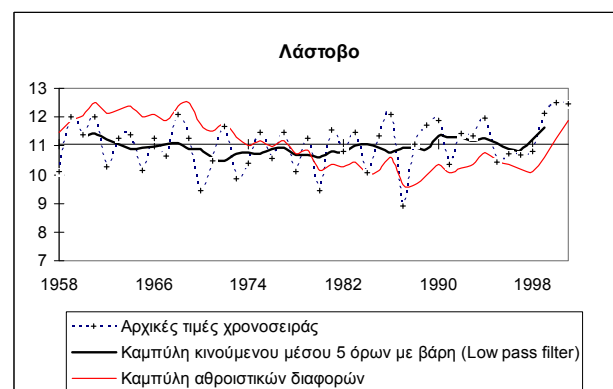
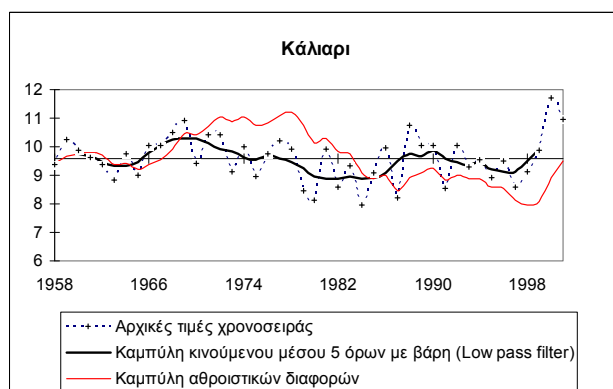
Σχήμα Α11. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της ανατολικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο.



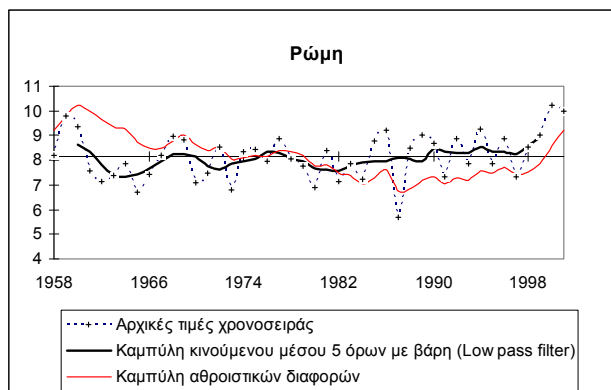
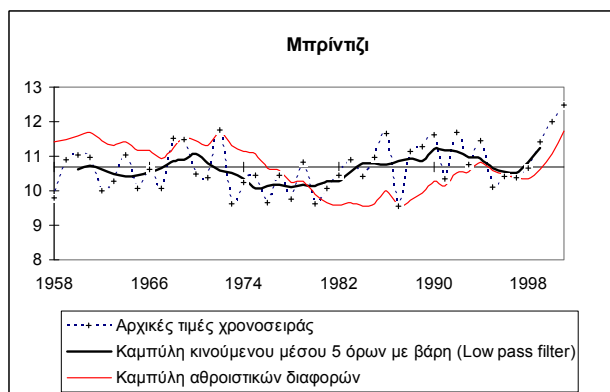
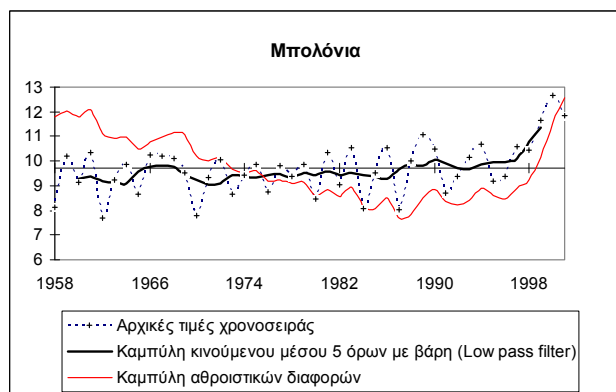
Σχήμα Α12. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου (ανατολική Μεσόγειος).



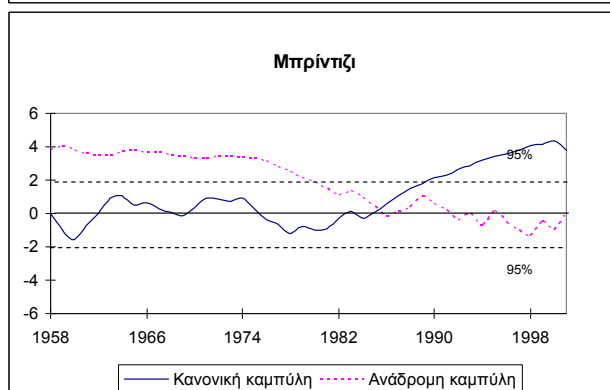
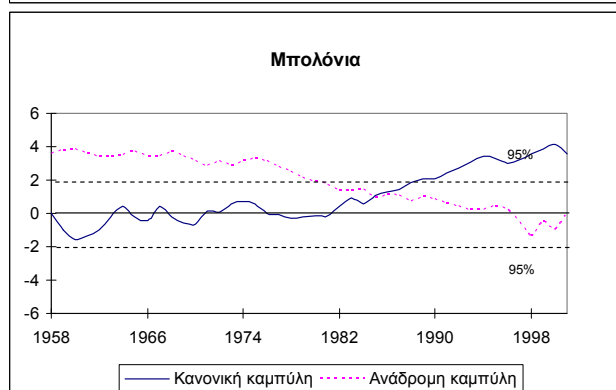
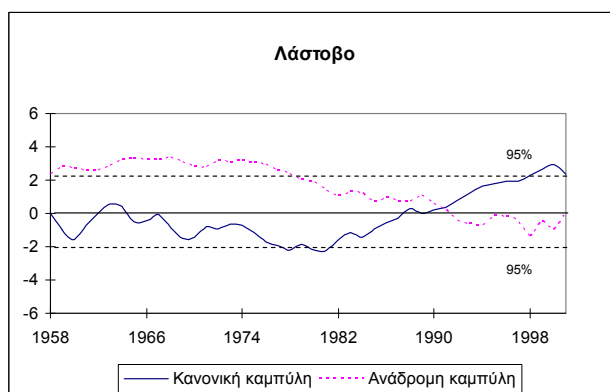
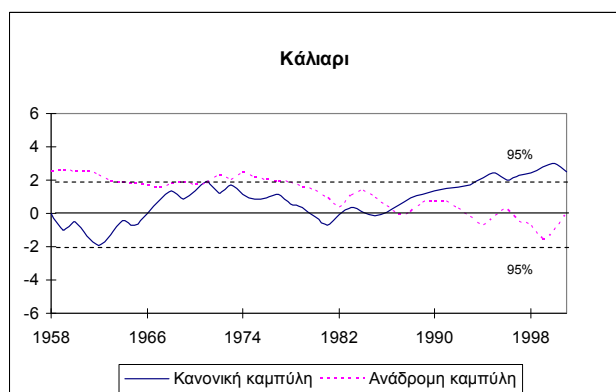
Σχήμα A13. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την άνοιξη.



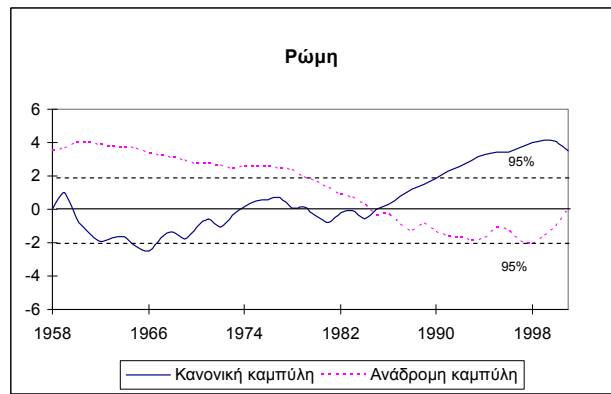
Σχήμα A14. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης (κεντρική Μεσόγειος).



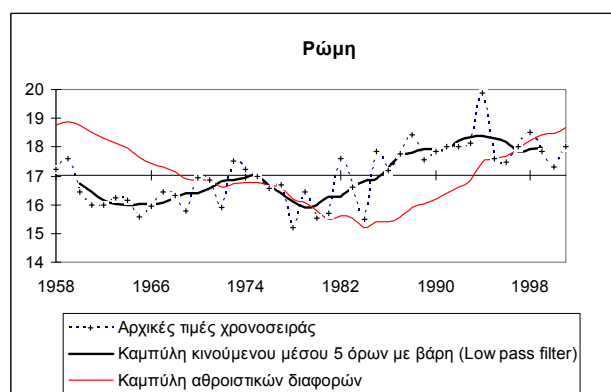
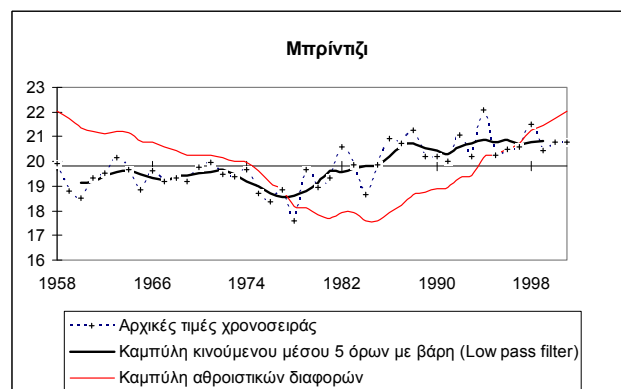
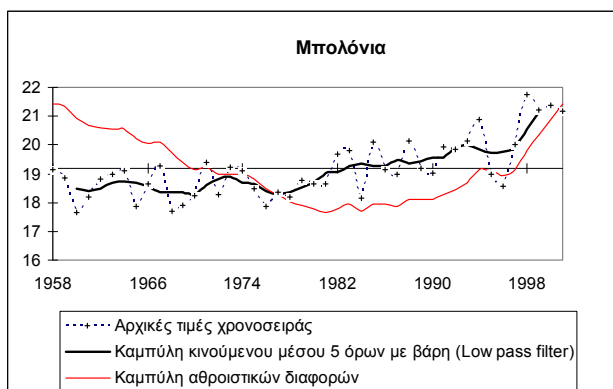
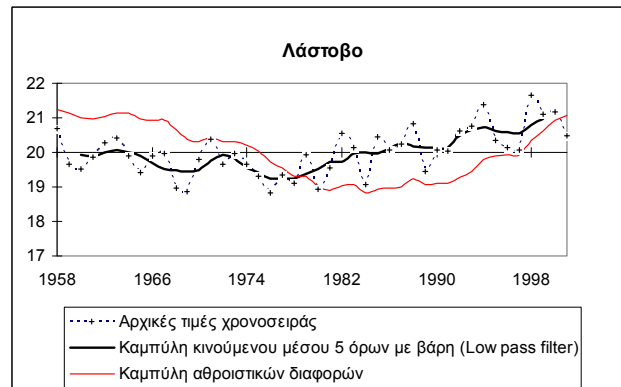
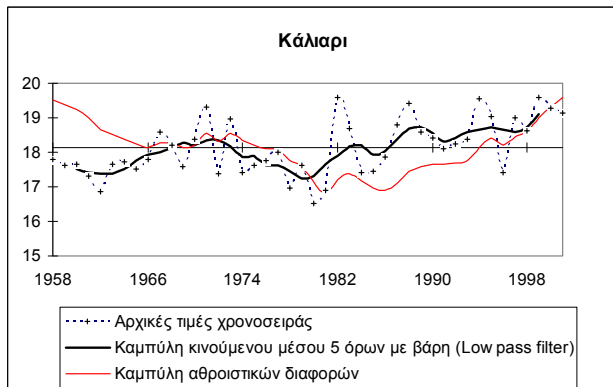
Σχήμα Α14. (συνέχεια)



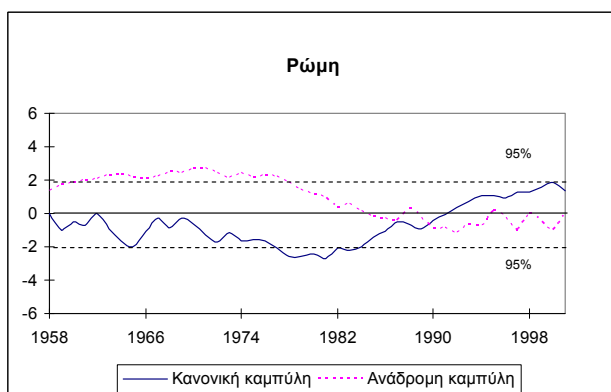
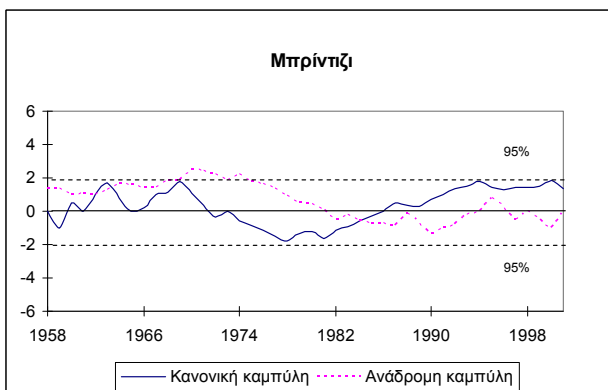
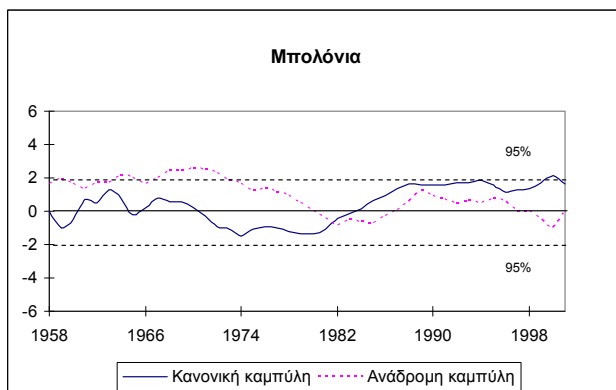
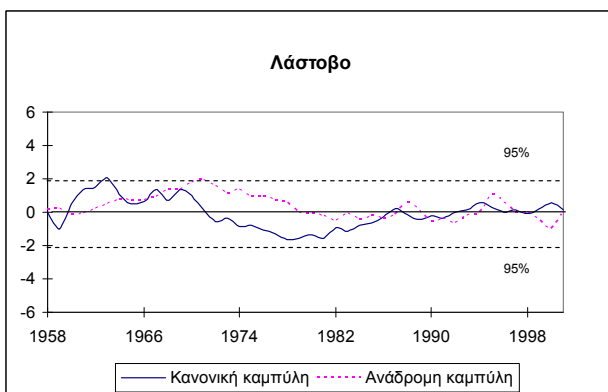
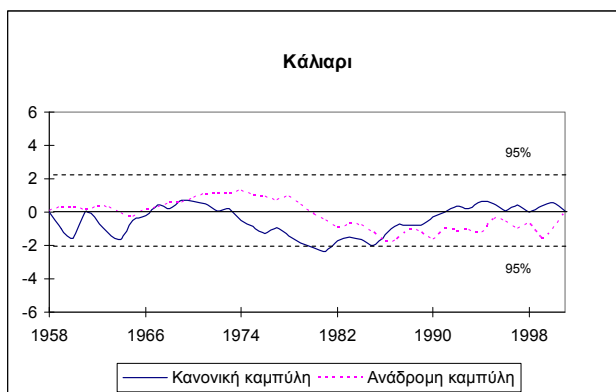
Σχήμα Α15. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι.



