



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**(Δ.Π.Μ.Σ.)**  
**"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"**

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ**  
**ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ**  
**ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΩΝ»**

**Παπαδήμας Ελευθέριος, Περιβαλλοντολόγος**

Διπλωματική εργασία η οποία υποβάλλεται  
για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του  
ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Επιβλέπων: **Μαμάσης Νικόλαος** (Επικ. Καθηγητής)

Μέλη Επιτροπής: **Μπαλτάς Ευάγγελος** (Καθηγητής)

**Ασημακόπουλος Βασίλειος** (Καθηγητής)

**Αθήνα, Οκτώβριος 2016**

## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	6
Abstract .....	8
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Ορισμός .....	9
1.2 Παράγοντες κλίματος .....	9
1.3 Κλιματική διακύμανση και περιβαλλοντικές προεκτάσεις .....	10
1.4 Διακύμανση των κλιματικών δεικτών στην ιστορία της γης.....	12
2 Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν .....	16
3 Μεθοδολογία.....	20
3.1 Υδρολογικές χρονοσειρές.....	20
3.1.1 Χρονοσειρές μη συσχετισμένες και συσχετισμένες (uncorrelated - correlated).....	21
3.2 Στατιστικά μοντέλα επεξεργασίας χρονοσειρών.....	21
3.3 Δοκιμή Kendall.....	24
3.3.1 Μεθοδολογία διερεύνησης της τάσης χρονοσειρών .....	24
3.3.2 Δοκιμή Mann-Kendall.....	25
3.4 Δοκιμή Kruskal-Wallis.....	27
3.5 Διαδικασία υπολογισμών.....	28
4 Ανάλυση αποτελεσμάτων .....	31
4.1 Ανάλυση χρονοσειρών ανά ήπειρο .....	42
5 Σύνοψη - Συμπεράσματα - Μελλοντική έρευνα.....	86
Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	90
Παράρτημα.....	94
1 ADDIS ABABA (ETHIOPIA).....	94
2 AGADEZ (NIGER).....	95

3	AKUREYRI (ICELAND) .....	96
4	AMMASSALIK (GREENLAND) .....	97
5	ANTANANARIVO (MAGADASCAR).....	98
6	APARRI (PHILIPPINES) .....	99
7	ARICA (CHILE) .....	100
8	ASUNCION (PARAGUAY).....	101
9	ATLANTA (U.S.A.).....	102
10	BADAJOS (SPAIN) .....	103
11	BAHRAIN (BAHRAIN) .....	104
12	BAMAKO (MALI).....	105
13	BANGKOK (THAILAND) .....	106
14	BEOGRAD (SERBIA) .....	107
15	BOBO (BURKINA FASO) .....	108
16	BODO (NORWAY).....	109
17	BOISE (U.S.A.) .....	110
18	BULAWAYO (ZIMBABWE).....	111
19	CATAMARCA (ARGENTINA) .....	112
20	CHICLAYO (PERU) .....	113
21	CHOIBALSAN (MONGOLIA) .....	114
22	CIMBAJ (UZBEKISTAN) .....	115
23	CONSTANTINE (ALGERIA) .....	116
24	CUIABA (BRASIL) .....	117
25	DE BILT (NETHERLANDS).....	118
26	DUBLIN (IRELAND) .....	119
27	DWARKA (INDIA).....	120
28	EDIRNE (TURKEY) .....	121
29	EL FASHER (SUDAN).....	122

30	FORT NELSON (CANADA).....	123
31	GENEVE (SWITZERLAND) .....	124
32	GERALDTON (AUSTRALIA).....	125
33	HELWAN (EGYPT).....	126
34	INUKJUAK (CANADA).....	127
35	JACOBABAD (PAKISTAN) .....	128
36	KANDI (BENIN).....	129
37	KIMBERLEY (SOUTH AFRICA).....	130
38	LUQA (MALTA).....	131
39	MACAO (PORTUGAL).....	132
40	MARRAKECH (MOROCCO) .....	133
41	MASHHAD (IRAN).....	134
42	MOGOCA (RUSSIAN FEDERATION - ASIAN SECTOR).....	135
43	MOKPO (REPUBLIC OF SOUTH KOREA).....	136
44	MONTERREY (MEXICO) .....	137
45	MURMANSK (RUSSIAN FEDERATION) .....	138
46	NASSAU AIRPORT (THE BAHAMAS).....	139
47	NEW DELHI (INDIA) .....	140
48	OLAN (ALGERIA) .....	141
49	OSAKA (JAPAN).....	142
50	POINTE NOIRE (CONGO) .....	143
51	PRAHA (CZECH REPUBLIC).....	144
52	QUELIMANE (MOZAMBIQUE).....	145
53	RAOUL ISLAND (NEW ZEALAND) .....	146
54	SAINT LOUIS (SENEGAL) .....	147
55	SAO GABRIEL (BRASIL) .....	148
56	SHANGAI (CHINA) .....	149

57	SIBIU (ROMANIA) .....	150
58	SODANKYLA (FINLAND) .....	151
59	SYDNEY AIRPORT (AUSTRALIA).....	152
60	TABORA (TANZANIA).....	153
61	TOULOUSE (FRANCE).....	154
62	TRIER (GERMANY) .....	155
63	TRIESTE (ITALIA).....	156
64	TUNIS (TUNISIA) .....	157
65	UCCLE (BELGIUM).....	158
66	VALLEY (UK) .....	159
67	WARSZAWA (POLAND) .....	160
68	WIEN (AUSTRIA) .....	161
69	YAP (FEDERATED STATES OF MICRONESIA).....	162
70	ZAGREB (CROATIA) .....	163

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον για την ύπαρξη, την τάση και τη μελλοντική διαμόρφωση της κλιματικής αλλαγής απασχολεί εντονότερα τόσο το επιστημονικό προσωπικό όσο και την κοινή γνώμη. Βασικές παράμετροι καθορισμού της μελέτης της κλιματικής αλλαγής είναι οι κλιματικοί δείκτες (μέση θερμοκρασία, κατακρημνίσεις, κλπ.). Παράλληλα, πλήθος μαθηματικών μοντέλων και αλγορίθμων έχουν αναπτυχθεί για την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την κλιματική αλλαγή και την εξέλιξή της.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μελέτη της κλιματικής διακύμανσης σε 70 πόλεις, τυχαία επιλεγμένες ανά τον κόσμο. Για τη μελέτη της κλιματικής διακύμανσης επιλέχθηκαν οι κλιματικοί δείκτες των κατακρημνίσεων καθώς και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας. Έτσι, προέκυψαν χρονοσειρές - καταγραφές των κλιματικών δεικτών για τις πόλεις που μελετήθηκαν με εύρος τουλάχιστον τα τελευταία 70 χρόνια. Ακολούθως έγινε η στατιστική επεξεργασία των χρονοσειρών. Οι μέθοδοι που επιλέχθηκαν να εξεταστούν οι χρονοσειρές είναι η δοκιμή Kendall και η δοκιμή Kruskal-Wallis.

Αναλυτικά, το μη παραμετρικό μοντέλο των Mann-Kendall χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση ύπαρξης τάσης σε υδρολογικές και κλιματολογικές χρονοσειρές. Το πλεονέκτημα του τεστ είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, υπάρχουν ακραίες τιμές και μη γραμμικές τάσεις. Αντίστοιχα, το μοντέλο του Kruskal-Wallis ελέγχει το κατά πόσο δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα τυχαία δείγματα προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό. Η δοκιμή αυτή πλεονεκτεί εφόσον είναι μία μη παραμετρική δοκιμή και δεν απαιτεί για την εφαρμογή της τα δείγματα να ακολουθούν συγκεκριμένη στατιστική κατανομή.

Από την επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι σε γενικές γραμμές, ούτε στην περίπτωση των κατακρημνίσεων, ούτε και στην περίπτωση των μέσων θερμοκρασιών εμφανίζεται τάση ή διακύμανση τέτοια ώστε να συνεπάγεται κλιματική αλλαγή. Το συμπέρασμα αυτό θεωρείται ασφαλές για το εύρος του χρονικού διαστήματος που χρησιμοποιήθηκε και είναι και το σημείο διαφοράς της παρούσας μελέτης με αντίστοιχες. Επεξηγηματικά, λόγω της αύξησης του διαστήματος μελέτης των χρονοσειρών μπορούν να εξαχθούν περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα ως προς την εξέλιξη των χρονοσειρών. Κάτι αντίστοιχο γίνεται και όταν μελετώνται οι

χρονοσειρές από τους ειδικούς της παλαιοκλιματολογίας. Από την άλλη μεριά το συμπέρασμα αυτό αφορά τις συγκεκριμένες πόλεις και τις καταγραφές που γίνονται για αυτές για τα συγκεκριμένα διαστήματα μελέτης.

Επόμενες κατευθύνσεις της ομάδας εργασίας είναι η μελέτη περισσότερο διευρυμένου χρονικού διαστήματος στις ίδιες πόλεις ή και σε περισσότερες. Ακόμα, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία πιο εις βάθος μελέτη της κλιματικής διακύμανσης ανά ηπείρους ή κλιματικές ζώνες.

## Abstract

In recent years the interest in existence, the trend and the future of the climate change concern both the scientific personnel and the public opinion. The most common parameters that define the study of the climate change are the average temperature, the precipitation, etc. At the same time, numerous mathematical models and algorithms have been developed for extracting conclusions on climate change.

In this work a study of the climate change in 70 cities, randomly selected across the world, is held. For the study of the climate change the climatic indicators that are chosen are of precipitation and annual mean temperature. Thus, resulting time series - records of climate indicators for the cities studied with minimum range in the last 70 years. To the next step, the statistical analysis of time series is given. The methods that have been chosen to examine the time series is the Kendall test and the Kruskal-Wallis test.

Specifically, the non-parametric model of the Mann-Kendall is widely used to investigate the trend in hydrological and climatological time series. The advantage of the test is that it can be used in cases where the data do not follow a normal distribution. Correspondingly, the model of the Kruskal-Wallis confirms whether two or more independent random samples are from the same population. This test is advantageous if a non-parametric test and does not require the samples to follow a specific statistical distribution.

From the processing and analysis of the results nor in the case of precipitation or in the case of average temperatures the resulting trend or variation is of such that indicates major climate change. This finding are considered safe for the range of the time period used and this is a point of difference of this study with corresponding ones. Specifically due to the increased time period the study is held more reliable conclusions can be drawn. Similar conclusions are found in the field of Paleoclimatology. On the other hand, the conclusions concern only the chosen cities and their recordings for the specific time period.

Future lines of the working group is to study more extended periods of the recording either for the same cities or not. Either wise a point of interest is a more in-depth study of the climate change by continents or climatic zones.



## 1 Εισαγωγή

### 1.1 Ορισμός

Με τον όρο κλιματική διακύμανση γίνεται αναφορά στον ορισμό που δόθηκε από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) που ιδρύθηκε το 1988 από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organisation -WMO) και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environmental Program-UNEP). Έτσι, ορίζεται ως «κλιματική διακύμανση» μία αλλαγή στην κατάσταση του κλίματος που μπορεί να προσδιοριστεί από τις αλλαγές στο μέσο όρο ή/και τη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του, και που υπάρχει για μια εκτεταμένη περίοδο χρόνου, η οποία οφείλεται είτε στη φυσική μεταβλητότητα είτε στις δραστηριότητες του ανθρώπου (IPCC, 2000). Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος εξέδωσε το 2014 την 5<sup>η</sup> και πιο πρόσφατη αναφορά της σχετικά με την κλιματική διακύμανση.