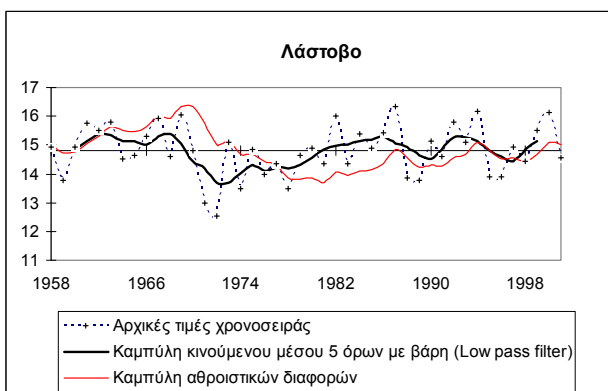
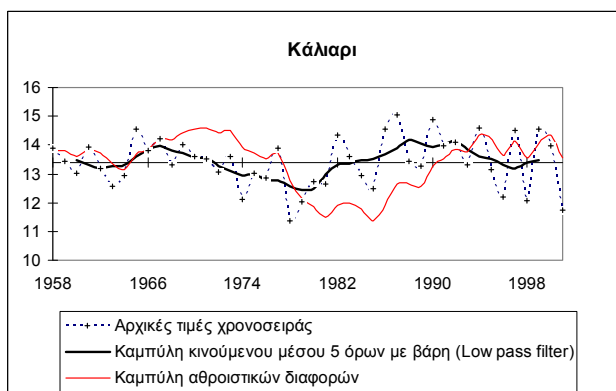
Σχήμα Α15. (συνέχεια)



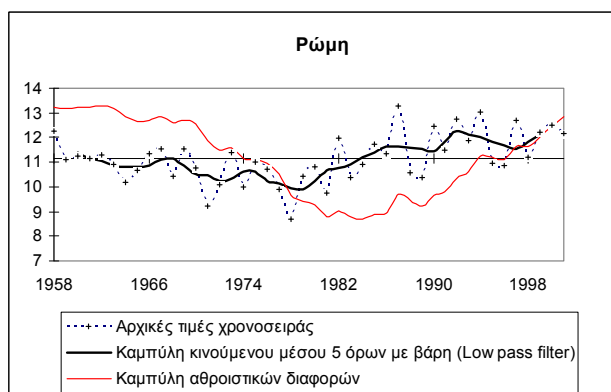
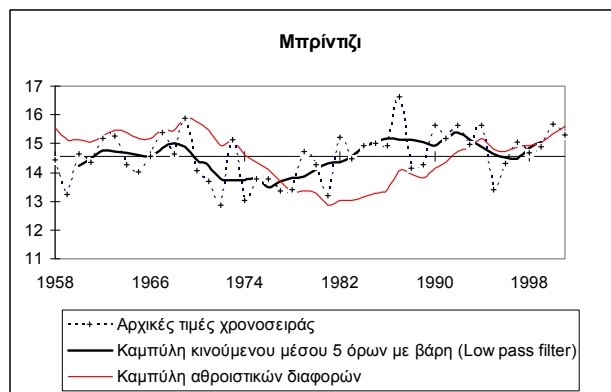
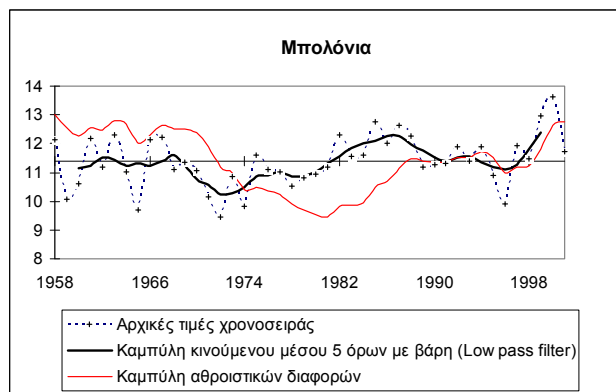
Σχήμα Α16. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (κεντρική Μεσόγειος).



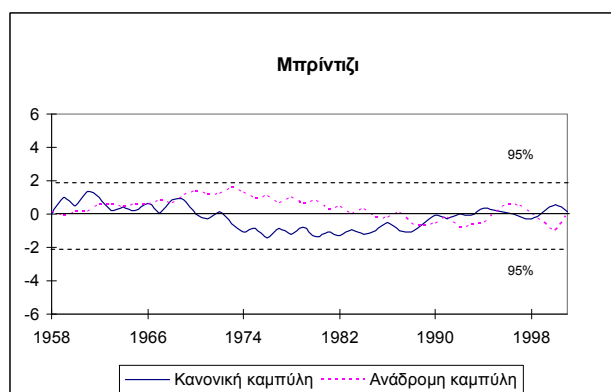
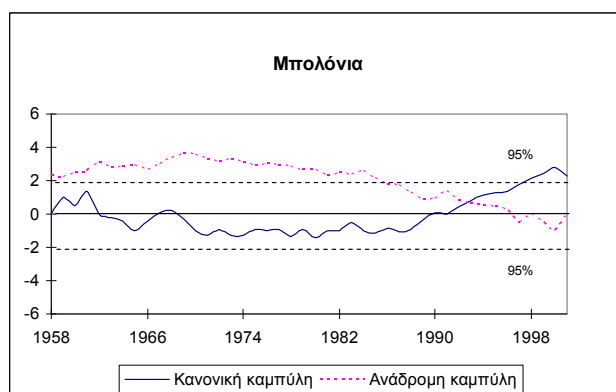
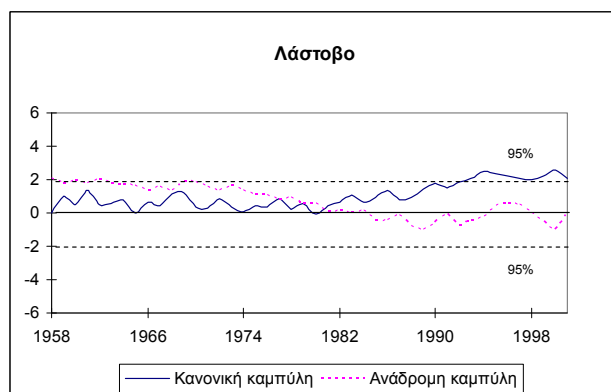
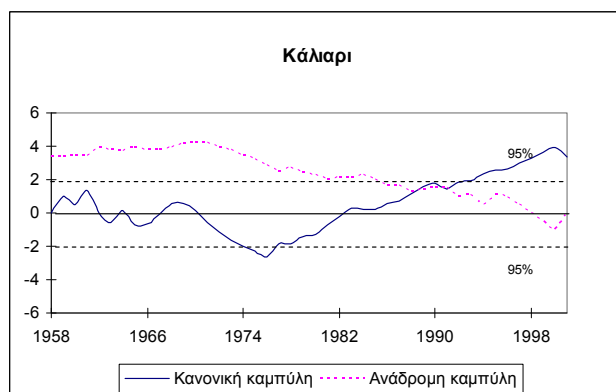
Σχήμα Α17. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο.



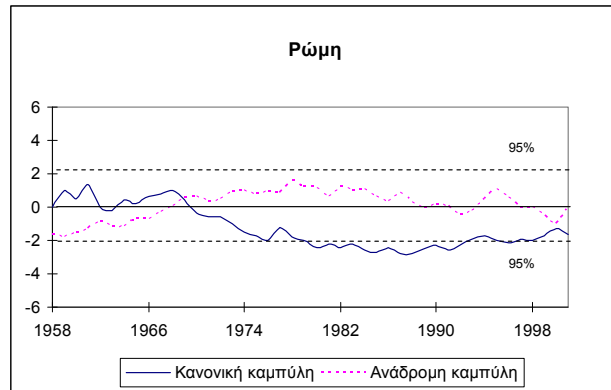
Σχήμα Α18. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου (κεντρική Μεσόγειος).



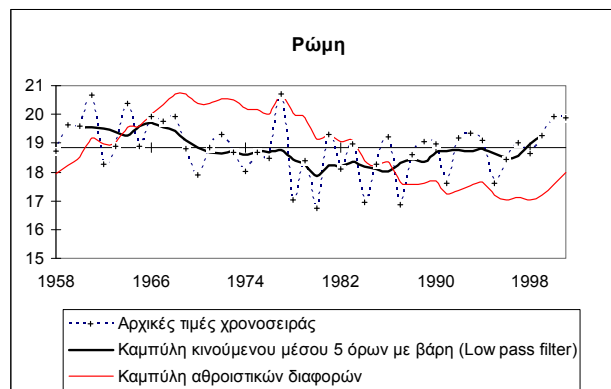
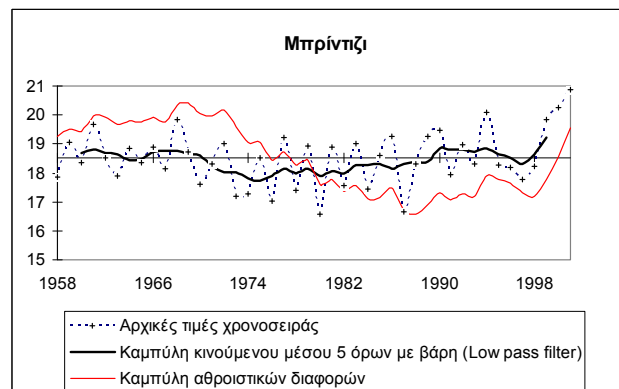
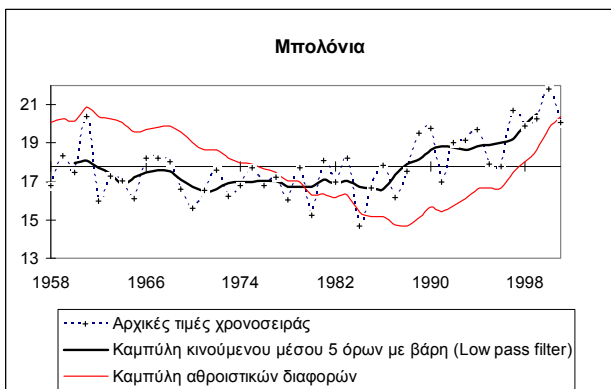
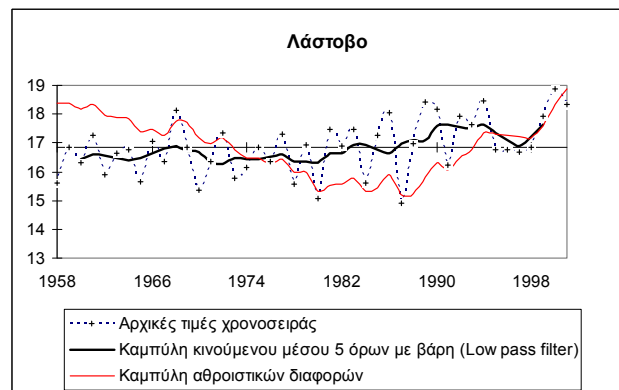
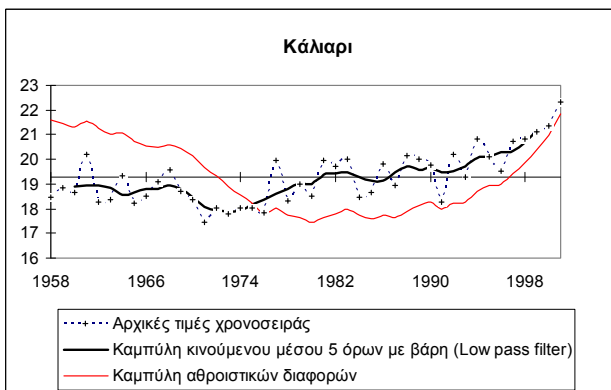
Σχήμα Α18. (συνέχεια)



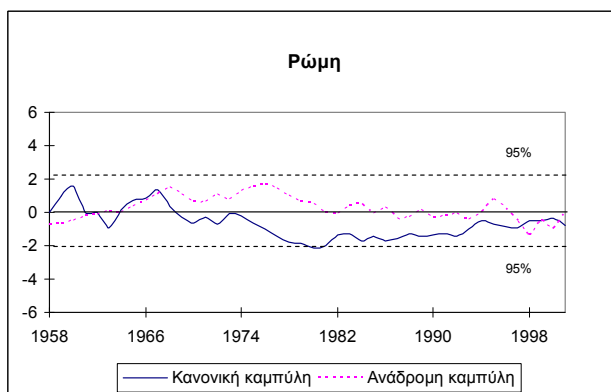
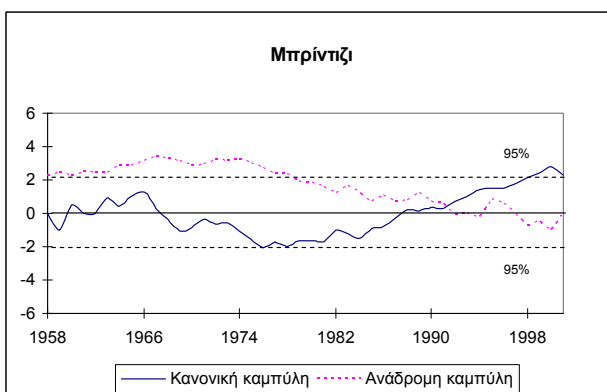
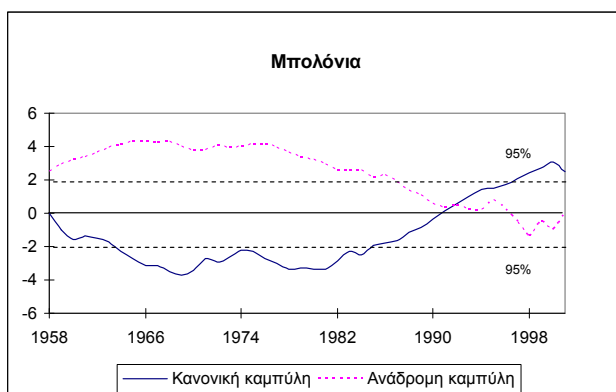
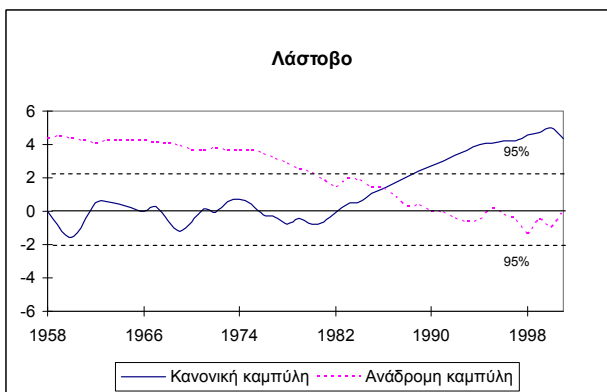
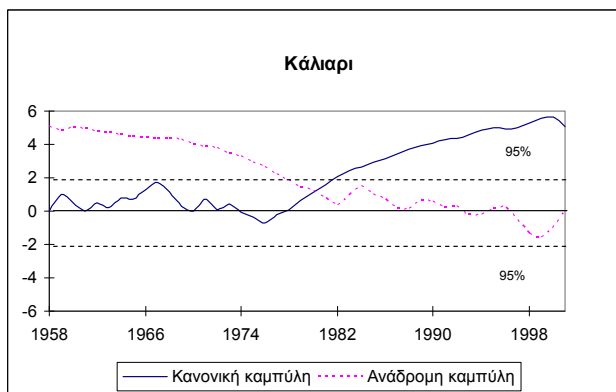
Σχήμα Α19. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά την άνοιξη.