### 1.2 Παράγοντες κλίματος

Γενικά, το κλίμα στη Γη διαμορφώνεται από την ποσότητα θερμικής ενέργειας η οποία παραμένει εγκλωβισμένη στην ατμόσφαιρά της. Συγκεκριμένα, η γη απορροφά ηλιακή θερμική ενέργεια. Ένα μέρος της ενέργειας αυτής (η οποία οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία) ανακλάται πίσω στο διάστημα και ένα μέρος δεσμεύεται από τη γήινη ατμόσφαιρα, και συγκεκριμένα τα αέρια του θερμοκηπίου. Τα αέρια αυτά είναι υπεύθυνα για τη διατήρηση της θερμοκρασίας επί της Γης στους 15°C έναντι των απαγορευτικών -18°C που θα επικρατούσε στη Γη, δίχως αυτά. Παρόλα αυτά, μετά τη βιομηχανική επανάσταση, στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα, η εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου αυξήθηκε, κυρίως με την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Αποτέλεσμα της αύξησης των εκπομπών αυτών, είναι η αυξητική τάση που παρατηρείται στη μέση θερμοκρασία της Γης. Λόγω του ότι η θερμοκρασία είναι καθοριστικός παράγοντας προσδιορισμού του κλίματος, αναμένεται η διακύμανση του κλίματος της Γης με συνέπεια την αλλαγή του υπάρχοντος φυσικού περιβάλλοντος και των κλιματικών ζωνών, αλλά και η αλλαγή της κατανομής της βιοποικιλότητας.

Η μεταβολή των επιπέδων θερμοκρασίας επηρεάζει και την ποσότητα κατακρημνίσεων επί της Γης. Ως κατακρημνίσματα, ορίζονται όλες οι ποσότητες

νερού, οι οποίες μετριούνται σε mm ανά έτος, και οι οποίες φτάνουν στη Γη, με οποιαδήποτε μορφή: βροχή, χιόνι, χιονόβροχο, χαλάζι, δρόσο, πάχνη, βρέχουσα ομίχλη, αχλύ ή ομίχλη. Λόγω της αλληλεξάρτησης των δύο παραγόντων, της θερμοκρασίας και των κατακρημνισμάτων, η μελέτη του κλίματος βασίζεται εξίσου στις δύο παραμέτρους.

Εδώ και δεκαετίες, ο προσδιορισμός και η μελέτη του κλίματος από τους επιστήμονες γίνεται με τη χρήση μετρήσεων και μαθηματικών μοντέλων. Οι μετρήσεις προέρχονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και κατανέμονται τόσο χωρικά σε όλη τη Γη όσο και χρονικά με την πάροδο των ετών. Τα μαθηματικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ή το χαρακτηρισμό των δεδομένων και με τη βοήθεια και την τεχνολογική ανάπτυξη των υπολογιστών προσφέρουν μία ευρεία γκάμα εργαλείων, από στατιστικά μοντέλα έως πολύπλοκους αλγόριθμους επεξεργασίας δεδομένων, όπως οι γενετικοί αλγόριθμοι, τα νευρωνικά δίκτυα και η ασαφής λογική.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, μελετάται η κλιματική διακύμανση όπως αυτή προκύπτει από την επεξεργασία των δεδομένων υδρολογικών χρονοσειρών. Η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται με τη χρήση στατιστικών τεχνικών και συγκεκριμένα με τις δοκιμές Kendall και Kruscal.

### 1.3 Κλιματική διακύμανση και περιβαλλοντικές προεκτάσεις

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση της διεθνούς ομάδας για την αξιολόγηση των κλιματικών μεταβολών (IPCC AR5), η αύξηση της θερμοκρασίας του κλιματικού συστήματος είναι αδιαμφισβήτητη, με πολλές από τις παρατηρούμενες αλλαγές από το 1950 να είναι πρωτοφανείς για τις τελευταίες δεκαετίες ή ακόμα και για τις τελευταίες χιλιετίες (Qin et al., 2013). Αυτό το γεγονός διχάζει την επιστημονική κοινότητα και τους ερευνητές ως προς τις επιδράσεις της αλλαγής αυτής στους ανθρωπογενείς και περιβαλλοντικούς τομείς.

Από τη μία πλευρά οι παρατηρούμενες αυτές αλλαγές στο κλίμα, καθώς και οι προβλεπόμενες μελλοντικές αλλαγές, μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένο κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή αλλά και τις υποδομές. Η Ομάδα Εργασίας της IPCC έχει εντοπίσει ήδη μια σειρά από βασικούς κινδύνους ή «επικίνδυνες ανθρωπογενείς διασυνδέσεις με το κλίμα». Οι φόβοι αυτοί περιλαμβάνουν κινδύνους που οφείλονται σε ακραία καιρικά

φαινόμενα, πλημμύρες, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και συστηματικούς κινδύνους που οφείλονται σε ακραία καιρικά φαινόμενα, τα οποία οδηγούν στην κατάρρευση των δικτύων υποδομής αλλά και κρίσιμων υπηρεσιών (IPCC, 2014). Ταυτόχρονα, η αλλαγή του κλίματος έχει ήδη σημαντικές άμεσες επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (Parmesan and Yohe, 2003; Dawson et al., 2011), την τροποποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Oppenheimer, 2013) αλλά και την αλληλεπίδρασή της με άλλες τρέχουσες απειλές με μια ποικιλία τρόπων (Mantyka-Pringle et al., 2011). Επιπλέον, αυτά τα ακραία γεγονότα, τα οποία ενδέχεται να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα του νερού, τις υποδομές, τα γεωργικά εισοδήματα και την επισιτιστική ασφάλεια, αναμένεται να επηρεάσουν δυσανάλογα τις φτωχότερες χώρες του κόσμου και τα ευάλωτα άτομα που ζουν κυρίως σε αγροτικές περιοχές (IPCC, 2014).

Από την άλλη πλευρά όμως μία άλλη ομάδα επιστημόνων θέτει το ζήτημα σε μία πιο ολιστική βάση. Από τη μία, παραδέχεται τα επιστημονικά δεδομένα για την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και την καθοριστική επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην κλιματική αυτή διακύμανση. Δεν αμφισβητεί την αύξηση της στάθμης των ωκεανών και την όξυνση του νερού των ωκεανών. Επιπλέον, αναγνωρίζει τους κινδύνους που ενέχονται για ένα ευρύ φάσμα των ανθρώπινων και των περιβαλλοντικών συστημάτων. Τέτοιοι είναι η έλλειψη πόρων πόσιμου νερού, η αλλαγή της παράκτιας γεωμορφολογίας, η αλλαγή των οικοσυστημάτων, οι γεωργικές επιπτώσεις, η αλιευτική πενία, η παγκόσμια επίδραση στην ανθρώπινη υγεία καθώς και ζητήματα χωρικής ασφάλεια των εθνών. Ακόμη, η επιστημονική ομάδα δέχεται τη σημαντικότητα που έχει η κοινωνική αντίδραση στην κλιματική αλλαγή (IPCC, 2014). Η διαφορά όμως έγκειται στη μη ύπαρξη παγκόσμιου μοντέλου ώστε να προβλεφθεί η επίδραση (Weber et al., 2011).

Συγκεκριμένα, η ομάδα των επιστημόνων υποστηρίζει σε κάθε έναν από τους τομείς επίδρασης της κλιματικής διακύμανσης πιθανά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την αλλαγή. Ως προς τον τομέα της γεωργίας προτείνουν τη βελτίωση του τομέα αυτού σε ορισμένες περιοχές υψηλού γεωγραφικού πλάτους (Mendelsohn et al., 2006) ακόμα και σε περιοχές στη Σιβηρία (Weber et al., 2011). Την ίδια στιγμή θα αυξηθεί η βλάστηση στις τροπικές περιοχές όπως αυτή του Αμαζονίου (Weber et al., 2011). Στον τομέα της υγείας προβλέπουν λιγότερους θανάτους που οφείλονται στο ψύχος (World Health Organization, <http://www.who.int/en/>). Στον οικονομικό τομέα και

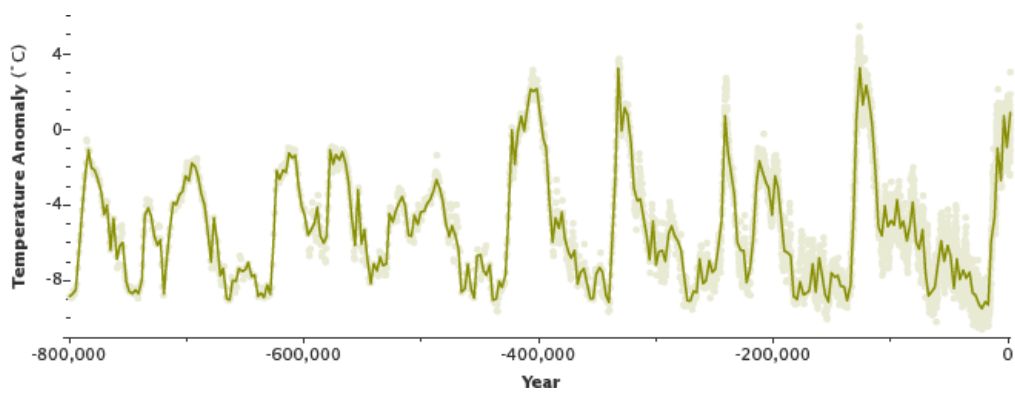
συγκεκριμένα στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών προβλέπουν θετική επίδραση στην μεταφορά εμπορευμάτων δια μέσου περιοχών που έως πρότινος καλύπτονταν από όγκους πάγου (Kerr, 2002). Ακόμα και στον τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας, φαίνεται ότι περιοχές οι οποίες δεν ήταν κατοικήσιμες (κυρίως στον Καναδά και τη Σιβηρία), θα μπορούν να εποίκιστούν (Weber et al., 2011).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας δε θα γίνει προσπάθεια να μελετηθούν οι επιδράσεις της κλιματικής αυτής αλλαγής, αλλά να παρουσιαστεί μία συνολική εξέλιξη των δεικτών κλιματικής διακύμανσης μελετώντας τη γραμμική συσχέτιση και τη διαφορά των μέσων τιμών των μεγεθών σε ένα ευρύ χρονικό φάσμα.

#### 1.4 Διακύμανση των κλιματικών δεικτών στην ιστορία της γης

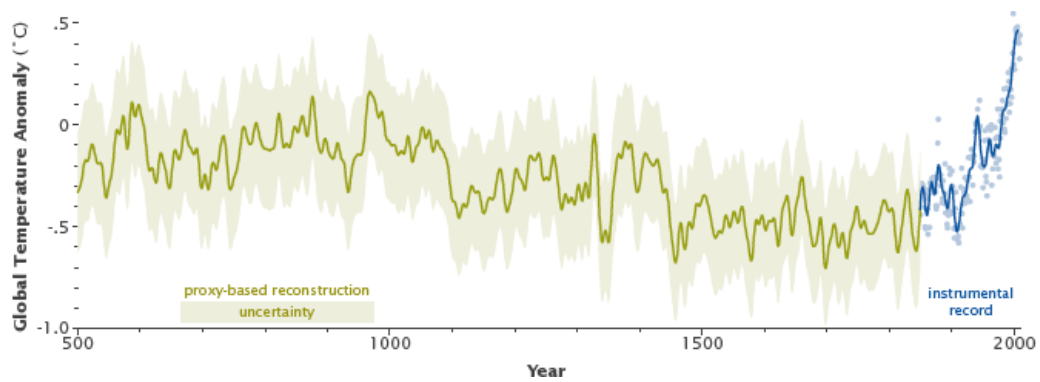
Θα πρέπει να γίνει σαφές ότι η γη έχει βιώσει την κλιματική αλλαγή στο παρελθόν και μάλιστα χωρίς να επιδρά η ανθρώπινη δραστηριότητα. Κι ενώ καταγραφές των κλιματικών συνθηκών στη γη υπάρχουν μόλις τα τελευταία περίπου 2.000 χρόνια, παρόλα αυτά υπάρχουν σήμερα γνώσεις για το παλαιότερο κλίμα της γης, μελετώντας τις ενδείξεις του. Οι ενδείξεις αυτές προέρχονται από μελέτη των δακτυλίων των δέντρων, των στρωμάτων πάγου στη διάρκεια των παγετώνων, των ιζημάτων των ωκεανών, των κοραλλιογενών υφάλων καθώς και των ιζηματογενών πετρωμάτων. Για παράδειγμα, βρέθηκαν φυσαλίδες αέρα σε πάγο οι οποίες περιείχαν μικροσκοπικά δείγματα της ατμόσφαιρας της Γης, δίνοντας έτσι στους επιστήμονες μια ιστορία των αερίων του θερμοκηπίου που εκτείνεται πίσω περισσότερο από 800.000 χρόνια. Επίσης, η χημική σύσταση του πάγου παρέχει ενδείξεις για τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία.