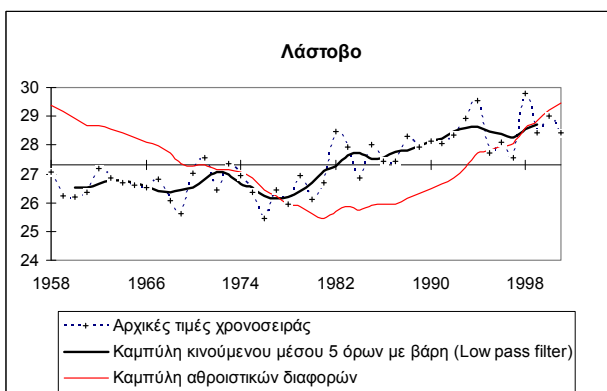
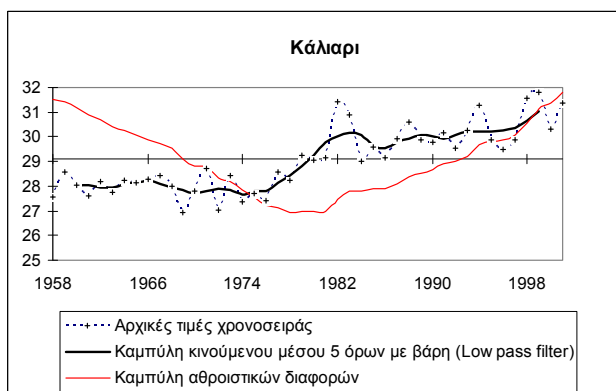
Σχήμα Α19.(συνέχεια)



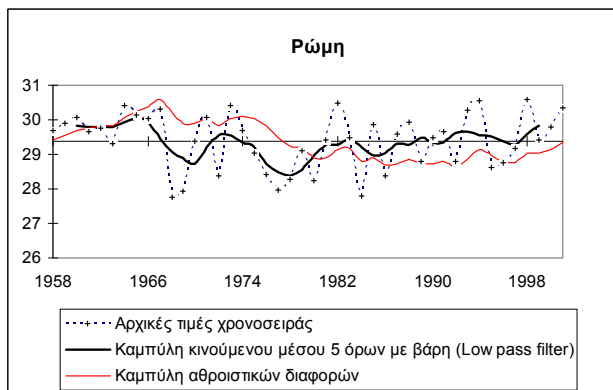
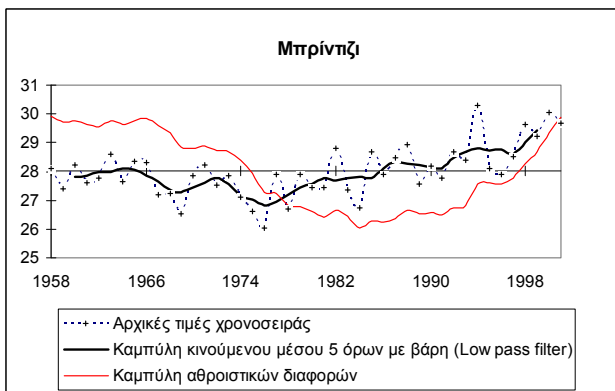
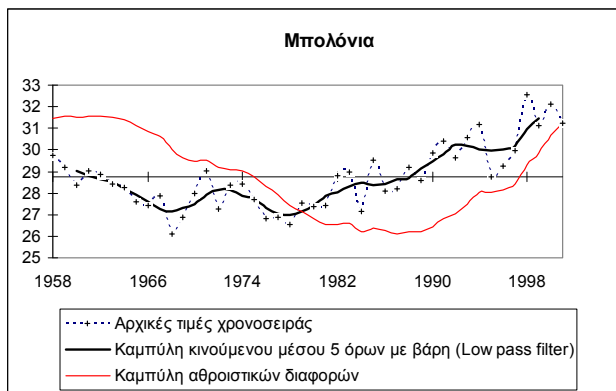
Σχήμα Α20. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης (κεντρική Μεσόγειος).



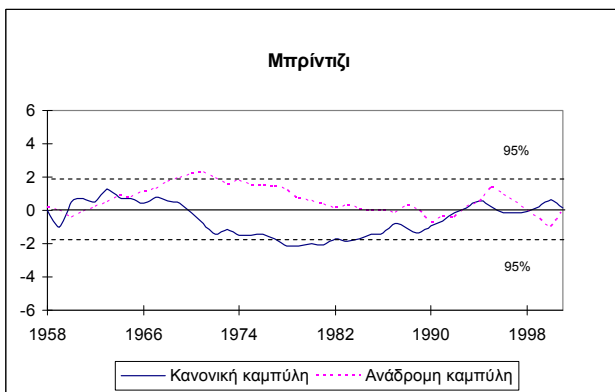
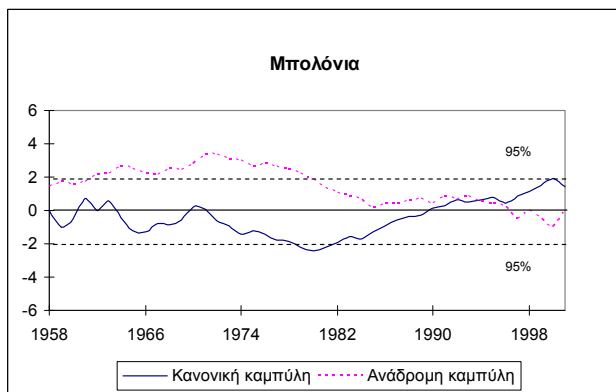
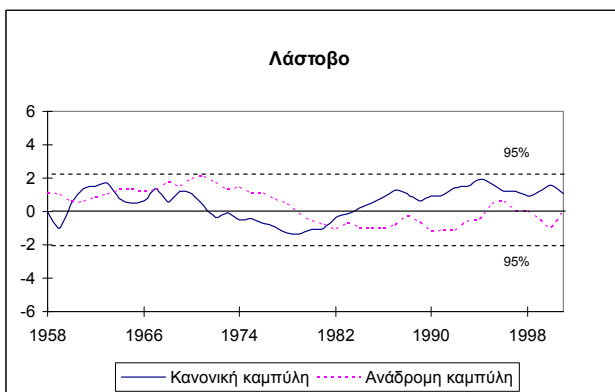
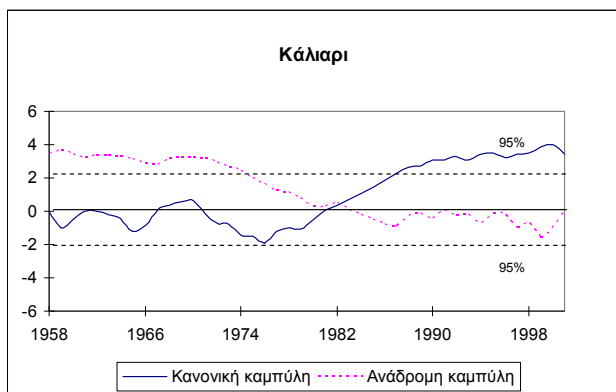
Σχήμα Α21. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι.



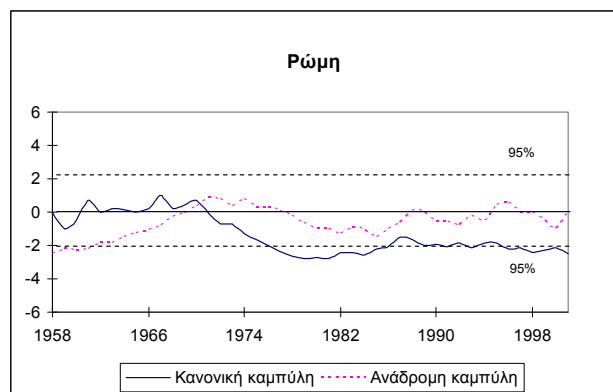
Σχήμα Α22. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (κεντρική Μεσόγειος).



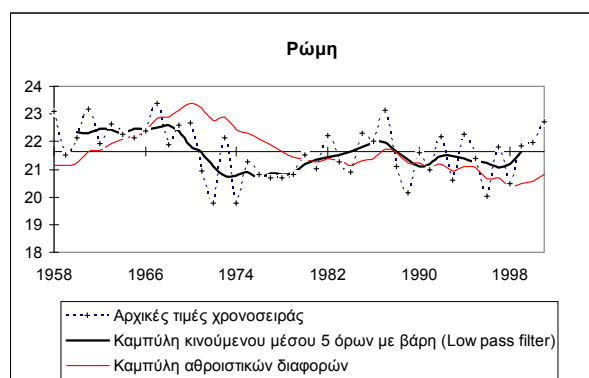
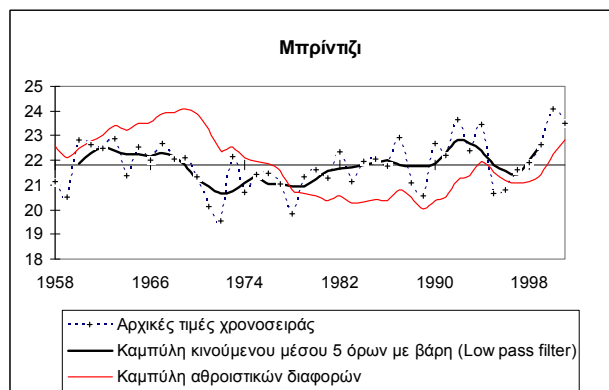
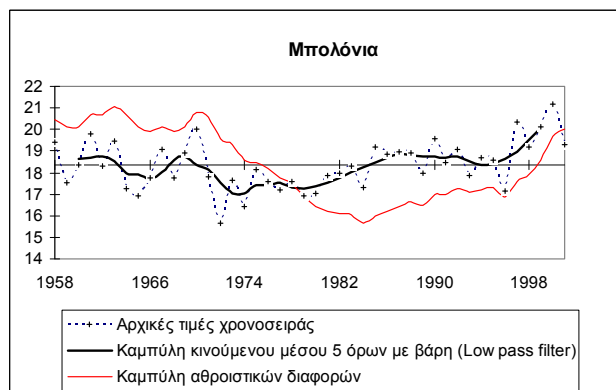
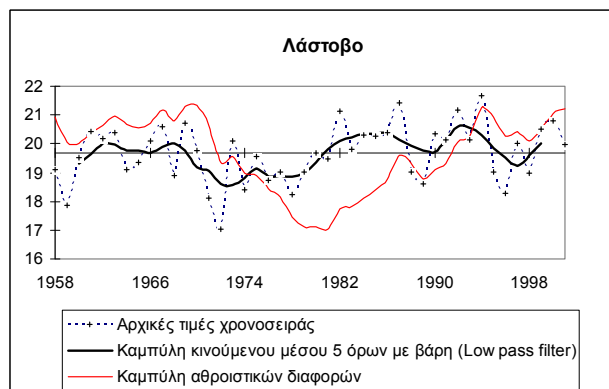
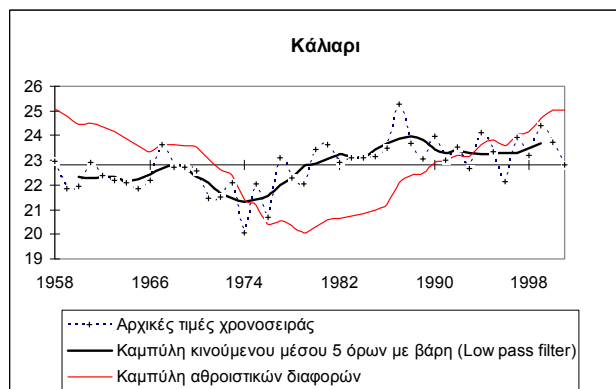
Σχήμα Α22. (συνέχεια)



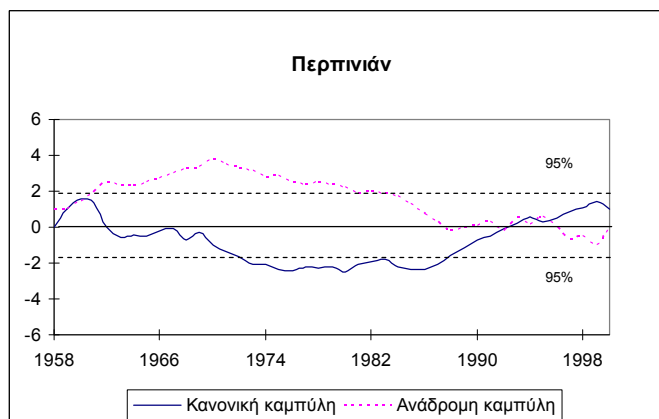
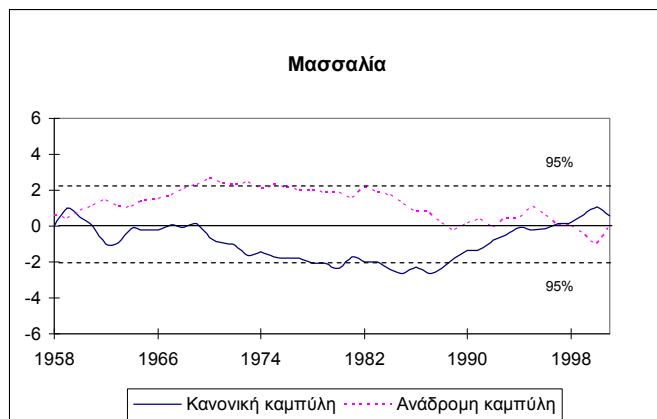
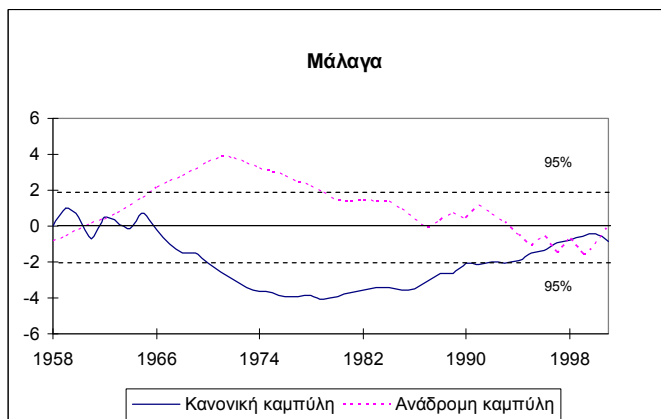
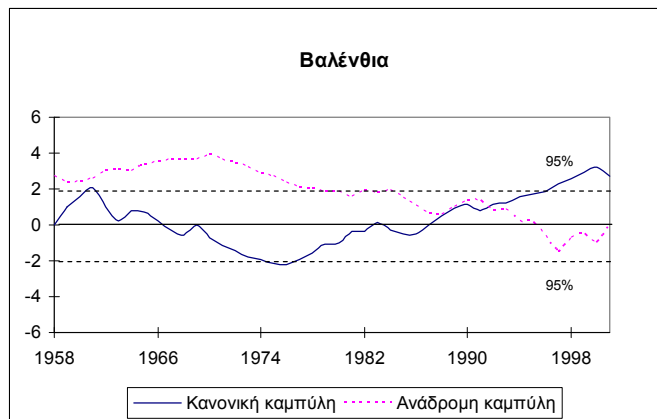
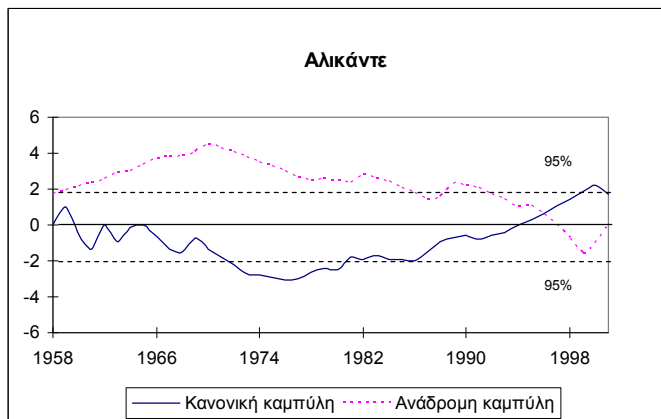
Σχήμα Α23. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της κεντρικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο.



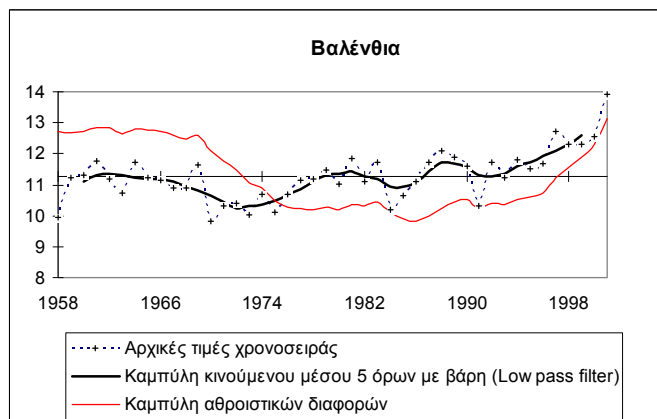
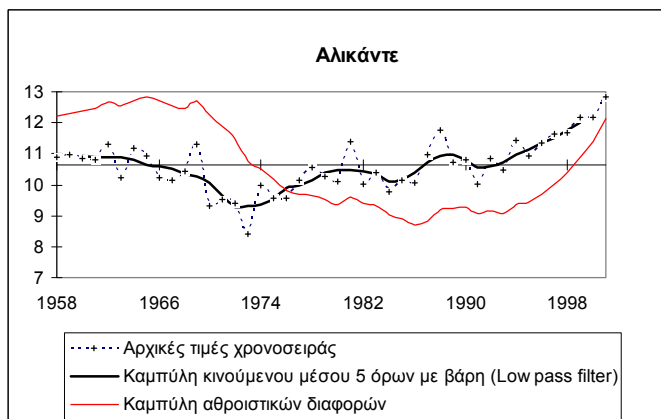
Σχήμα A23. (συνέχεια)



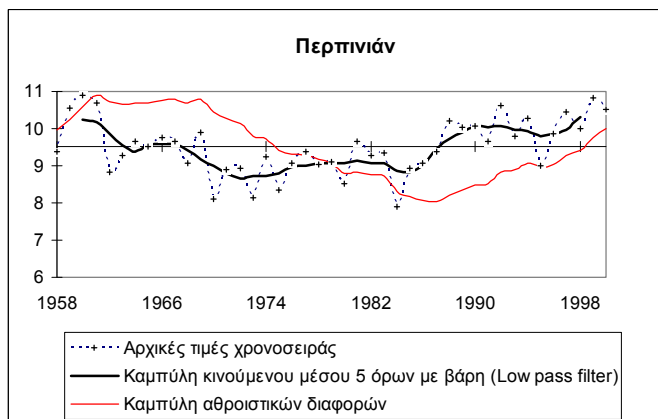
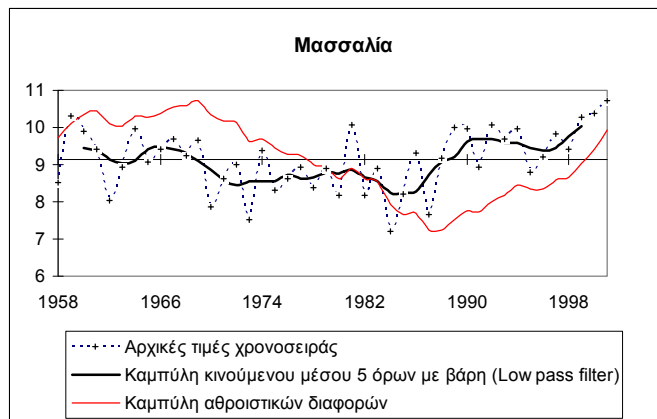
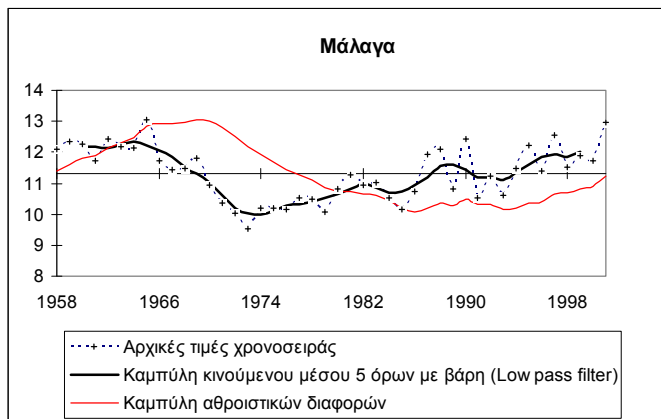
Σχήμα A24. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου (κεντρική Μεσόγειος).



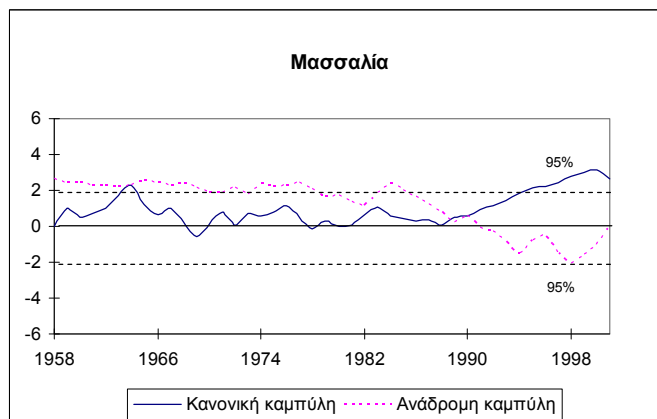
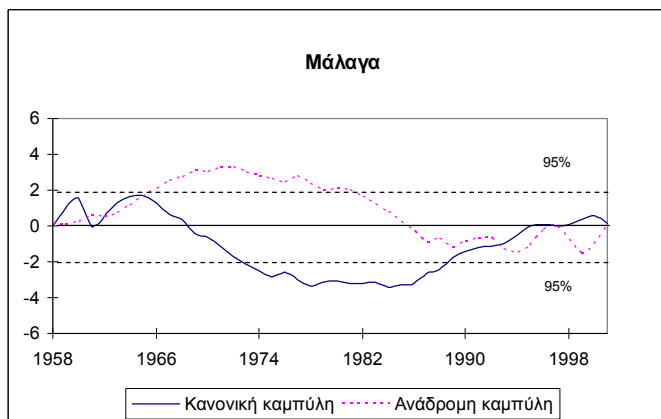
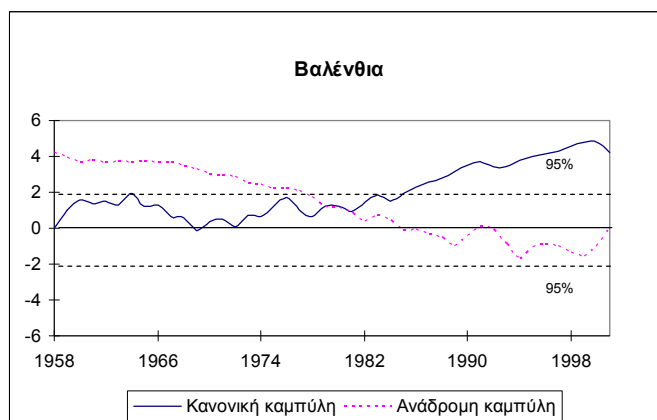
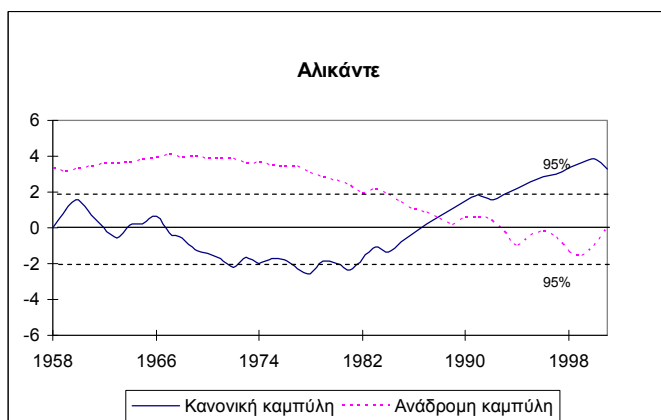
Σχήμα Α25. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά την άνοιξη.



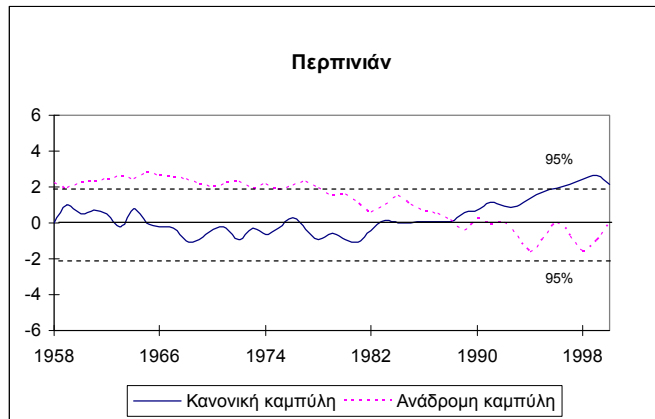
Σχήμα Α26. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία της άνοιξης (δυτική Μεσόγειος).



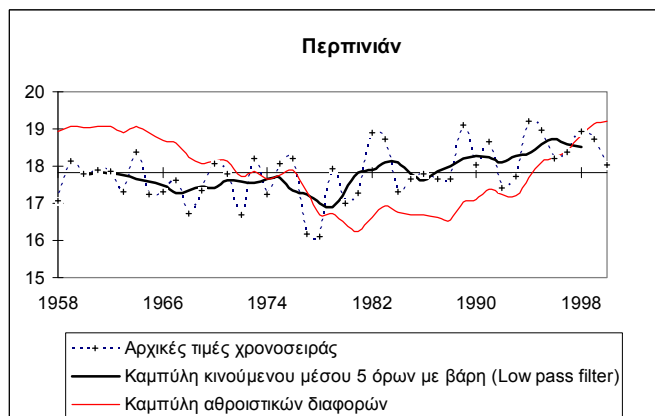
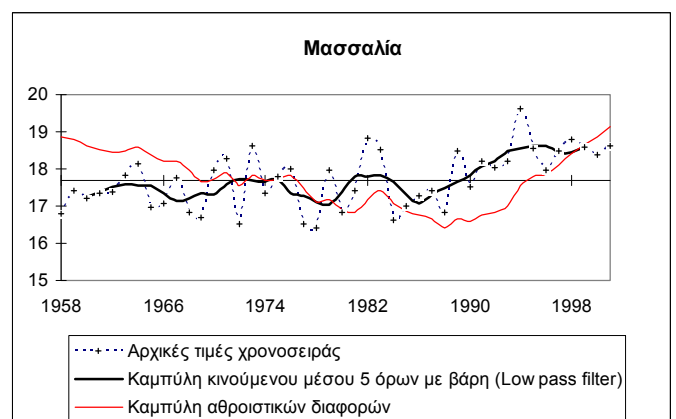
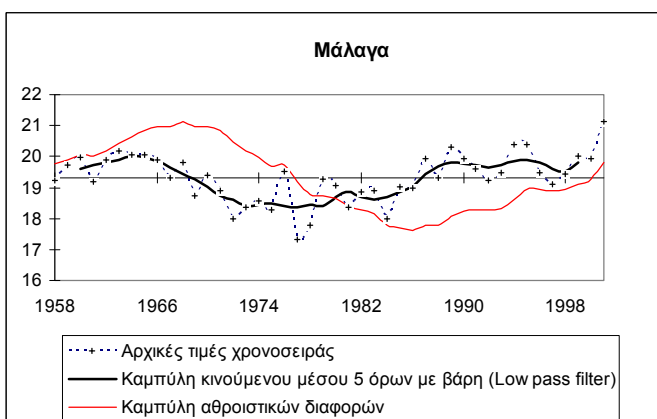
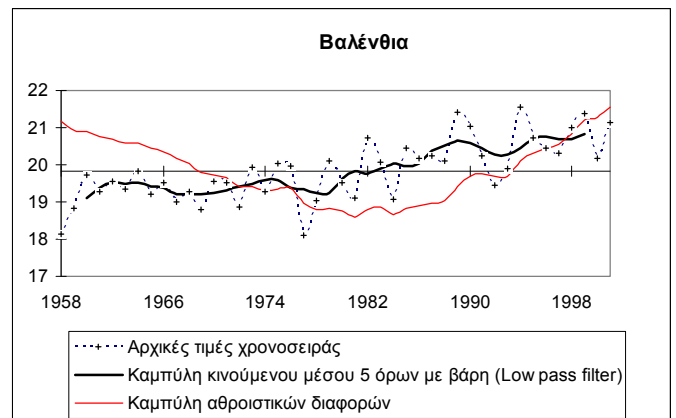
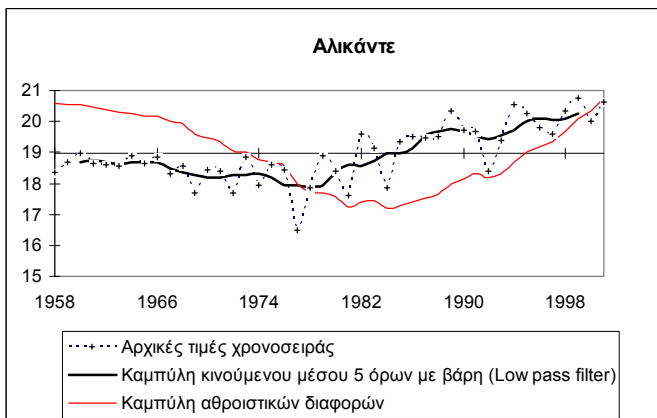
Σχήμα Α26. (συνέχεια)