Χρησιμοποιώντας με αυτόν τον τρόπο αποδείξεις από ευρήματα παρελθόντων γεωλογικών εποχών, οι επιστήμονες έχουν δημιουργήσει ένα αρχείο με το παλαιό αυτό κλίμα της γης ή αλλιώς "paleoclimate" (Εικόνα 1.1), (NASA, <http://earthobservatory.nasa.gov/>). Το παλαιοκλίμα σε συνδυασμό με τα παγκόσμια μοντέλα μπορούν να δείξουν παρελθούσες εποχές των παγετώνων, καθώς και περιόδους, κατά τις οποίες το κλίμα ήταν ακόμη θερμότερο από ότι είναι σήμερα. Οι εγγραφές βέβαια που έχουν καταχωρηθεί στο παλαιοκλίμα αποκαλύπτουν ότι η τρέχουσα κλιματική αλλαγή του πλανήτη συμβαίνει πολύ πιο γρήγορα από ό,τι έχει σημειωθεί στο παρελθόν (Εικόνα 1.2), (NASA, <http://climate.nasa.gov/>).



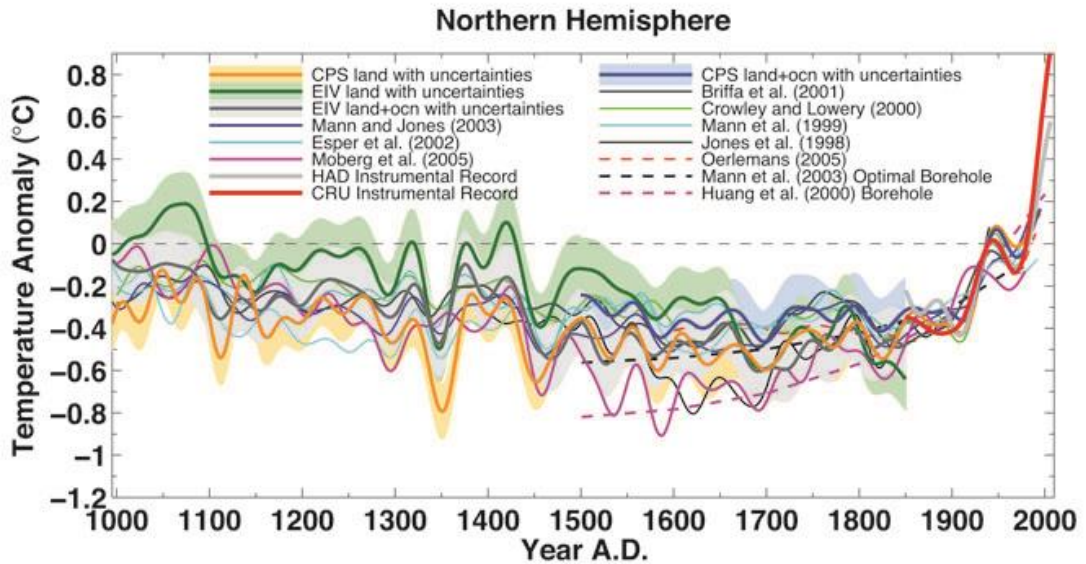
Εικόνα 1.1: Απόκλιση θερμοκρασίας στην πάροδο των ετών.

(Πηγή: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page3.php>)



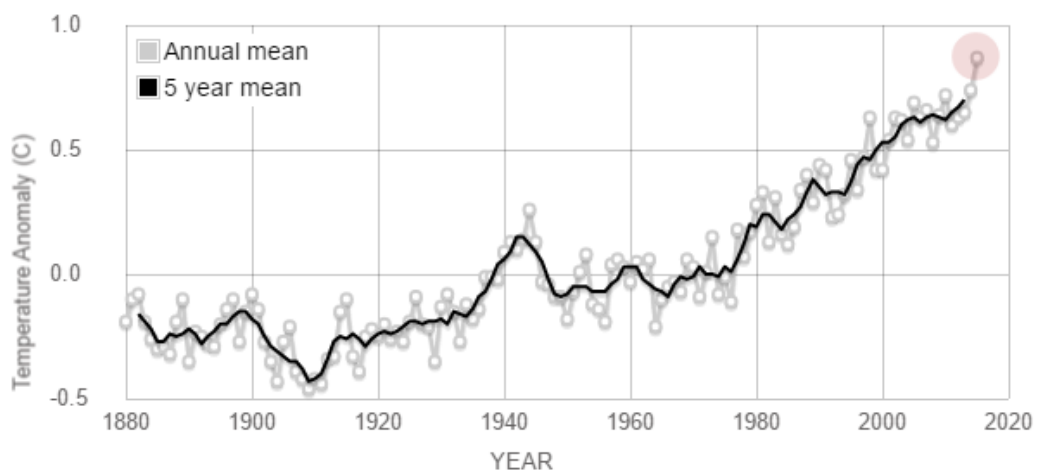
Εικόνα 1.2: Παγκόσμια απόκλιση θερμοκρασίας από την παλαιοκλιματική περίοδο (generated data) έως τη σημερινή περίοδο (measured data).

(Πηγές: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page3.php>; Mann et al., 2008)



Εικόνα 1.3: Παγκόσμια απόκλιση θερμοκρασίας από την παλαιοκλιματική περίοδο (generated data) έως τη σημερινή περίοδο της (measured data) που υπολογίστηκε και καταγράφηκε από διαφορετικούς επιστήμονες.

(Πηγές: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page3.php>; Mann et al., 2008)



Εικόνα 1.4: Μέση διακύμανση της θερμοκρασίας της γης τα τελευταία 40 χρόνια.

(Πηγή: NASA, <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>)

Καθώς η Γη κινείται εκτός κάποιας εποχής των παγετώνων τα τελευταία εκατομμύρια χρόνια, η παγκόσμια θερμοκρασία αυξήθηκε συνολικά 4 έως 7°C πάνω από περίπου 5.000 χρόνια. Μόνο τον τελευταίο όμως αιώνα η θερμοκρασία έχει ανέβει συνολικά 0,7°C , δηλαδή περίπου 10 φορές πιο γρήγορα από το μέσο ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας από την εποχή ενός παγετώνα έως την αποκατάσταση της γης από τον παγετώνα.

Τα σχετικά μοντέλα πρόβλεψης δείχνουν ότι η Γη θα αυξήσει τη θερμοκρασία της μεταξύ 2 έως και 6°C κατά τον επόμενο αιώνα. Όταν συνέβη υπερθέρμανση του πλανήτη, σε διάφορες εποχές τα τελευταία 2.000.000 χρόνια, η διάρκεια που απαιτήθηκε για να αυξηθεί η θερμοκρασία είναι περίπου 5.000 χρόνια για να ζεσταθεί 5°C. Όμως, ο προβλεπόμενος ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας για τον επόμενο αιώνα είναι τουλάχιστον 20 φορές πιο γρήγορος. Ωστόσο, αυτός ο αυξημένος ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας είναι εξαιρετικά ασυνήθιστος για τα δεδομένα της γης.

Συγκεκριμένα, οι ερευνητές επιβεβαιώνουν ότι οι θερμοκρασίες στο Βόρειο Ημισφαίριο ήταν θερμότερες κατά τη διάρκεια των τελευταίων 10 ετών από οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια των τελευταίων 1.300 χρόνων. Ακόμη, αν οι επιστήμονες συμπεριλάβουν τα στοιχεία που προέρχονται από τα αρχεία των δακτυλίων του δέντρου τότε η αύξηση της θερμοκρασίας είναι μη φυσιολογική για τουλάχιστον 1.700 χρόνια (Mann et al., 2008; National Research Council, 2006). Οι μοντελοποιημένες μετρήσεις που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές περιλαμβάνουν πληροφορίες από τους πυρήνες των θαλάσσιων και λιμναίων ιζημάτων, από τους πυρήνες των παγόβουνων, από τα κοραλλιογενή ιζήματα και τους δακτυλίους των δέντρων.

## 2 Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν

Η διερεύνηση του κλίματος που επικρατεί σε μια περιοχή αναφέρεται στο σύνολο του προσδιορισμού του περιβάλλοντος στο οποίο ζει και δραστηριοποιείται όχι μόνο ο άνθρωπος αλλά και τα εκάστοτε οικοσυστήματα. Η επισκόπηση, στη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία, δείχνει ότι αρκετοί ερευνητές έχουν προτείνει διάφορους δείκτες προκειμένου να επιτύχουν μια κωδικοποιημένη περιγραφή τόσο χωρικά όσο και χρονικά των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν σε μια περιοχή (Papadopoulou et al, 2009; Tsakiris and Pagkalou, 2005; Matzarakis, 2000; Matzarakis et al., 1999). Έτσι, για την κλιματική κατάταξη μίας περιοχής μπορεί να γίνει αντιληπτό ότι οι κυριότεροι παράγοντες είναι δείκτες όπως: η μέση ετήσια θερμοκρασία (°C), η μέση ετήσια βροχόπτωση (mm), το γεωγραφικό πλάτος (°), η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (°C), ο δείκτης ξηρότητας, κ.α. (Μαμάσης, 2010; Parathoroulou et al., 2009). Να σημειωθεί εδώ, ότι ως κατακρημνίσματα θεωρούνται οι μετρήσιμες ποσότητες νερού που φτάνουν σε μία περιοχή. Συνηθέστερα παραδείγματα κατακρημνισμάτων είναι η βροχή, το χιόνι και το χαλάζι, ενώ σε μικρότερη ποσότητα φέρνουν νερό στη γη το χιονόβροχο, η δρόσος, η πάχνη, η βρέχουσα ομίχλη και η αχλύ (Μαμάσης, 2007).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία θα χρησιμοποιηθούν οι δείκτες της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας (°C) και των κατακρημνίσεων (mm). Τα δεδομένα προήλθαν από το KNMI Climate Explorer<sup>1</sup>, το οποίο είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή για τη στατιστική ανάλυση των κλιματικών δεδομένων. Από τον ιστότοπο λήφθηκαν τα δεδομένα των δεικτών της κλιματικής αλλαγής, ενώ θεωρούνται αξιόπιστα καθώς ο ιστότοπος και η εταιρεία είναι μέρη του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού-WMO καθώς και του European Climate Assessment & Dataset (ECAD).

Ο παγκόσμιος χάρτης με τις χώρες που μελετήθηκαν φαίνεται στην Εικόνα 1.5. Αναλυτικά οι 70 πόλεις που μελετήθηκαν είναι οι εξής:

### Ασία

1. Νότιος Κορέα, MOKPO
2. Κίνα, SHANGAI
3. Ιαπωνία, OSAKA

---

<sup>1</sup> Ο ιστότοπος της εφαρμογής: <http://climexp.knmi.nl/about.cgi?id=someone@somewhere>



4. Πακιστάν, JACOBABAD
5. Ταϊλάνδη, BANGKOK
6. Μογγολία, CHOIBALSAN
7. Ινδία, DWARKA-NEW DELHI
8. Φιλιππίνες, APARRI

#### Αφρική

1. Αλγερία, CONSTANTINE-OLAN
2. Μπουρκίνα Φάσο, BOBO
3. Κογκό, POINTE NOIRE
4. Τανζανία, TABORA
5. Μάλι, BAMAKO
6. Μαρόκο, MARRAKECH
7. Νιγηρία, AGADEZ
8. Σενεγάλη, SAINT LOUIS
9. Μπενίν, KANDI
10. Αιθιοπία , ADDIS ABABA
11. Μοζαμβίκη, QUELIMANE
12. Σουδάν, EL FASHER
13. Αίγυπτος, HELWAN
14. Μαδαγασκάρη, ANTANANARIVO
15. Τυνησία, TUNIS
16. Ζιμπάμπουε, BULAWAYO
17. Νότιος Αφρική, KIMBERLEY

#### Κεντρική Αμερική και Καραϊβική

Μπαχάμες, NASSAU AIRPORT

#### Ευρώπη

1. Βέλγιο, UCCLE
2. Φινλανδία, SODANKYLA
3. Ιταλία, TRIESTE
4. Ολλανδία, DE BILT
5. Ρουμανία, SIBIU
6. Τσέχικη δημοκρατία, PRAHA

7. Γαλλία, TOULOUSE
8. Νορβηγία, BODO
9. Ρωσία, MOGOC-A-MURMANSK
10. Αυστρία, WIEN
11. Γερμανία, TRIER
12. Ισλανδία, AKUREYRI
13. Πολωνία, WARSZAWA
14. Ισπανία, BADAJOZ
15. Ηνωμένο βασίλειο, VALLEY
16. Κροατία, ZAGREB
17. Ιρλανδία, DUBLIN
18. Μάλτα, LUQA
19. Πορτογαλία, MACAO
20. Σερβία, BEOGRAD
21. Ελβετία, GENEVE

#### Μέση ανατολή

1. Ιράν, MASHHAD
2. Ουζμπεκιστάν, CIMBAJ
3. Τουρκία, EDIRNE
4. Μπαχρέν, BAHRAIN

#### Βόρειος Αμερική

1. Καναδάς, FORT NELSON-INUKJUAK
2. Γροιλανδία, AMMASSALIK
3. Μεξικό, MONTERREY
4. Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ATLANTA-BOISE

#### Ειρηνικός Ωκεανός

1. Αυστραλία, GERALDTON-SYDNEY AIRPORT
2. Νέα Ζηλανδία, RAOUL ISLAND
3. Μικρονησία, YAP

#### Νότιος Αμερική

1. Αργεντινή, CATAMARCA



### 3 Μεθοδολογία

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία γίνεται στατιστική επεξεργασία υδρολογικών χρονοσειρών των βασικών δεικτών της κλιματικής διακύμανσης. Οι βασικοί δείκτες είναι το ύψος των κατακρημνίσεων και η μέση θερμοκρασία. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων γίνεται, με βάση δύο μαθηματικά μοντέλα, τη δοκιμή Kendall και τη δοκιμή Kruskal-Wallis. Το χρονικό διάστημα το οποίο μελετάται ποικίλει σε συνάρτηση με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, σε κάθε περίπτωση όμως, το διάστημα μελέτης είναι πάνω από 70 χρόνια.

#### 3.1 Υδρολογικές χρονοσειρές

Γενικά μία χρονοσειρά είναι η αποτύπωση και καταγραφή της τιμής μίας μεταβλητής συνεχόμενα στο χρόνο. Μία υδρολογική χρονοσειρά, είναι η καταγραφή σε χρονική ακολουθία των πραγματοποιούμενων μετρήσεων μιας υδρολογικής μεταβλητής.

Οι χρονοσειρές διακρίνονται σε: διακριτές ή διακεκριμένες (discrete) (π.χ. ημερήσιες, μηνιαίες τιμές παροχής σε μία θέση μέτρησης) και συνεχείς (continuous) (π.χ. συνεχείς τιμές της παροχής για μια σειρά ετών).

Επιπλέον, οι χρονοσειρές διακρίνονται σε απλές και πολλαπλές. Οι απλές χρονοσειρές (single timeseries) μίας υδρολογικής μεταβλητής αφορούν μία θέση δηλαδή μία μεταβλητή. Για παράδειγμα, στη μέτρηση της βροχόπτωσης σε 5 σταθμούς σε μία λεκάνη απορροής, κάθε μία καταγραφή είναι απλή. Οι πολλαπλές χρονοσειρές (multiple timeseries) είναι ένα σετ απλών χρονοσειρών π.χ. χρονοσειρών σε διαφορετικές θέσεις ή διαφορετικών παραμέτρων στην ίδια θέση. Έτσι μπορούν να υπάρχουν πολλαπλές χρονοσειρές σε μία θέση και μετρήσεις παροχής, στάθμης, θερμοκρασίας νερού και ποσότητα φερτών υλών, κλπ. (Μιμίκου, 2006).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των χρονοσειρών είναι η τάση. Ως τάση χρονοσειράς χαρακτηρίζεται η αυξητική ή μειωτική συμπεριφορά που παρατηρείται στη μέση τιμή της χρονοσειράς για ένα δεδομένο διάστημα παρακολούθησης. Έτσι, η τάση μπορεί να αυξάνεται, να μειώνεται ή να παρουσιάζει διακύμανση.

### 3.1.1 Χρονοσειρές μη συσχετισμένες και συσχετισμένες (uncorrelated - correlated)

Αν γίνει η υπόθεση ότι σε μία απλή χρονοσειρά έστω,  $x(t)$  το  $x$  στο χρόνο  $t$ , παρουσιάζει γραμμική εξάρτηση από τις τιμές του  $x$  στο χρόνο  $t-k$ , η χρονοσειρά  $x(t)$  ονομάζεται σειριακά συσχετισμένη, αυτοσυσχετισμένη ή συσχετισμένη στο χρόνο. Διαφορετικά, η χρονοσειρά  $x(t)$  είναι μη συσχετισμένη ή ανεξάρτητη. Για παράδειγμα, αυτοσυσχέτιση (autocorrelation) ή η εξάρτηση σε μια χρονοσειρά ροής υπάρχει λόγω του ότι η επιφάνεια, το έδαφος και ο υδροφόρος ορίζοντας κάνει το νερό να παραμένει στο σύστημα της λεκάνης απορροής για αρκετό διάστημα. Δηλαδή, οι λίμνες, τα έλη ή οι παγετώνες είναι σημαντικά αυτοσυσχετισμένες μεταβλητές. Αντίθετα, μηνιαίες ή ετήσιες υδατοπτώσεις ή μια χρονοσειρά μεγίστων ετήσιων παροχών δεν είναι σημαντικά αυτοσυσχετισμένες.

Αν για δύο χρονοσειρές η μεταβλητή της δεύτερης είναι γραμμικά συσχετισμένη (εξαρτάται) από τις τιμές της πρώτης για το χρόνο  $t-k$  τότε οι χρονοσειρές είναι διασυσχετισμένες (cross correlated). Για παράδειγμα, μια τέτοια είναι η χρονοσειρά μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης και απορροής (Μιμίκου, 2006).

## 3.2 Στατιστικά μοντέλα επεξεργασίας χρονοσειρών

Γενικά, στην περίπτωση των ποσοτικών μεταβλητών απαιτείται καταρχήν η διεξαγωγή ελέγχου κανονικότητας των δεδομένων. Με τους ελέγχους αυτούς εκτιμάται εάν η κατανομή του αρχικού πληθυσμού, από τον οποίο προέρχονται τα δεδομένα των δειγμάτων, είναι κανονικά κατανεμημένη (normal distribution) ή αν προσεγγίζει την κανονική κατανομή.

Στην περίπτωση που η κατανομή του πληθυσμού από τον οποίο προέρχονται τα μελετώμενα δείγματα είναι κανονική, για τη στατιστική επεξεργασία των δειγμάτων χρησιμοποιούνται οι παραμετρικές μέθοδοι (parametric methods). Στην περίπτωση που δεν είναι κανονική η κατανομή χρησιμοποιούνται οι μη παραμετρικές μέθοδοι. Έτσι, το σημαντικότερο πλεονέκτημα των μη παραμετρικών μεθόδων είναι ότι μπορούν να εφαρμοστούν στην περίπτωση που η κατανομή του αρχικού πληθυσμού του δείγματος δεν είναι η κανονική. Επιπλέον οι μη παραμετρικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρούς αριθμούς δειγμάτων.

Στην περίπτωση που οι αριθμοί των μεταβλητών του δείγματος είναι δύο και οι μεταβλητές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι

όπως είναι για παράδειγμα ο στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U. Στην περίπτωση που τα δείγματα είναι μόνο δύο, αλλά είναι ανά ζεύγη, κι έτσι για κάθε παρατήρηση στην πρώτη ομάδα υπάρχει μια αντίστοιχη παρατήρηση στη δεύτερη ομάδα, χρησιμοποιούνται έλεγχοι όπως ο έλεγχος προσημασμένης διάταξης του Wilcoxon (Wilcoxon signed-ranked test) ή ο έλεγχος πρόσημου (sign test). Επιπλέον, στην περίπτωση που τα δείγματα είναι περισσότερα από δύο και ανεξάρτητα μεταξύ τους χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως για παράδειγμα ο έλεγχος **Kruskal-Wallis** ή ο έλεγχος της διαμέσου (median test). Τέλος, στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερα από δύο δείγματα τα οποία είναι ανά ζεύγη χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως είναι για παράδειγμα ο έλεγχος **Kendall**, ο έλεγχος Friedman ή Cochran (Γαλάνης, 2009).

Συγκεκριμένα, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kruskal-Wallis και η μέθοδος Kendall.

**Η δοκιμή Kruskal-Wallis** είναι μια μη παραμετρική μέθοδος η οποία συγκρίνει τις διαμέσους των ομάδων δεδομένων για να καθορίσει εάν τα δείγματα προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό (ή, ισοδύναμα, από διαφορετικούς πληθυσμούς οι οποίοι έχουν την ίδια κατανομή).

Η μέθοδος Kruskal-Wallis χρησιμοποιεί τάξεις (ranks) των δεδομένων, αντί αριθμητικές τιμές, για να υπολογίσει τα στατιστικά τεστ. Βρίσκει τις τάξεις βάζοντας σε σειρά τα δεδομένα από το μικρότερο στο μεγαλύτερο σε όλες τις ομάδες και λαμβάνει τον αριθμητικό διάμεσο της σειράς. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η στατιστική επεξεργασία βασίζεται στην μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Η μέθοδος Kruskal-Wallis υποθέτει ότι όλα τα δείγματα προέρχονται από πληθυσμούς που έχουν την ίδια συνεχή (αλλά όχι κανονική) κατανομή. Αυτό συμβαίνει εκτός από τις περιπτώσεις που υπάρχουν πιθανώς διαφορετικές τοποθεσίες λόγω της χωρικής κατανομής της δράσης των μεταβλητών. Ακόμη, υποθέτει ότι όλες οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους (Γαλάνης, 2009).

Ο έλεγχος Kruskal-Wallis είναι μία μη παραμετρική διαδικασία που μπορεί να εφαρμοστεί για τη σύγκριση τριών ή περισσότερων πληθυσμών. Πιο συγκεκριμένα:

$H_0$ : Τα  $k$  δείγματα προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό.

$H_1$ : Τουλάχιστον ένα δείγμα προέρχεται από διαφορετικό πληθυσμό. σε επίπεδο εμπιστοσύνης  $\alpha$

Αν η μηδενική υπόθεση απορριφθεί τότε τουλάχιστον δύο πληθυσμοί διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς τη διάμεση τιμή τους.