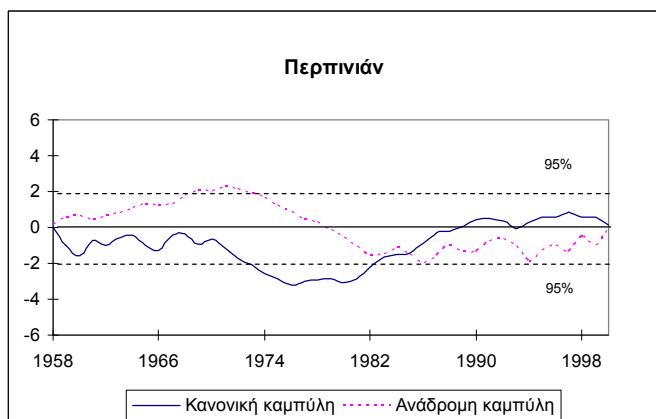
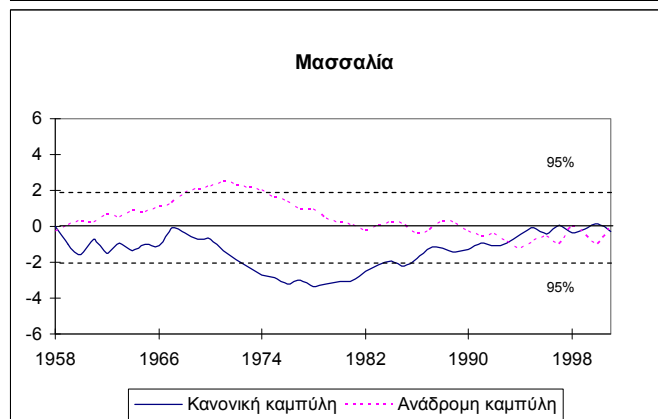
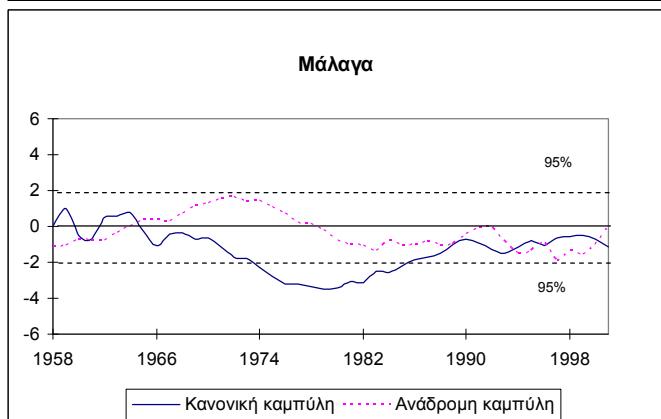
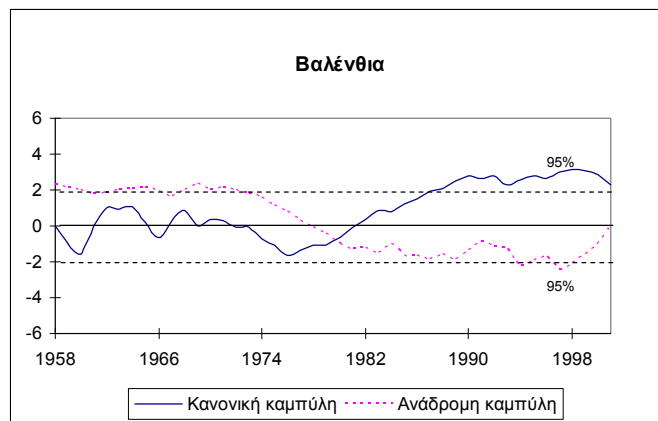
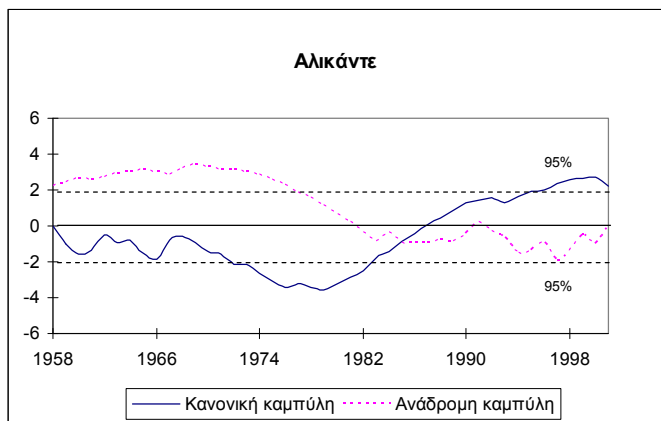
Σχήμα Α27. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι.



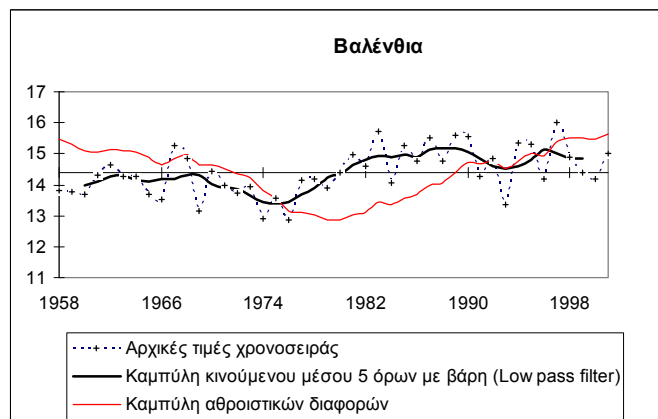
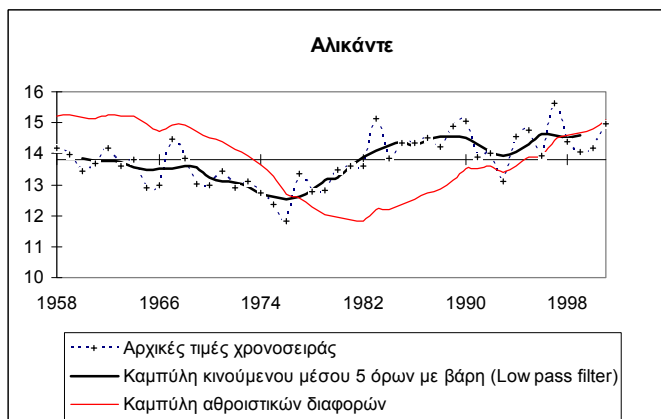
Σχήμα Α27. (συνέχεια)



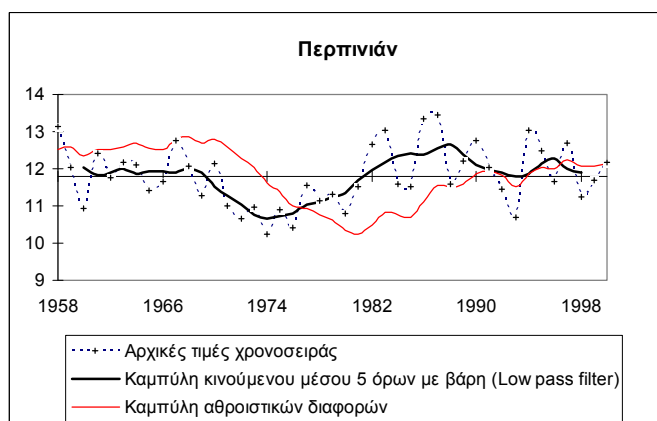
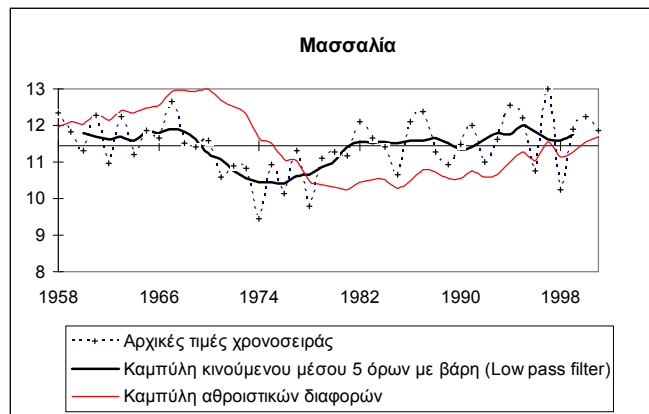
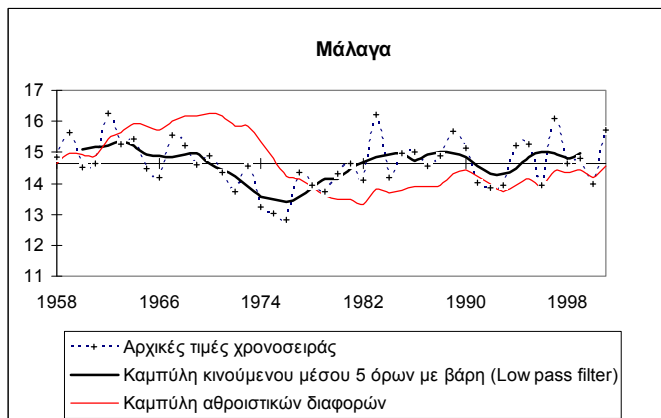
Σχήμα Α28. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (δυτική Μεσόγειος).



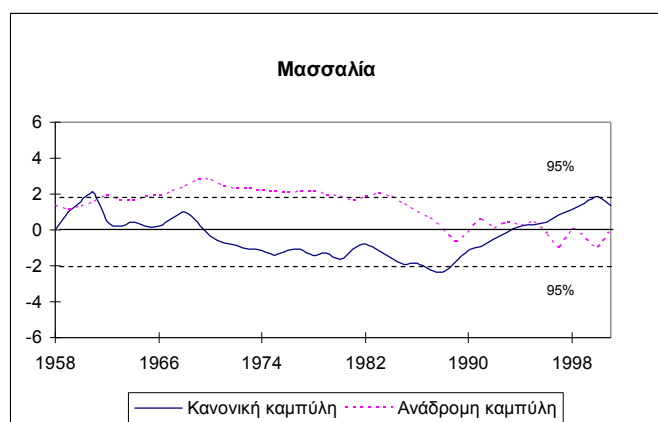
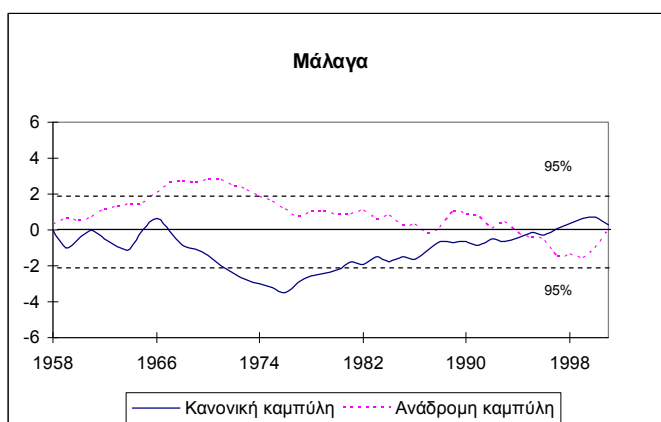
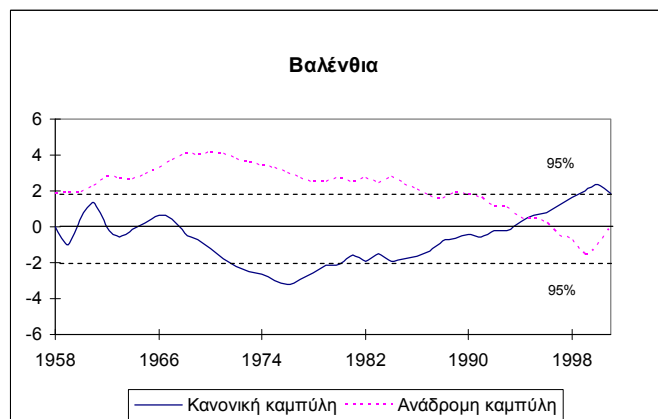
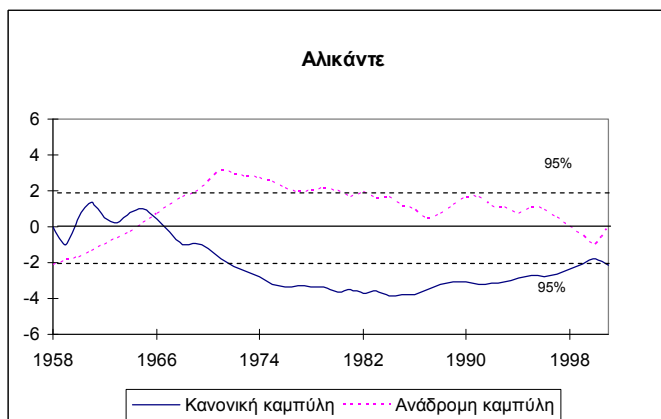
Σχήμα Α29. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο.



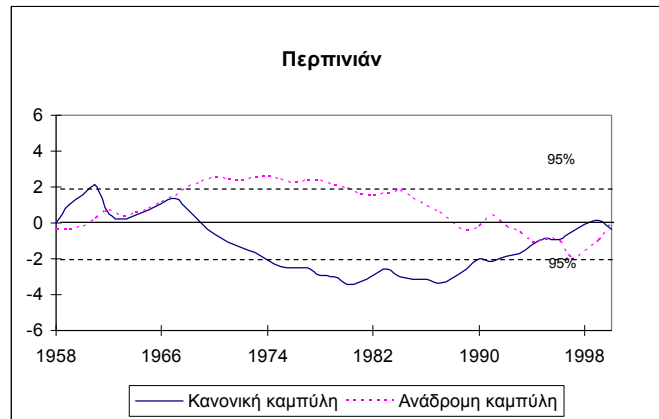
Σχήμα Α30. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για την ελάχιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου (δυτική Μεσόγειος).