**Η μέθοδος εύρεσης τάξης συσχέτισης Kendall**, κοινώς γνωστή ως συντελεστής  $\tau$  (ταυ) του Kendall, είναι μία στατιστική μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της κανονικής συσχέτισης μεταξύ δύο μετρούμενων ποσοτήτων. Η μέθοδος είναι όπως προαναφέρθηκε μη παραμετρική και αφορά τη στατιστική ανεξαρτησία που βασίζεται στον συντελεστή  $\tau$ . Συγκεκριμένα, υπολογίζεται η τάξη συσχέτισης, δηλαδή η ομοιότητα της σειράς των δεδομένων όταν αυτές ταξινομούνται για κάθε μετρούμενη ποσότητα.

Η μέθοδος εύρεσης τάξης συσχέτισης Kendall είναι όμοια με τον προσδιορισμό της παραμέτρου  $\rho$  του Spearman και του συντελεστή συσχέτισης  $r$  του Pearson ως προς το ότι υπολογίζεται με βάση την τάξη μεγέθους των παρατηρήσεων και όχι με βάση τις παρατηρήσεις αυτές καθαυτές. Επιπλέον, η κατανομή του συντελεστή είναι ανεξάρτητη από την κατανομή που παρουσιάζουν οι μεταβλητές  $X$  και  $Y$ , αρκεί αυτές να είναι συνεχείς και ανεξάρτητες.

Όπως συμβαίνει με τη μέθοδο του Spearman ή του Pearson μια αρνητική συσχέτιση υποδηλώνει ότι όταν το  $X$  αυξάνεται τότε το  $Y$  μειώνεται. Ωστόσο, ο συντελεστής  $\tau$  του Kendall αντιπροσωπεύει μια πιθανότητα. Με άλλα λόγια, είναι η διαφορά μεταξύ της πιθανότητας ότι τα παρατηρούμενα δεδομένα ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό σε σχέση με την πιθανότητα ότι τα παρατηρούμενα δεδομένα δεν ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό. Η Εξίσωση 1 δείχνει την εξαγωγή της πιθανότητας αυτής.

$$\tau = \frac{C - D}{C + D} = \frac{C - D}{\frac{n \cdot (n-1)}{2}} = \frac{C - D}{\binom{n}{2}} = \frac{C - D}{\frac{n!}{2!(n-2)!}} \quad (1)$$

Όπου:

$C = (\textit{concordant})$  είναι τα εναρμονισμένα – συσχετισμένα ζεύγη

$D = (\textit{discordant})$  είναι τα μη εναρμονισμένα – μη συσχετισμένα ζεύγη

Συμπερασματικά, ο συντελεστής  $\tau$  υπολογίζει τη διαφορά μεταξύ των ποσοστών των εναρμονισμένων και μη εναρμονισμένων ζευγών παρατηρήσεων. Στην περίπτωση που όλα τα ζεύγη παρατηρήσεων είναι εναρμονισμένα, ο συντελεστής  $\tau$  ισούται με 1. Στην περίπτωση που όλα τα ζεύγη είναι μη εναρμονισμένα, τότε η τιμή του συντελεστή  $\tau$  ισούται με -1. Έτσι, οι τιμές του συντελεστή  $\tau$  μπορεί να είναι μεταξύ του -1 και του 1 ανάλογα τα ποσοστά των εναρμονισμένων και μη εναρμονισμένων ζευγών στο σύνολο των παρατηρήσεων (MathWorks, <http://www.mathworks.com/help/stats/corr.html>).

### 3.3 Δοκιμή Kendall

Σε χρονοσειρά βροχομετρικών παρατηρήσεων  $X_t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, N$  εξετάζονται όλα τα δυνατά ζεύγη της  $X_i, X_j$  με  $j > i$  και υπολογίζεται ο συνολικός αριθμός  $p$  των ζευγών που πληρούν τη σχέση  $X_j > X_i$ . Ο αριθμός  $p$  μεγαλώνει όταν η χρονοσειρά είναι συνεχώς αύξουσα. Για μία χρονοσειρά που δεν παρουσιάζει τάση αποδεικνύεται ότι η αναμενόμενη τιμή του  $p$  δίνεται από τη σχέση:  $E(p) = N(N-1)/4$ .

Στη συνέχεια, υπολογίζεται η ανηγμένη μεταβλητή  $\tau$  ή αλλιώς  $A = [4 * p / N * (N-1)] - 1$  η οποία έχει αναμενόμενη τιμή  $E(\tau) = 0$  για μια τυχαία διαδοχή της χρονοσειράς. Η διασπορά του  $\tau$  δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Var}(\tau) = 2(2N+5)/9N(N-1)$$

Και αποδεικνύεται ότι η κατανομή της παραμέτρου Kendall  $\tau$   $\{\text{var}(\tau)\}^{1/2}$  συγκλίνει στην κανονική κατανομή όσο το  $N$  μεγαλώνει. Στην περίπτωση του μονόπλευρου ελέγχου η μηδενική υπόθεση  $H_0$  περί της μη ύπαρξης πτωτικής/ανοδικής τάσης δεν απορρίπτεται για κάποιο επίπεδο σημαντικότητας,  $\alpha$ , όταν η σχέση  $Z_\alpha \leq \tau / \text{var}(\tau)^{1/2}$  ή  $\tau / \text{var}(\tau)^{1/2} \leq Z_\alpha$  αντίστοιχα, όπου  $Z_\alpha$  η ανηγμένη μεταβλητή της κατανομής Gauss για πιθανότητα υπέρβασης  $\alpha$  (Γκίνη, 1993).

#### 3.3.1 Μεθοδολογία διερεύνησης της τάσης χρονοσειρών

Ένα από τα προβλήματα στην ανίχνευση και την ερμηνεία της τάσης (trend) σε σειρές υδρολογικών δεδομένων είναι η επίδραση της αυτοσυσχέτισης. Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης (autocorrelation function) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την αμοιβαία εξάρτηση μεταξύ των τιμών της ίδιας χρονικής σειράς, για διάφορες χρονικές μετατοπίσεις (lags). Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης για μετατόπιση (lag) ίση με 1, ονομάζεται πρώτη τάξης συντελεστής αυτοσυσχέτισης ( $\tau_1$ ) και υπολογίζεται με τη σχέση (Παπαμιχαήλ και Γεωργίου, 2011α):



$$\tau_1 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} (x_t - \bar{x})(x_{t+1} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2}$$

όπου  $x_t$  η χρονική σειρά και  $n$  ο αριθμός των δεδομένων της σειράς. Η εφαρμογή του μη παραμετρικού τεστ των Mann-Kendall προϋποθέτει τυχαιότητα της χρονικής σειράς, η οποία ελέγχεται με τον πρώτης τάξης συντελεστή αυτοσυσχέτισης. Αν ο πρώτης τάξης συντελεστής αυτοσυσχέτισης είναι εντός των ορίων εμπιστοσύνης τότε η χρονική σειρά είναι τυχαία. Συνεπώς, για την εφαρμογή του μη παραμετρικού τεστ των Mann-Kendall δεν απαιτείται μετασχηματισμός της χρονικής σειράς. Στην περίπτωση που ο πρώτης τάξης συντελεστής αυτοσυσχέτισης είναι εκτός των ορίων εμπιστοσύνης, τότε απαιτείται, πριν την εφαρμογή του μη παραμετρικού τεστ των Mann-Kendall, μετασχηματισμός της χρονικής σειράς. Στη συγκεκριμένη ανάλυση τάσης χρησιμοποιεί την παρακάτω μετασχηματισμένη σειρά  $x_2 - \tau_1 x_1, x_3 - \tau_1 x_2, x_4 - \tau_1 x_3, \dots, x_n - \tau_1 x_{n-1}$  (Partal and Kahya, 2006).

Πέρα από τον έλεγχο με τη βοήθεια των ορίων εμπιστοσύνης, ο έλεγχος τυχαιότητας με βάση τον  $\tau_1$  μπορεί να γίνει και με τον παρακάτω έλεγχο υποθέσεων:

Μηδενική υπόθεση  $H_0: \tau_1 = 0$ .

Εναλλακτική υπόθεση  $H_1: \tau_1 > 0$ .

Το κριτήριο για τον έλεγχο της υπόθεσης δίνεται από τη σχέση:

$$t = |\tau_1| \sqrt{\frac{n-2}{1-\tau_1^2}}$$

που ακολουθεί κατανομή t-student με  $n-2$  βαθμούς ελευθερίας. Εάν  $|t| \geq \alpha$  τότε η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και κατά συνέπεια υπάρχει αυτοσυσχέτιση, γεγονός που απαιτεί μετασχηματισμό της χρονικής σειράς για την εφαρμογή του μη παραμετρικού τεστ των Mann-Kendall.

### 3.3.2 Δοκιμή Mann-Kendall

Το μη παραμετρικό τεστ των Mann-Kendall έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για τη διερεύνηση ύπαρξης τάσης σε υδρολογικές και κλιματολογικές χρονοσειρές (Partal and

Kahya, 2006; Luo et al., 2007; Tabari et al., 2011). Το πλεονέκτημα του τεστ των Mann-Kendall είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, υπάρχουν ακραίες τιμές και μη γραμμικές τάσεις (Helsel and Hirsch, 1992; Birsan et al., 2005; Hamed, 2008). Σύμφωνα με το τεστ Mann-Kendall, ο έλεγχος υποθέσεων είναι αμφίπλευρος και είναι ο παρακάτω:

Μηδενική υπόθεση  $H_0$ : Η χρονική σειρά  $x_1, x_2, \dots, x_n$  είναι ένα δείγμα  $n$  ανεξάρτητων και ταυτόχρονα τυχαία κατανομημένων μεταβλητών και δεν έχει τάση.

Εναλλακτική υπόθεση  $H_1$ : Οι κατανομές των  $x_k$  και  $x_j$  δεν είναι πανομοιότυπες για όλα τα  $k$ , για  $j \leq n$  με  $k \neq j$  και η σειρά έχει τάση.

Το κριτήριο του τεστ των Mann-Kendall ( $S$ ) δίνεται από τη σχέση:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

όπου:

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1, & \text{εάν } (x_j - x_k) > 0 \\ 0, & \text{εάν } (x_j - x_k) = 0 \\ -1, & \text{εάν } (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

και κατανέμεται ασυμπτωτικά κανονικά με μέσο όρο μηδέν και μεταβλητότητα που δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)}{18}$$

όπου:  $n$  = μέγεθος του δείγματος και  $t$  αντιπροσωπεύει δεδομένα της χρονικής σειράς με την ίδια τιμή (tie).

Στην περίπτωση που το μέγεθος του δείγματος είναι  $n > 10$ , το κριτήριο για τον έλεγχο της υπόθεσης  $Z$ , δίνεται από τη σχέση:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & \text{αν } S > 0 \\ 0, & \text{αν } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, & \text{αν } S < 0 \end{cases}$$

Για τον έλεγχο της υπόθεσης, η τιμή του κριτηρίου  $Z$  συγκρίνεται με αυτή της τυπικής κανονικής κατανομής, για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha$ . Εάν  $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$  τότε η

μηδενική υπόθεση  $H_0$  γίνεται δεκτή, για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha$  και επομένως η χρονική σειρά δεν έχει τάση.

Στην αντίθετη περίπτωση, απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και η χρονική σειρά έχει τάση και μάλιστα όταν  $S > 0$  η τάση είναι ανοδική (upward). Αν η τιμή  $p$  είναι μεγαλύτερη από το 0,05 (επίπεδο σημαντικότητας 5%), τότε γίνεται δεκτή η μηδενική υπόθεση και δεν υπάρχει τάση στη σειρά, ενώ αντίθετα αν  $p < 0,05$  τότε γίνεται δεκτή η εναλλακτική υπόθεση και υπάρχει τάση στη σειρά. Στην περίπτωση ύπαρξης τάσης σε μία σειρά, χρησιμοποιείται ο εκτιμητής του Sen (Partal and Kahya, 2006) για την εκτίμηση του μεγέθους της γραμμικής τάσης, όπως επίσης και το διαδοχικό τεστ των Mann-Kendall (sequential Mann-Kendall test) (Partal and Kahya, 2006) για τον προσδιορισμό του χρονικού σημείου έναρξης της τάσης.

### 3.4 Δοκιμή Kruskal-Wallis

Η δοκιμή ελέγχει το κατά πόσο δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα τυχαία δείγματα προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό. Η δοκιμή αυτή πλεονεκτεί εφόσον είναι μία μη παραμετρική δοκιμή και δεν απαιτεί για την εφαρμογή της τα δείγματα να ακολουθούν συγκεκριμένη στατιστική κατανομή.

Εάν υπάρχουν  $k$  δείγματα με  $N_k$  δεδομένα σε κάθε δείγμα συμβολίζονται οι τιμές:

$X_{ij}$  όπου  $1 \leq i \leq k$  και  $1 \leq j \leq N_k$ .

Το σύνολο των δεδομένων είναι  $N = N_1 + N_2 + \dots + N_k$ .

Για την πραγματοποίηση της δοκιμής καταρτίζεται ένα συνολικό δείγμα (με  $N$  στοιχεία) το οποίο κατατάσσεται σε φθίνουσα σειρά. Σε κάθε τιμή  $X_{ij}$  αντιστοιχίζεται ο ακέραιος αριθμός  $r_{ij}$  ( $1 \leq r \leq N$ ) που δείχνει την σειρά της τιμής στο συνολικό δείγμα. Για κάθε δείγμα  $k$  υπολογίζεται η παράμετρος  $R_k$  και στη συνέχεια για το σύνολο των δεδομένων η παράμετρος  $H$ :

$$R_k = \sum_{j=1}^{N_k} r_{kj}, \quad H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{N_i} - 3(N+1)$$

Η μηδενική υπόθεση ότι όλα τα εναλλακτικά δείγματα προέρχονται από τον ίδιο στατιστικό πληθυσμό δεν απορρίπτεται για κάποιο επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha$  όταν:  $H \leq X_\alpha$  όπου  $X_\alpha$  η ανηγμένη μεταβλητή της κατανομής  $X^2$  για  $k-1$  βαθμούς ελευθερίας και πιθανότητα υπέρβασης  $\alpha$  (Μαμάσης, 2012).

### 3.5 Διαδικασία υπολογισμών

Για τη διαδικασία των υπολογισμών αρχικά από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer (<http://climexp.knmi.nl/>) επιλέχθηκαν τα μηνιαία δεδομένα σταθμών (monthly station data) από τις χρονοσειρές (select a time series) ώστε να συγκεντρωθούν τα μηνιαία στοιχεία από τους μετεωρολογικούς σταθμούς. Από τις ιστορικές παρατηρήσεις (historical observations) επιλέχθηκαν οι κατακρημνίσεις (precipitation) και οι μέσες θερμοκρασίες (mean temperature) μη προσαρμοσμένων αριθμών Ghcn-m (all) των διάφορων σταθμών.

Η επιλογή των σταθμών στο χάρτη (select on world map) έγινε τυχαία ενώ συγκεντρώθηκαν δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών τουλάχιστον 70 ετών (time distance: at least 70 years of data in the monthly) τόσο για τα κατακρημνίσεις όσο και για τις μέσες θερμοκρασίες. Να σημειωθεί εδώ, ότι όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα παρατήρησης των δεδομένων τόσο πιο έγκυρα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν. Επιπλέον, οι σταθμοί επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε τα δεδομένα τους να είναι κατά το δυνατό πιο πρόσφατα (δεδομένα μέχρι και το 2014) για να εξεταστεί η ύπαρξη περιοδικότητας.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα μεταφέρθηκαν στο excel και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μηνών κάθε έτους (Average prcp και Average temp) του κάθε μετεωρολογικού σταθμού αντίστοιχα. Στις περιπτώσεις που υπήρχε έλλειψη μηνιαίων δεδομένων, (έλλειψη δεδομένων μέχρι και 6 μήνες ανά έτος) οι μήνες συμπληρώθηκαν από το μέσο όρο των αντίστοιχων ίδιων μηνών των προηγούμενων ετών. Στην περίπτωση που υπήρχε έλλειψη δεδομένων για περισσότερους από 6 μήνες ανά έτος οι χρονιές εκείνες δε λήφθηκαν καθόλου υπόψη.

Κατόπιν, προστέθηκαν δυο νέα φύλλα εργασίας σε κάθε σταθμό πόλη (Kendall\_prcp και Kendall\_temp) για να πραγματοποιηθεί η στατιστική δοκιμή Kendall. Εκεί τοποθετήθηκαν εκ νέου τα έτη, οι μέσοι όροι των ετών (στήλες A, B) και μια νέα στήλη που αριθμεί τα δεδομένα των ολοκληρωμένων ετών (στήλη C). Ακολούθως, με τη συνάρτηση *slope* (κελί E3), ανιχνεύθηκε η κλίση των κατακρημνίσεων και των μέσων θερμοκρασιών κάθε σταθμού [*slope* (έτος, κατακρημνίσματα), *slope* (έτος, θερμοκρασία)]. Η συνάρτηση *Slope* (known\_y's, known\_x's) αποδίδει την κλίση της γραμμής γραμμικής παλινδρόμησης που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη τιμών του y από τιμές x. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν

γραφήματα από τα έτη και τους μέσους όρους των ετών τόσο για τις κατακρημνίσεις όσο και για τις θερμοκρασίες για πληρέστερη εικονική αποτύπωση. Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν η ανηγμένη μεταβλητή A από τον τύπο:

$$A = [4p/(N*(N-1))] - 1,$$

και η διασπορά Var(A) από τον τύπο:

$$\text{Var}(A) = 2*(2*N+5)/9*N*(N-1)$$

Το p υπολογίστηκε με τη βοήθεια της συνάρτησης Kendall που συντάχθηκε με τη δημιουργία μακροεντολής χρησιμοποιώντας τη microsoft visual basic στο excel:

```
Function kendall (x As Range)
Dim i As Integer, j As Integer, n As Integer, number As Integer
n = x.Count
'number = 1
'For j = 1 To n - 1
'For i = j + 1 To n
'If c(j) < c(j + i) Then
' number = number + 1
'Else
'number = number + 0
'End If
'Next i
'Next j
kendall = 5
End Function
```

Ακόμη, προστέθηκαν δυο νέα φύλλα εργασίας σε κάθε σταθμό (Kruscal\_prcp και Kruscal\_temp) στα οποία πραγματοποιήθηκε η στατιστική δοκιμή του Kruscal. Τοποθετήθηκαν και εδώ εκ νέου τα έτη, οι μέσοι όροι των ετών (στήλες A, B) και μια νέα στήλη που αριθμεί τα έτη αλλά με τυχαία σειρά (στήλη C). Η τυχειότητα αυτή επιτεύχθηκε στο excel με τη βοήθεια της συνάρτησης *rand*. Για τη δοκιμή του Kruscal (κελιά F3 - G5) λήφθηκαν υπόψη δύο πληθυσμοί (διαφορετικά χρονικά διαστήματα) ενώ ο υπολογισμός έγινε από τον τύπο:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{N_i} - 3(N+1).$$

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε η δοκιμή διαφοράς μέσων τιμών (κελιά F9 - G19). Πιο συγκεκριμένα υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές των  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ , οι τυπικές αποκλίσεις  $\sigma_1$  και  $\sigma_2$ , τα μεγέθη των δειγμάτων  $N_1$ ,  $N_2$  και ως εκ τούτου η μεταβλητή H από τον τύπο:

$$H = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}} \sqrt{\frac{N_1\sigma_1^2 + N_2\sigma_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}}$$

Τέλος, εξετάστηκε η ανηγμένη μεταβλητή  $X_a$  με τη βοήθεια της συνάρτησης *chidist* (κελί G21) η οποία περιλαμβάνει την τιμή της μεταβλητής και τους βαθμούς ελευθερίας.

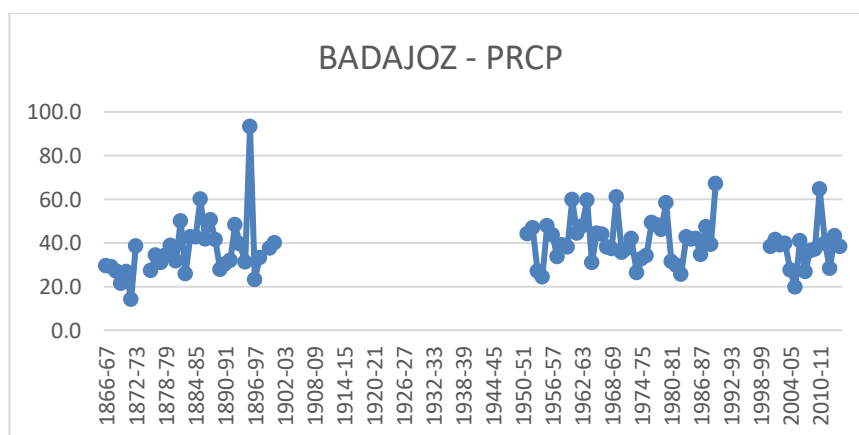
Οι παραπάνω υπολογισμοί έγιναν και για τους 70 σταθμούς ξεχωριστά.

#### 4 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται σε συγκεντρωτικούς πίνακες και γραφήματα τα αποτελέσματα των υπολογισμών, από τη δοκιμή Kendall και τη δοκιμή Kruskal-Wallis, που αφορούν το ύψος των κατακρημνίσεων και τη μέση θερμοκρασία για το σύνολο των 70 πόλεων που μελετήθηκαν (Πίνακας 4.1, Γράφημα 4.1, Πίνακας 4.2, Γράφημα 4.2). Επιπλέον, στο τέλος της εργασίας επισυνάπτεται σχετικό παράρτημα διαγραμμάτων των κατακρημνίσεων και των μέσων θερμοκρασιών κάθε πόλης ξεχωριστά.

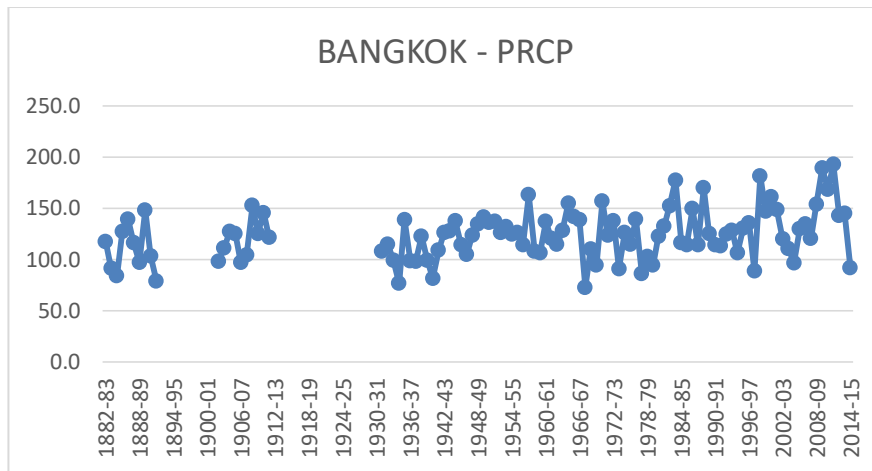
Αναφορικά με τα επιτρεπόμενα όρια του συντελεστή Kendall, αυτό που μπορεί να εξαχθεί από τη βιβλιογραφία αναφέρεται στο συντελεστή  $\tau$  ή αλλιώς  $A$  του Kendall, ο οποίος παίρνει τιμές στο διάστημα  $[-1, 1]$  (Κεφάλαια 3.2, 3.3). Αντίστοιχα, για τη μεταβλητή  $X_\alpha$  εφόσον το ζητούμενο είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης της κατανομής  $X^2$ , για τα συγκεκριμένα δείγματα το εύρος είναι επίσης  $[-1, 1]$  (Κεφάλαιο 3.4).