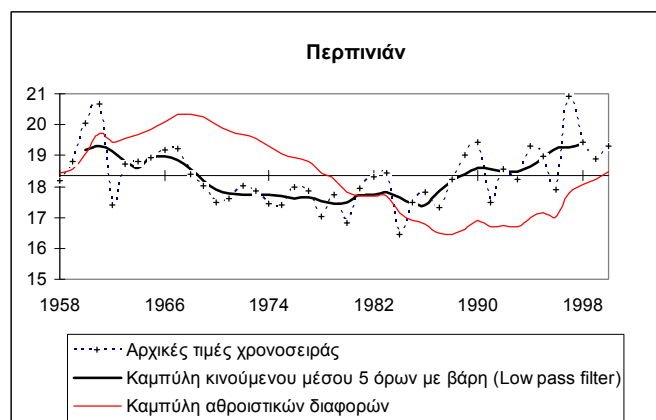
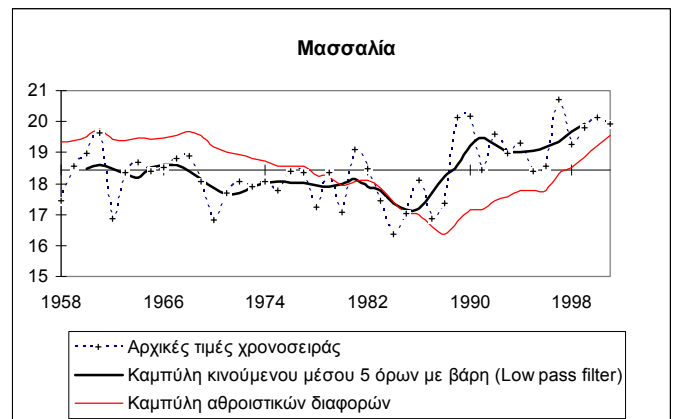
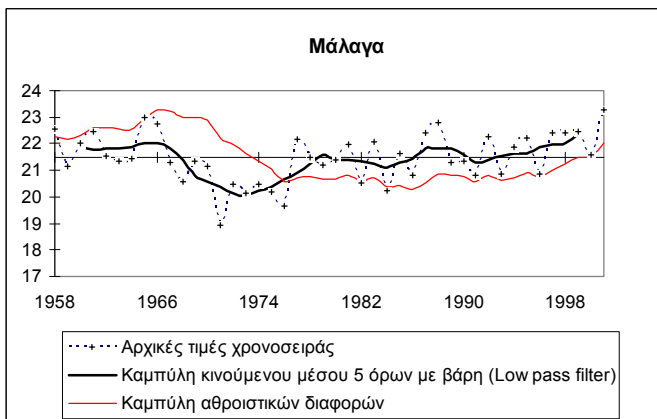
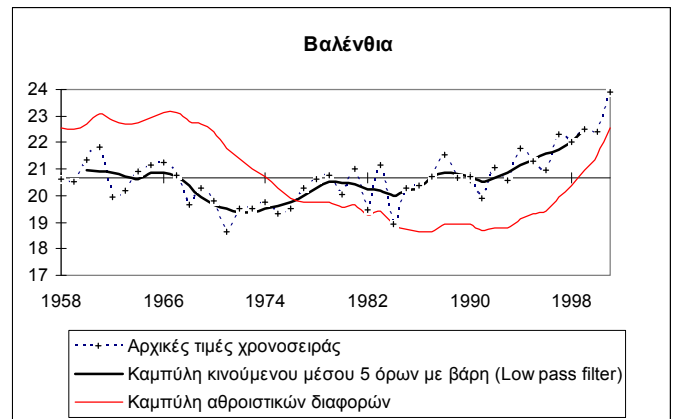
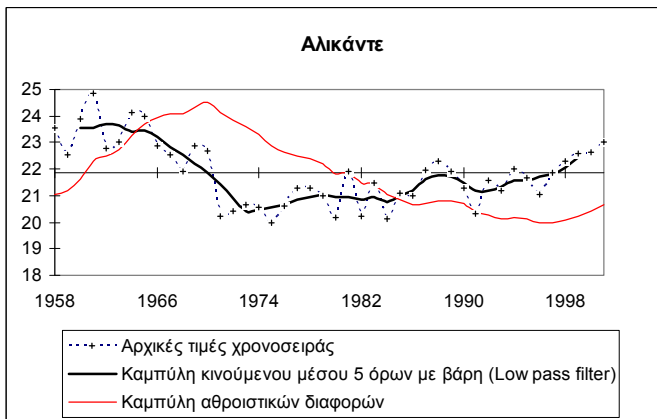
Σχήμα Α30. (συνέχεια)



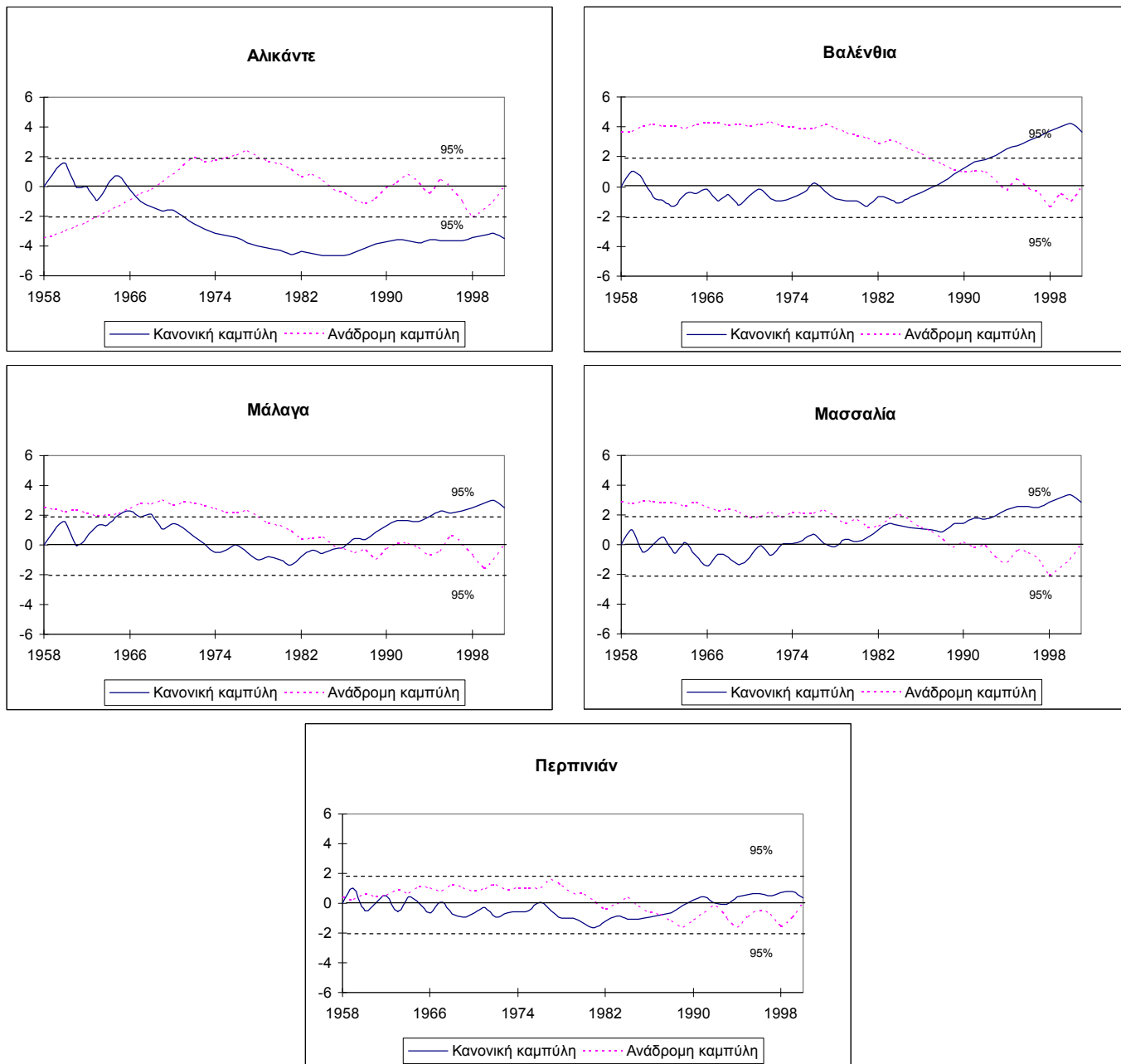
Σχήμα Α31. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά την άνοιξη.



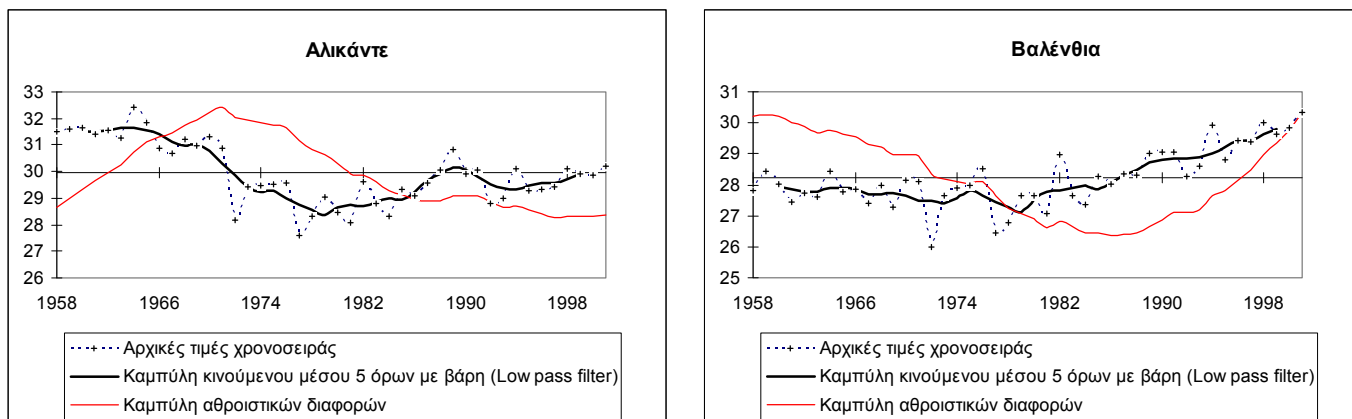
Σχήμα Α31. (συνέχεια)



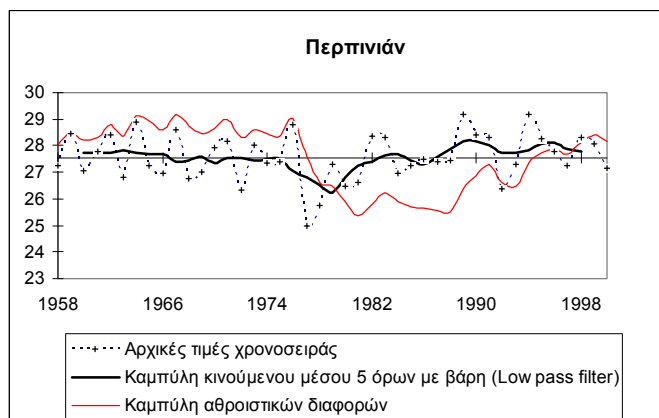
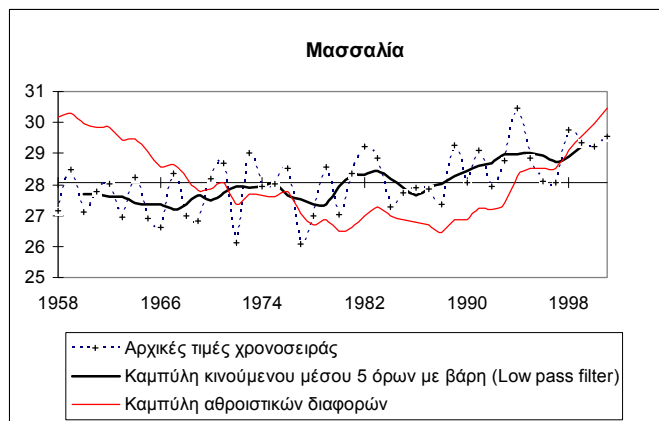
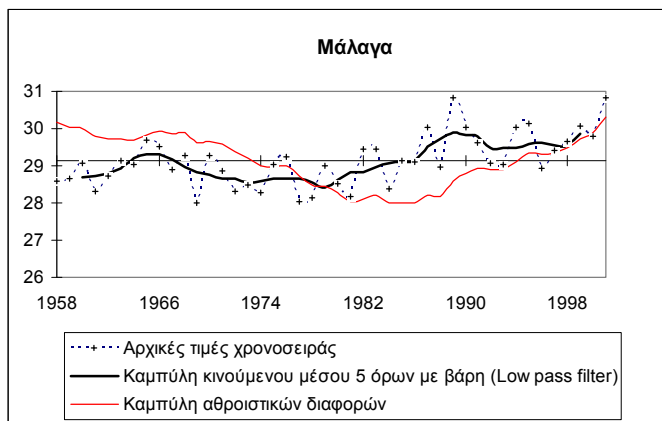
Σχήμα Α32. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία της άνοιξης (δυτική Μεσόγειος).