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων των κατακρημνίσεων (Γράφημα 4.1, Πίνακας 4.1) παρατηρείται ότι το σύνολο των αποτελεσμάτων είναι εντός επιτρεπόμενων ορίων. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τη μελέτη των κατακρημνίσεων και τον δείκτη Kendall η πλειοψηφία των πόλεων φαίνεται να παρουσιάζει τιμές για τον δείκτη  $A$  στο διάστημα  $[-0,3, +0,6]$ . Ελάχιστες εξαιρέσεις αποτελούν η BADAJOZ και η BANGKOK όπου ο δείκτης υπολογίζεται στα 1,80 και 1,16 αντίστοιχα. Ακολουθούν τα διαγράμματα χρονικής διακύμανσης κατακρημνίσεων των δύο πόλεων (Διαγράμματα 4.1, 4.2).



Διάγραμμα 4.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Badajoz.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.2: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Bangkok.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

Το αποτέλεσμα αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συνολική χρονοσειρά των δεδομένων των κατακρημνίσεων από τις διάφορες πόλεις δεν παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση (και δεν εμφανίζει ανοδική ή καθοδική τάση). Επιπλέον, ως προς τη διερεύνηση της κλιματικής αλλαγής μέσω της μελέτης χρονοσειρών φαίνεται ότι δεν εμφανίζεται αυξητική ή πτωτική τάση στο δείκτη των κατακρημνίσεων. Έτσι, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η κλιματική διακύμανση που παρατηρείται δεν εμφανίζει τάσεις και είναι σε μικρό εύρος.

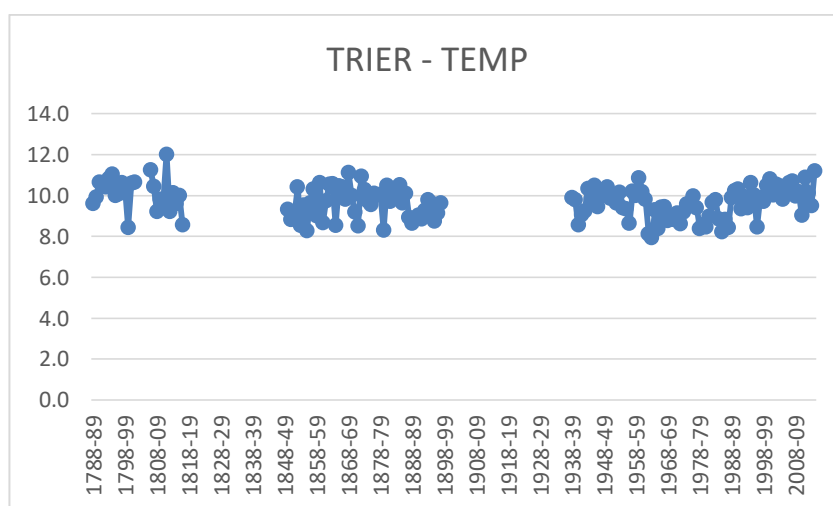
Στην περίπτωση μελέτης των διαστημάτων  $[-1,95, 1,95]$  και  $[-2,70, 2,70]$  τα οποία αντιστοιχούν σε πιθανότητες 2,5% και 0,16% κλιματικής αλλαγής παρατηρείται ότι και οι δύο περιπτώσεις απόκλισης του εύρους  $[-1, 1]$  παρουσιάζουν 2,5% πιθανότητα εμφάνισης κλιματικής αλλαγής. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις δεν εμφανίζονται αποτελέσματα τέτοια ώστε να υποδηλώνουν υπολογίσιμη κλιματική αλλαγή.

Αντίστοιχα, μελετώντας συνολικά τα αποτελέσματα των κατακρημνίσεων του δείκτη Kruscal (Γράφημα 4.1, Πίνακας 4.1) για το σύνολο των πόλεων διαπιστώνεται ότι είναι εντός τους εύρους  $[-1, 1]$  με την πλειοψηφία των δειγμάτων να εμφανίζεται στο διάστημα  $[-0,4, 0,4]$ . Αυτό σημαίνει ότι η αρχική υπόθεση ότι τα δείγματα ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό υποστηρίζεται σε ικανοποιητικό επίπεδο σημαντικότητας και μπορεί να επιβεβαιωθεί. Ως προς τη διερεύνηση της κλιματικής αλλαγής συμπεραίνεται ότι υπάρχει μεγάλη αυτοσυσχέτιση στα δεδομένα των χρονοσειρών κάτι το οποίο ενισχύει το συμπέρασμα της μικρής διακύμανσης που εμφανίζουν τα αρχικά δείγματα.



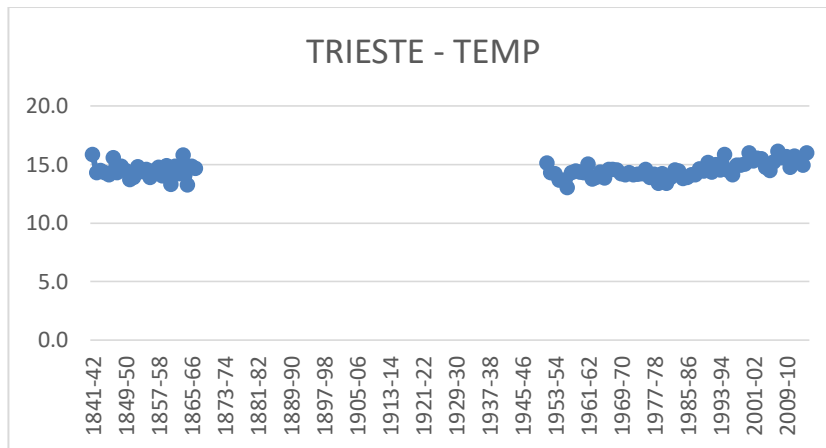
Στην περίπτωση μελέτης των διαστημάτων  $[-1,95, 1,95]$  και  $[-2,70, 2,70]$  τα οποία αντιστοιχούν σε πιθανότητες 2,5% και 0,16% κλιματικής αλλαγής παρατηρείται ότι για τον δείκτη Kruscal δεν εμφανίζονται αποτελέσματα εκτός του διαστήματος  $[-1, 1]$ . Άρα, δεν εμφανίζονται αποτελέσματα τέτοια ώστε να υποδηλώνουν υπολογίσιμη κλιματική αλλαγή.

Επιπλέον, αναφορικά με τη μελέτη της μέσης θερμοκρασίας και τον δείκτη Kendall (Γράφημα 4.2, Πίνακας 4.2), η πλειοψηφία των πόλεων φαίνεται να παρουσιάζει τιμές για τον δείκτη A στο διάστημα  $[-0,1, +0,6]$ . Το αποτέλεσμα αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συνολική χρονοσειρά των δεδομένων των μέσων θερμοκρασιών από τις διάφορες πόλεις δεν παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση ενώ εμφανίζει ελαφρώς ανοδική τάση. Αυτό συμβαίνει διότι αν υπολογιστεί ο μέσος όρος του δείκτη, αυτός εξάγεται στα 0,5, χωρίς δηλαδή να προκύπτει σαφές και ασφαλές συμπέρασμα ανοδικής ή καθοδικής τάσης. Όσον αφορά τις αυξημένες τιμές του δείκτη σε ορισμένες περιπτώσεις (ADDIS ABABA, BADAJOZ, BANGKOK, CONSTANTINE, KIMBERLEY, SAINT LOUIS, TABORA, TOULOUSE, TRIER, TRIESTE) αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι κατά τον υπολογισμό του δείκτη έχουν ληφθεί υπόψη και έτη για τα οποία δεν υπήρχαν δεδομένα στην ολλανδική βάση. Ακολουθούν τα διαγράμματα χρονικής διακύμανσης μέσω θερμοκρασιών της TRIER και της TRIESTE (Διαγράμματα 4.3, 4.4).



Διάγραμμα 4.3: Χρονική διακύμανση μέσω θερμοκρασιών της Trier.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.4: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Trieste.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

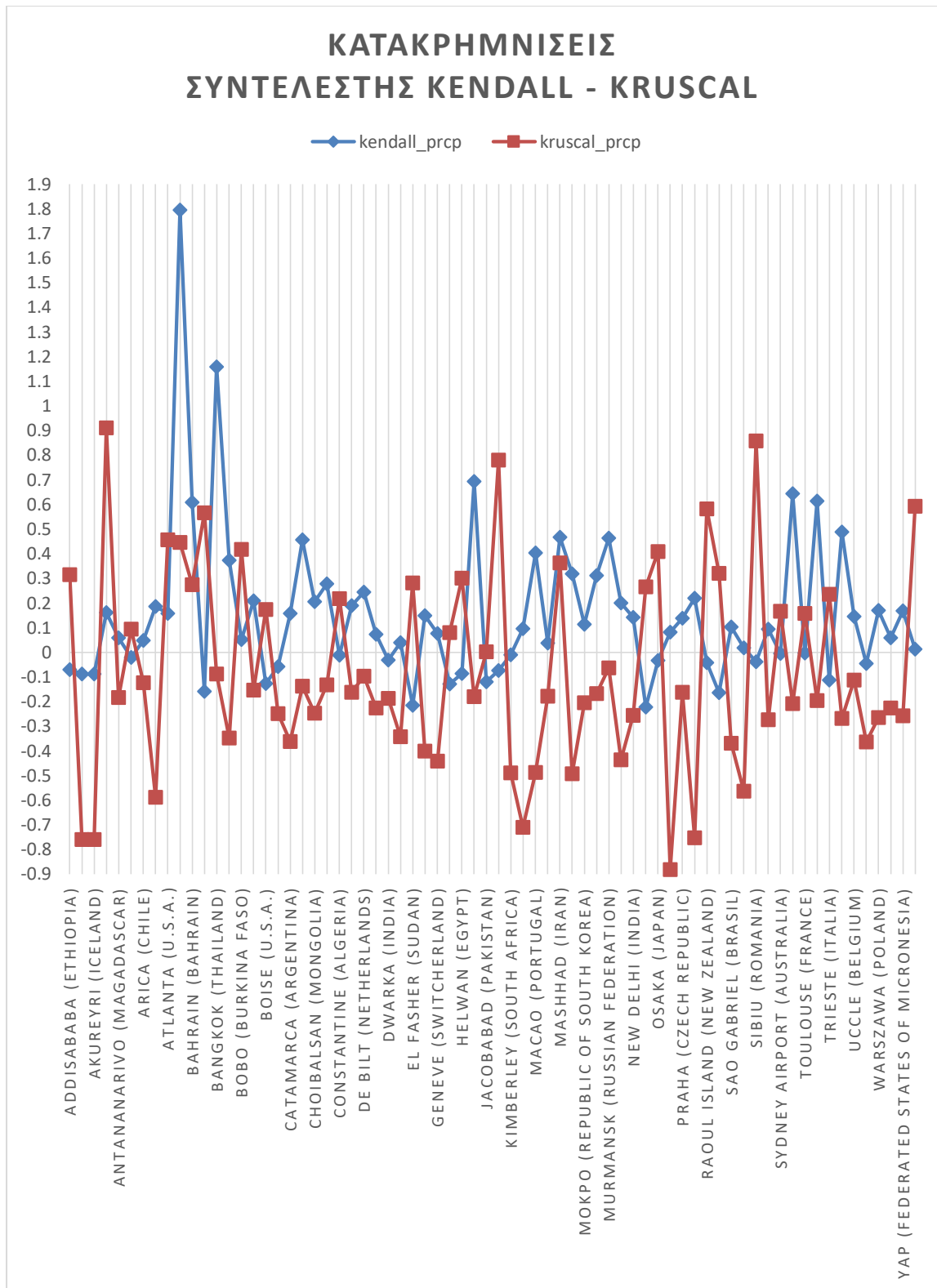
Έτσι, ως προς τη διερεύνηση της κλιματικής αλλαγής μέσω της μελέτης χρονοσειρών φαίνεται ότι δεν εμφανίζεται αυξητική ή πτωτική τάση στο δείκτη της θερμοκρασίας. Ως εκ τούτου, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η κλιματική διακύμανση που παρατηρείται δεν εμφανίζει τάσεις και είναι σε μικρό εύρος.