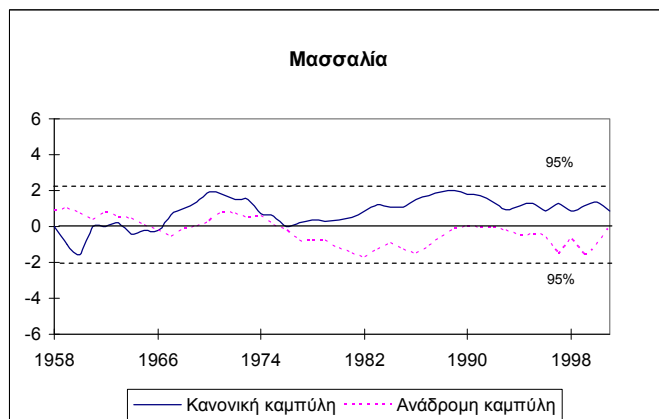
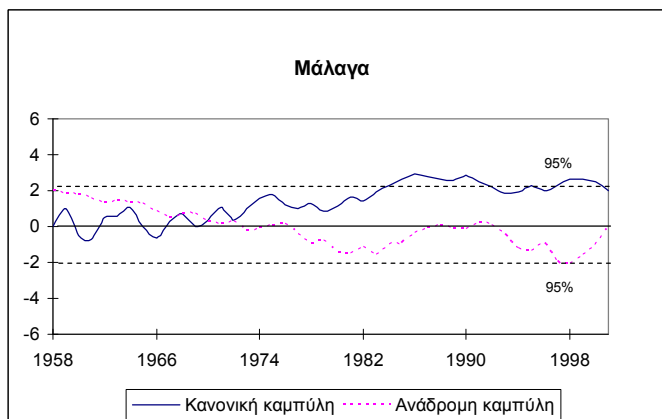
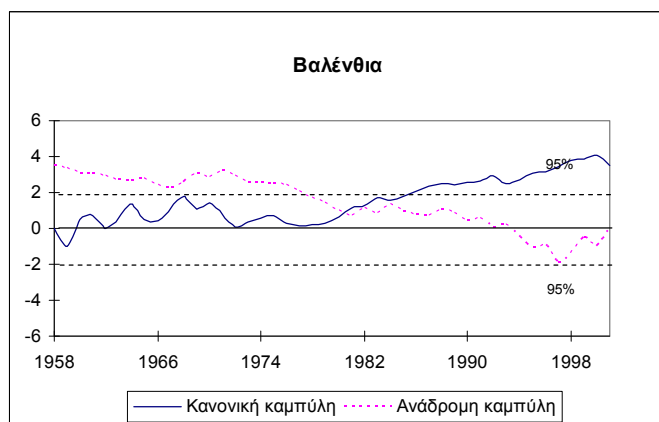
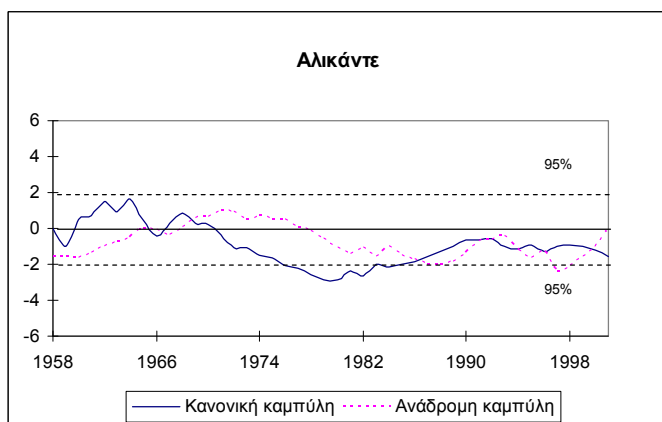
Σχήμα Α33. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το καλοκαίρι.



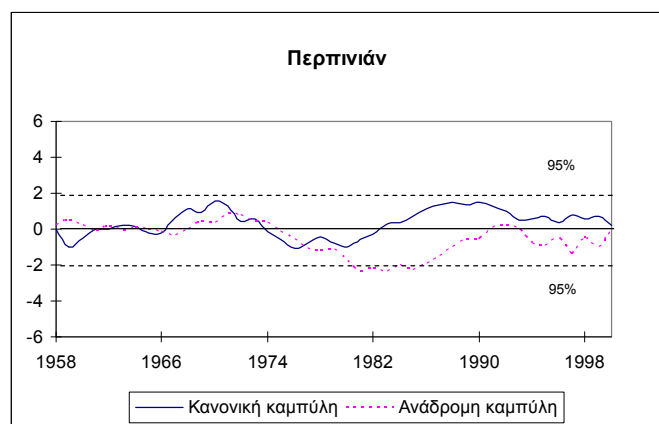
Σχήμα Α34. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του καλοκαιριού (δυτική Μεσόγειος).



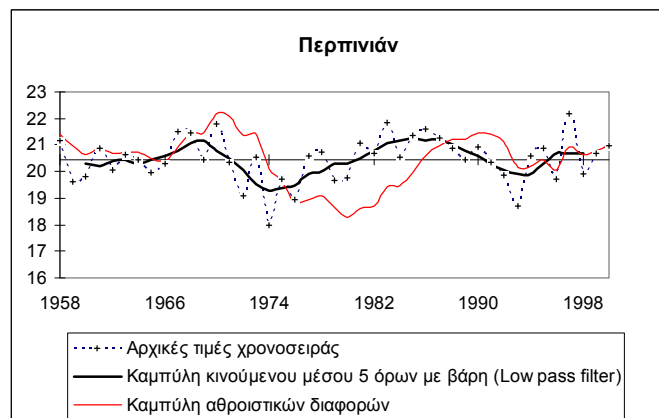
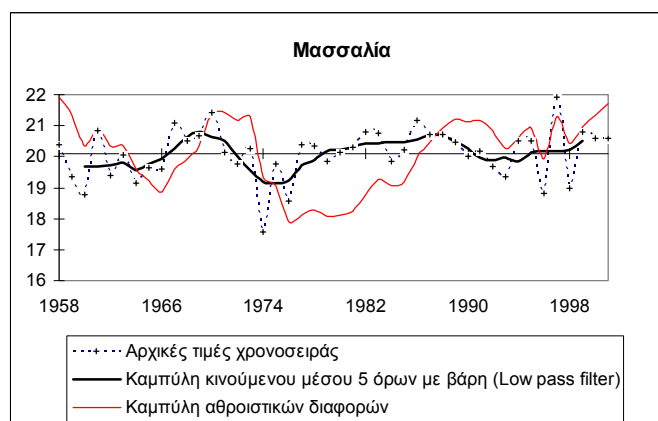
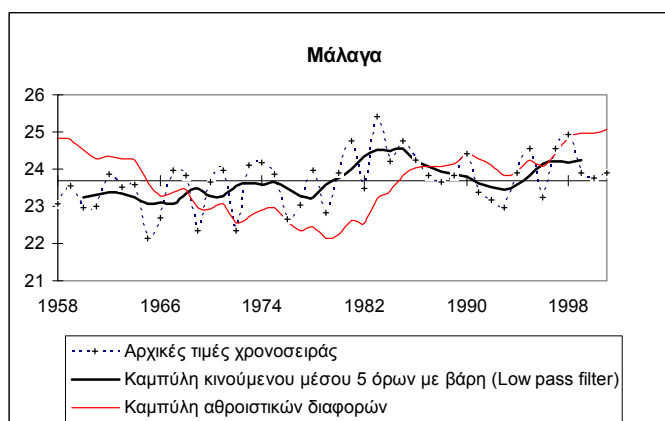
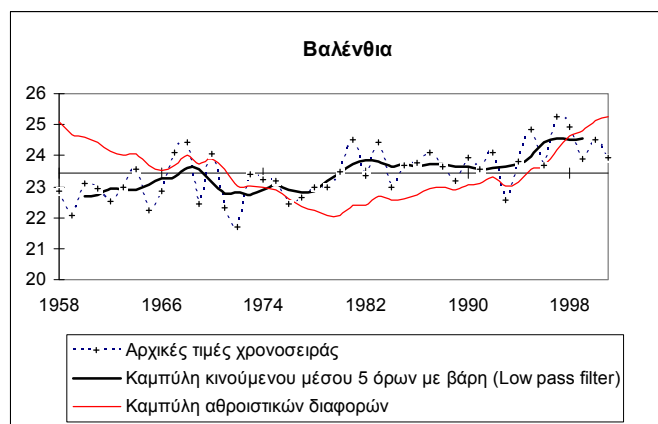
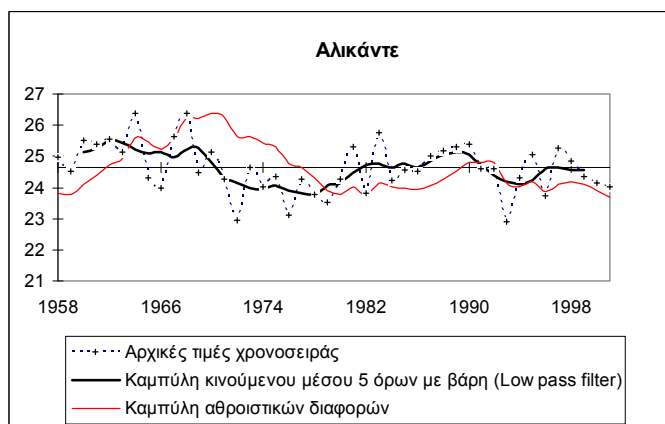
Σχήμα A34. (συνέχεια)



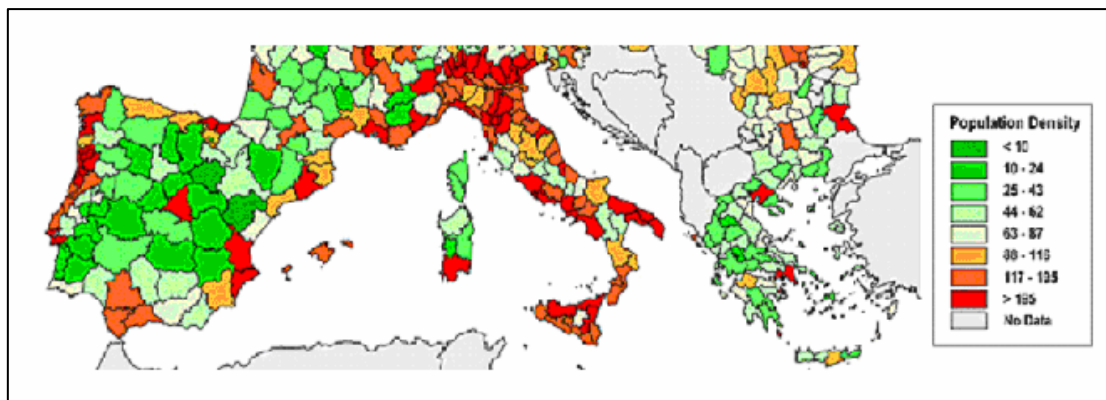
Σχήμα A35. Mann- Kendall test για τους σταθμούς της δυτικής Μεσογείου για την παράμετρο της μέγιστης θερμοκρασίας κατά το φθινόπωρο.



Σχήμα A35. (συνέχεια)



Σχήμα A36. Καμπύλες πραγματικών τιμών, κινούμενου μέσου 5 όρων με βάρη και αθροιστικών διαφορών, για τη μέγιστη θερμοκρασία του φθινοπώρου (δυτική Μεσόγειος).



Σχήμα Α37. Χάρτης πυκνότητας πληθυσμού (κάτοικοι/km²) της Μεσογείου (Πηγή: http://www.iiasa.ac.at/Research/ERD/DB/mapdb/map_9.htm).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Πίνακας Β1. Συντεταγμένες των 8 σημείων πλέγματος που αντιστοιχούν σε κάθε έναν από τους σταθμούς μελέτης.

	Σημείο Πλέγματος 1 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 2 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 3 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 4 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 5 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 6 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 7 (γ.πλ., γ.μη.)	Σημείο Πλέγματος 8 (γ.πλ., γ.μη.)
Αλεξανδρούπολη	40.61, 25.9	40.56, 26.19	40.87, 25.67	40.83, 25.96	40.78, 26.25	41.13, 25.44	41.09, 25.73	41.04, 26.02
Αλικάντε	37.83, -0.24	38.02, -0.56	38.05, -0.28	38.23, -0.6	38.27, -0.33	38.45, -0.65	38.49, -0.37	38.67, -0.7
Βαλένθια	38.92, -0.46	38.96, -0.18	39.14, -0.51	39.17, -0.23	39.36, -0.55	39.39, -0.27	39.57, -0.6	39.61, -0.32
Ηράκλειο	34.91, 25.1	35.17, 24.88	35.13, 25.14	35.09, 25.41	35.38, 24.93	35.34, 25.19	35.3, 25.45	35.6, 24.98
Θεσσαλονίκη	40.33, 22.88	40.3, 23.17	40.59, 22.64	40.55, 22.93	40.52, 23.21	40.81, 22.68	40.77, 22.97	40.74, 23.26
Κάλιαρι	38.76, 9.24	38.96, 8.66	38.97, 8.94	38.98, 9.23	39.18, 8.65	39.19, 8.94	39.2, 9.22	39.41, 8.93
Κέρκυρα	39.31, 19.8	39.29, 20.08	39.26, 20.36	39.53, 19.83	39.51, 20.11	39.48, 20.4	39.75, 19.86	39.72, 20.15
Κύθηρα	36.28, 23.21	36.03, 23.43	35.89, 22.86	35.85, 23.12	35.82, 23.39	36.1, 22.9	36.07, 23.17	36.32, 22.94
Λάρνακα	34.86, 33.26	35.13, 33.08	35.06, 33.34	35, 33.59	35.34, 33.16	34.65, 33.19	34.92, 33.01	34.79, 33.52
Λάστοβο	42.2, 16.61	42.45, 16.03	42.44, 16.33	42.42, 16.63	42.68, 16.05	42.66, 16.35	42.65, 16.66	42.9, 16.07
Μάλαγα	36.84, -3.94	36.97, -4.53	37.06, -4	36.8, -4.21	36.32, -4.36	36.37, -4.09	37.01, -4.26	36.58, -4.15
Μασσαλία	43.69, 5.01	43.71, 5.31	43.93, 5.29	43.95, 5.6	43.24, 5.06	43.26, 5.36	43.47, 5.03	43.49, 5.34
Μπολόνια	43.89, 10.88	43.89, 11.19	44.12, 10.88	44.12, 11.19	44.34, 10.87	44.34, 11.19	44.56, 10.87	44.56, 11.19
Μπρίντζ	40.16, 17.3	40.14, 17.59	40.12, 17.88	40.38, 17.32	40.36, 17.61	40.34, 17.9	40.6, 17.35	40.58, 17.64
Μυτιλήνη	38.96, 26.35	38.92, 26.63	39.22, 26.13	39.18, 26.41	39.13, 26.69	39.44, 26.19	39.39, 26.47	39.35, 26.75
Νάξος	36.88, 25.27	36.84, 25.54	37.14, 25.05	37.1, 25.33	37.06, 25.59	37.36, 25.1	37.32, 25.38	37.27, 25.65
Περπινιάν	42.12, 2.17	42.15, 2.47	42.18, 2.77	42.34, 2.13	42.37, 2.43	42.4, 2.73	42.59, 2.4	42.62, 2.7
Ρώμη	42.11, 12.1	42.11, 12.4	41.66, 12.69	41.88, 12.7	41.66, 12.1	41.66, 12.39	41.89, 12.1	41.88, 12.4

Πίνακας Β2. Εποχιακές μέσες τιμές της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας για τους σταθμούς μελέτης.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία				Μέγιστη Θερμοκρασία			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Αλεξανδρούπολη	2.1	7.3	16.7	10.3	9.6	17.3	29.3	20.5
Αλικάντε	6.8	10.6	19	13.8	17.4	21.8	30	24.6
Βαλένθια	7.5	11.3	19.8	14.4	16.5	20.7	28.2	23.4
Ηράκλειο	9.6	12.2	20.9	16.5	15.9	20.2	28.2	23.3
Θεσσαλονίκη	3.3	9.9	19.7	12.4	10.8	19.3	30.5	21.5
Κάλιαρι	6.1	9.6	18.1	13.4	14.7	19.3	29.1	22.8
Κέρκυρα	5.9	10	18.7	13.8	14.5	19.7	30.1	23.2
Κύθηρα	9.8	13	21.9	17.2	13.3	17.5	27.9	21.5
Λάρνακα	7.8	12	21.3	16.2	17.2	22.7	31.7	26.9
Λάστοβο	7.1	11	20	14.8	11.1	16.9	27.3	19.7
Μάλαγα	8.1	11.3	19.3	14.6	17	21.5	29.1	23.7
Μασσαλία	3.6	9.1	17.7	11.4	11.7	18.4	28.1	20.1
Μπολόνια	1.6	9.7	19.2	11.4	6.8	17.8	28.7	18.3
Μπρίντζι	6.9	10.7	19.8	14.6	13.5	18.5	28	21.8
Μυτιλήνη	7.4	11.6	20.9	14.9	12.8	19.3	29.8	21.9
Νάξος	9.9	12.8	21.1	16.7	14.9	18.8	26.3	21.7
Περπινιάν	4.8	9.5	17.8	11.8	12.8	18.4	27.6	20.5
Ρώμη	3.6	8.2	17	11.2	12.6	18.8	29.4	21.6

Πίνακας Β3. Διαφορές μέσης τιμής των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για την άνοιξη. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Κάλιαρι	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Μπρίντζι	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-

Πίνακας Β4. Διαφορές μέσης τιμής των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για το καλοκαίρι. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Κάλιαρι	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Μπρίντζι	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-

Πίνακας Β5. Διαφορές μέσης τιμής των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για το φθινόπωρο. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
Μπρίντζι	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-
Μυτιλήνη	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-

Πίνακας Β6. Διαφορές τυπικής απόκλισης των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για την άνοιξη. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Αλικάντε	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Βαλένθια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-
Ηράκλειο	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Θεσσαλονίκη	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντιζι	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+

Πίνακας Β7. Διαφορές τυπικής απόκλισης των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για το καλοκαίρι. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Βαλένθια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Ηράκλειο	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-
Θεσσαλονίκη	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
Μασσαλία	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+

Πίνακας Β8. Διαφορές τυπικής απόκλισης των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων σημείων πλέγματος για το φθινόπωρο. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Βαλένθια	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Ηράκλειο	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Μασσαλία	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
Μπολόνια	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Μπρίντιζι	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μυτιλήνη	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας Β9. Τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας των σημείων πλέγματος για την άνοιξη. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκρίζο φόντο. Σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό σημειώνεται η πραγματική του τάση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε (+,±)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Βαλένθια (+,+)	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Ηράκλειο (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι (-,±)	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κέρκυρα (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάστοβο (+,±)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα (+,+)	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μασσαλία (+,±)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια (+,±)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι (+,+)	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Νάξος (±,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+

Πίνακας Β10. Τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας των σημείων πλέγματος για το καλοκαίρι. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκρίζο φόντο. Σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό σημειώνεται η πραγματική του τάση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (+,+)	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε (+,-)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+
Βαλένθια (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι (+,+)	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Κέρκυρα (+,+)	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κύθηρα (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάστοβο (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μασσαλία (+,+)	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+
Νάξος (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Πίνακας Β11. Τάσεις της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας των σημείων πλέγματος για το φθινόπωρο. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκρίζο φόντο. Σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό σημειώνεται η πραγματική του τάση.

Σταθμοί	Ελάχιστη Θερμοκρασία									Μέγιστη Θερμοκρασία								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (-,-)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε (+,-)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Βαλένθια (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο (+,-)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Θεσσαλονίκη (-,-)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κέρκυρα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κύθηρα (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάστοβο (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα (-,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μασσαλία (+,+)	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (-,-)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Νάξος (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη (+,-)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Πίνακας Β12. Εποχιακές μέσες τιμές των δεικτών Τηq10 και Τχq90 για τους σταθμούς μελέτης.

	Τηq10				Τχq90			
Σταθμοί	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Αλεξανδρούπολη	-3.6	1.1	13.2	3.5	14.9	24.4	33.2	27.5
Αλικάντε	3.1	6.4	15.8	8.3	21	26.2	32.8	30
Βαλένθια	3.7	7.1	16.6	8.7	20.6	25.3	31	28.6
Ηράκλειο	6.4	8.1	17.7	12.1	19.6	25.9	31.2	27.9
Θεσσαλονίκη	-1.1	4.3	16.6	6.2	15.7	26.4	33.9	28.7
Κάλιαρι	2	5	14.7	7.7	17.4	24.1	33	28.2
Κέρκυρα	0.9	4.7	15.7	7.9	17.3	25.6	33.7	28.8
Κύθηρα	6.1	8.6	18.9	12.6	16.4	23.5	31.6	26.6
Λάρνακα	4.4	7.1	18.4	11	19.9	28.3	34.4	31.8
Λάστοβο	3.2	6.4	16.6	9.6	14.2	22.7	31.1	25.4
Μάλαγα	4.4	7.4	16.1	9.3	20.1	26.2	33.9	29
Μασσαλία	-1.5	4	14.3	4.4	15.6	24.1	31.9	26.7
Μπολόνια	-2.2	3.8	15.3	4.2	11.8	24.9	33.2	26.8
Μπρίντιζι	3.1	6	16.3	8.9	16.7	23.9	31.7	27.2
Μυτιλήνη	2.9	6.2	18.1	9.5	17.2	26	33.3	28.3
Νάξος	6.4	8.7	18.3	12.1	18.2	23.6	29.3	26.2
Περπινιάν	0	4.8	14.4	5.6	17.1	23.7	31.7	26.8
Ρώμη	-0.9	3.2	13.7	4.9	15.7	24.8	33.2	28.1

Πίνακας Β13. Διαφορές μέσης τιμής των δεικτών των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για την άνοιξη. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Κάλιαρι	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντζι	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-

Πίνακας Β14. Διαφορές μέσης τιμής των δεικτών των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για το καλοκαίρι. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
Κάλιαρι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντιζι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-

Πίνακας Β15. Διαφορές μέσης τιμής των δεικτών των σταθμών από τις μέσες τιμές των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για το φθινόπωρο. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση, ενώ με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Αλικάντε	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαλένθια	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Ηράκλειο	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Κάλιαρι	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-
Κέρκυρα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Μπρίντζι	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Νάξος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-

Πίνακας Β16. Διαφορές τυπικής απόκλισης δεικτών των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για την άνοιξη. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Τηq10									Τηq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Βαλένθια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
Μασσαλία	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μπρίντζι	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-

Πίνακας Β17. Διαφορές τυπικής απόκλισης δεικτών των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για το καλοκαίρι. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Βαλένθια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-
Ηράκλειο	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μασσαλία	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+

Πίνακας Β18. Διαφορές τυπικής απόκλισης δεικτών των σταθμών από τις τυπικές αποκλίσεις των αντίστοιχων δεικτών των σημείων πλέγματος για το φθινόπωρο. Το + εκφράζει υπερεκτίμηση από το μοντέλο, το – υποεκτίμηση.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αλικάντε	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Βαλένθια	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+
Ηράκλειο	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Κάλιαρι	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κέρκυρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Κύθηρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάστοβο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Μασσαλία	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Μπολόνια	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Μπρίντζι	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Μυτιλήνη	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Νάξος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρώμη	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-

Πίνακας Β19. Τάσεις των χρονοσειρών των δεικτών Τηq10 και Τχq90 για τους σταθμούς μελέτης (σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό) και τα σημεία πλέγματος κατά την άνοιξη. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκριζό φόντο.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+
Αλικάντε (+,-)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Βαλένθια (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+
Ηράκλειο (-,-)	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+
Θεσσαλονίκη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κέρκυρα (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Κύθηρα (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Λάστοβο (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μάλαγα (+,-)	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μασσαλία (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Μπολόνια (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι (+,+)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Νάξος (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Περπινιάν (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-

Πίνακας Β20. Τάσεις των χρονοσειρών των δεικτών Τηq10 και Τχq90 για τους σταθμούς μελέτης (σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό) και τα σημεία πλέγματος κατά το καλοκαίρι. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκριζο φόντο.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (+,+)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Αλικάντε (+,-)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+
Βαλένθια (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο (+,-)	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Θεσσαλονίκη (+,+)	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι (+,+)	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Κέρκυρα (+,+)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+
Κύθηρα (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λάρνακα (+,+)	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Λάστοβο (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μάλαγα (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Μασσαλία (+,+)	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπολόνια (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι (+,+)	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (+,+)	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
Νάξος (+,+)	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Περπινιάν (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη (+,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Πίνακας Β21. Τάσεις των χρονοσειρών των δεικτών Τηq10 και Τχq90 για τους σταθμούς μελέτης (σε παρένθεση δίπλα από τον κάθε σταθμό) και τα σημεία πλέγματος κατά το φθινόπωρο. Οι θετικές τάσεις σημειώνονται με +, οι αρνητικές με -, ενώ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις με γκρίζο φόντο.

Σταθμοί	Τηq10									Τχq90								
	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο	Σ.Πλ.1	Σ.Πλ.2	Σ.Πλ.3	Σ.Πλ.4	Σ.Πλ.5	Σ.Πλ.6	Σ.Πλ.7	Σ.Πλ.8	Μέσο
Αλεξανδρούπολη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Αλικάντε (+,±)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Βαλένθια (+,±)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ηράκλειο (-,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Θεσσαλονίκη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κάλιαρι (-,±)	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κέρκυρα (+,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Κύθηρα (-,-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
Λάρνακα (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Λάστοβο (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Μάλαγα (-,+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μασσαλία (-,+)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Μπολόνια (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μπρίντζι (+,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Μυτιλήνη (-,+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Νάξος (+,±)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Περπινιάν (-,+)	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ρώμη (+,-)	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+

Περίληψη

Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας από 18 μεσογειακούς σταθμούς για 42 έτη (1958-2001). Μελετήθηκε το καθεστώς των παραμέτρων αυτών, καθώς και κάποιων δεικτών ακραίας θερμοκρασίας σε εποχιακή βάση. Αναλύθηκαν οι μέσες τιμές, η διαχρονική μεταβλητότητα, η χωρική κατανομή, οι τάσεις και οι πιθανές απότομες κλιματικές αλλαγές των χρονοσειρών των σταθμών.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν επιδεικνύουν μια αρκετά σαφή τάση αύξησης της θερμοκρασίας κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η αύξηση αυτή είναι περισσότερο εμφανής στην ελάχιστη θερμοκρασία. Επίσης, είναι πιο σημαντική στη δυτική Μεσόγειο και μειώνεται προς την ανατολική. Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις οι σταθμοί της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζουν αρνητικές τάσεις. Μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης απότομων κλιματικών αλλαγών παρατηρήθηκε στην πλειοψηφία των σταθμών κατά μήκος ολόκληρης της περιοχής μελέτης. Οι αλλαγές αυτές αφορούν κυρίως σε μετάβαση προς υψηλότερες θερμοκρασίες και το μεγαλύτερο μέρος τους σημειώνεται κατά τις δεκαετίες 1980 και 1990 και κατά τη θερμή περίοδο του έτους.

Στη συνέχεια αξιολογήθηκε το περιοχικό μοντέλο κυκλοφορίας (RCM) ALADIN για την ίδια χρονική περίοδο και για 8 κομβικά σημεία γύρω από τον κάθε σταθμό μελέτης. Οι προσομοιωμένες χρονοσειρές του μοντέλου συγκρίθηκαν μέσω διαφόρων στατιστικών μεθόδων με τα πραγματικά δεδομένα των σταθμών. Κατ' αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατή η αξιολόγηση του μοντέλου, η οποία πραγματοποιείται ως προς τρεις βασικές κατευθύνσεις. Πρώτον, ποια από τις παραμέτρους της μέσης ελάχιστης, της μέσης μέγιστης και των δεικτών ακραίας θερμοκρασίας προσομοιώνεται καλύτερα. Δεύτερον, σε ποια εποχή προκύπτουν τα καλύτερα αποτελέσματα, και τρίτον, σε ποια επιμέρους περιοχή της Μεσογείου αποδεικνύεται πιο αξιόπιστο το μοντέλο. Η αξιολόγηση κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη γιατί αποτελεί τη βάση για περαιτέρω χρήση του κλιματικού μοντέλου στην κατασκευή πιθανών σεναρίων και συνεπώς στην εκτίμηση μελλοντικών κλιματικών αλλαγών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η προσομοίωση κρίθηκε καλύτερη στις περισσότερες περιπτώσεις για τη μέγιστη θερμοκρασία και για τις μέσες τιμές παρά για τις ακραίες. Σχετικά με την εποχιακή μελέτη δεν προέκυψε κάποια σαφής διαφοροποίηση, τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την εκάστοτε περίπτωση. Από γεωγραφικής άποψης το μοντέλο φαίνεται να λειτουργεί καλύτερα στην ανατολική Μεσόγειο.

Σε γενικές γραμμές, οι προσομοιωμένες χρονοσειρές της θερμοκρασίας της περιόδου μελέτης από το μοντέλο ALADIN, για τους συγκεκριμένους σταθμούς της Μεσογείου, παρουσιάζουν αποκλίσεις από τις πραγματικές. Για το λόγο αυτό συνίσταται η ιδιαίτερα προσεκτική χρήση του στην παραγωγή κλιματικών σεναρίων.

Abstract

In this paper, daily values of minimum and maximum temperature of 18 Mediterranean stations for a period of 42 years (1958-2001) were used. The temperature regime of the Mediterranean region was studied through the above parameters and through extreme temperature indices on a seasonal basis. Mean values, diachronic variability, spatial distribution, trends and possible abrupt climate changes for all stations were analyzed.

According to the results there seems to be a rather clear positive trend of the air temperature during the last decades, which is more pronounced in the minimum temperatures and in the western part of the Mediterranean. Actually, it seems to weaken or even being reversed in the eastern part, where many stations are characterized by negative temperature trends. Great likelihood of existence of abrupt climate changes was found throughout the whole region of interest. The greater part of those possible abrupt changes leads to a temperature increase, which mainly takes place during the decades of 1980 and 1990, and during summer.

In addition, the RCM ALADIN was evaluated for the same period of time for 8 grid points surrounding each station of interest. Comparisons were made between the simulated temperatures of the grid points and the observed data of the 18 stations. More specifically, the evaluation of the model follows three different directions. Firstly, which parameter amongst minimum, maximum and extreme temperature indices, is best simulated. Secondly, during which season are the best results gained. And finally, in which Mediterranean subarea does the model appear to be more effective. The evaluation of an RCM is considered to be very important in regards of its future use in producing climate scenarios.

The results suggest that the model performs better in maximum temperatures and in mean values rather than in extreme indices. The evaluation of the seasonal performance doesn't allow any specific conclusions to be derived, as the results differ among cases. The region for which the best results were obtained was the eastern Mediterranean.

In general, the simulated temperatures differ significantly enough from the observed ones for the Mediterranean stations that were studied. For this reason it is highly recommended that its results regarding future climate scenarios should be treated with great care.