Στην περίπτωση μελέτης των διαστημάτων  $[-1,95, 1,95]$  παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των πόλεων βρίσκεται σε αυτό το διάστημα, το οποίο αντιστοιχεί σε πιθανότητες εμφάνισης κλιματικής αλλαγής στο 2,5%. Οι μεμονωμένες περιπτώσεις, που αποκλίνουν από αυτό το διάστημα και εντάσσονται στο  $[-2,70, 2,70]$ , είναι αυτές των πόλεων BANGKOK, TOULOUSE, TRIESTE οι οποίες παρουσιάζουν πιθανότητα εμφάνισης κλιματικής αλλαγής στο 0,16%. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις δεν εμφανίζονται αποτελέσματα τέτοια ώστε να υποδηλώνουν υπολογίσιμη κλιματική αλλαγή.

Στην περίπτωση μελέτης συνολικά των αποτελεσμάτων της μέσης θερμοκρασίας του δείκτη Kruscal (Γράφημα 4.2, Πίνακας 4.2) για το σύνολο των πόλεων διαπιστώνεται ότι είναι εντός τους εύρους  $[-1, 1]$ . Η πλειοψηφία των δειγμάτων εμφανίζεται στο διάστημα  $[-0,4, 0,4]$ . Ο υπολογισμός του μέσου όρου των δεικτών εξάγεται στο  $-0,03$ . Αυτό σημαίνει ότι η αρχική υπόθεση πως τα δείγματα ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό υποστηρίζεται σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο σημαντικότητας και μπορεί να επιβεβαιωθεί. Ως προς τη διερεύνηση της κλιματικής αλλαγής, συμπεραίνεται ότι υπάρχει μεγάλη αυτοσυσχέτιση στα δεδομένα των χρονοσειρών κάτι

το οποίο ενισχύει το συμπέρασμα της μικρής διακύμανσης που εμφανίζουν τα αρχικά δείγματα.

Αντίστοιχα με την περίπτωση των κατακρημνίσεων για την περίπτωση μελέτης των διαστημάτων  $[-1,95, 1,95]$  και  $[-2,70, 2,70]$ , τα οποία αντιστοιχούν σε πιθανότητες 2,5% και 0,16% κλιματικής αλλαγής, παρατηρείται ότι για τον δείκτη Kruscal δεν εμφανίζονται αποτελέσματα εκτός του διαστήματος  $[-1, 1]$ . Άρα δεν εμφανίζονται αποτελέσματα τέτοια ώστε να υποδηλώνουν υπολογίσιμη κλιματική αλλαγή.



**Γράφημα 4.1:** Αποτύπωση σε γράφημα των δοκιμών Kendall και Kruskal-Wallis που αφορούν το ύψος των κατακρημνίσεων για το σύνολο των 70 πόλεων που μελετήθηκαν.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

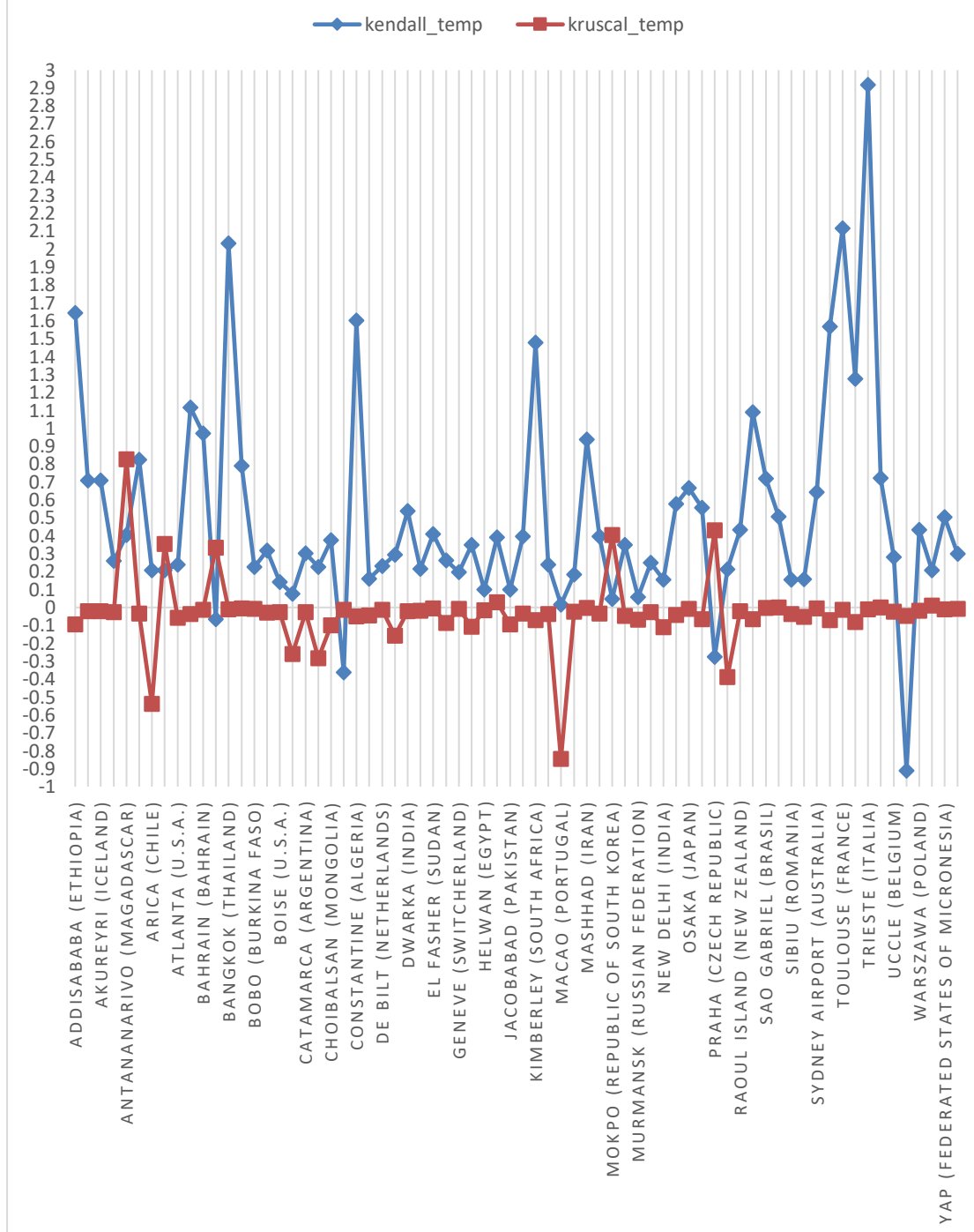
**Πίνακας 4.1: Συντελεστές Kendall-Kruskal, για το σύνολο των κατακρημνίσεων για το σύνολο των πόλεων.**

<i>α α</i>	Πόλη (Χώρα)	kendall_prcep	kruscal_prcep
1.	ADDIS ABABA (ETHIOPIA)	-0,07	0,31
2.	AGADEFZ (NIGER)	-0,09	-0,76
3.	AKUREYRI (ICELAND)	-0,09	-0,76
4.	AMMASSALIK (GREENLAND)	0,16	0,91
5.	ANTANANARIVO (MAGADASCAR)	0,06	-0,18
6.	APARRI (PHILIPPINES)	-0,02	0,09
7.	ARICA (CHILE)	0,05	-0,12
8.	ASUNCION (PARAGUAY)	0,19	-0,59
9.	ATLANTA (U.S.A.)	0,16	0,46
10.	BADAJOS (SPAIN)	<b>1,80</b>	0,45
11.	BAHRAIN (BAHRAIN)	0,61	0,27
12.	BAMAKO (MALI)	-0,16	0,57
13.	BANGKOK (THAILAND)	<b>1,16</b>	-0,09
14.	BEOGRAD (SERBIA)	0,37	-0,35
15.	BOBO (BURKINA FASO)	0,05	0,42
16.	BODO (NORWAY)	0,21	-0,15
17.	BOISE (U.S.A.)	-0,13	0,17
18.	BULAWAYO (ZIMBABWE)	-0,06	-0,25
19.	CATAMARCA (ARGENTINA)	0,16	-0,36
20.	CHICLAYO (PERU)	0,46	-0,14
21.	CHOIBALSAN (MONGOLIA)	0,21	-0,25
22.	CIMBAJ (UZBEKISTAN)	0,28	-0,13
23.	CONSTANTINE (ALGERIA)	-0,01	0,22
24.	CUIABA (BRASIL)	0,19	-0,16
25.	DE BILT (NETHERLANDS)	0,24	-0,10
26.	DUBLIN (IRELAND)	0,07	-0,23
27.	DWARKA (INDIA)	-0,03	-0,19
28.	EDIRNE (TURKEY)	0,04	-0,34
29.	EL FASHER (SUDAN)	-0,22	0,28
30.	FORT NELSON (CANADA)	0,15	-0,40
31.	GENEVE (SWITZERLAND)	0,08	-0,44
32.	GERALDTON (AUSTRALIA)	-0,13	0,08
33.	HELWAN (EGYPT)	-0,09	0,30
34.	INUKJUAK (CANADA)	0,70	-0,18
35.	JACOBABAD (PAKISTAN)	-0,12	0,00
36.	KANDI (BENIN)	-0,07	0,78

37.	KIMBERLEY (SOUTH AFRICA)	-0,01	-0,49
38.	LUQA (MALTA)	0,10	-0,71
39.	MACAO (PORTUGAL)	0,40	-0,49
40.	MARRAKECH (MOROCCO)	0,04	-0,18
41.	MASHHAD (IRAN)	0,47	0,36
42.	MOGOCA (RUSSIAN FEDERATION - ASIAN SECTOR)	0,32	-0,49
43.	MOKPO (REPUBLIC OF SOUTH KOREA)	0,11	-0,20
44.	MONTERREY (MEXICO)	0,31	-0,17
45.	MURMANSK (RUSSIAN FEDERATION)	0,46	-0,06
46.	NASSAU AIRPORT (THE BAHAMAS)	0,20	-0,44
47.	NEW DELHI (INDIA)	0,14	-0,26
48.	OLAN (ALGERIA)	-0,22	0,27
49.	OSAKA (JAPAN)	-0,03	0,41
50.	POINTE NOIRE (CONGO)	0,08	-0,88
51.	PRAHA (CZECH REPUBLIC)	0,14	-0,16
52.	QUELIMANE (MOZAMBIQUE)	0,22	-0,75
53.	RAOUL ISLAND (NEW ZEALAND)	-0,04	0,58
54.	SAINT LOUIS (SENEGAL)	-0,16	0,32
55.	SAO GABRIEL (BRASIL)	0,10	-0,37
56.	SHANGAI (CHINA)	0,02	-0,56
57.	SIBIU (ROMANIA)	-0,04	0,86
58.	SODANKYLA (FINLAND)	0,09	-0,27
59.	SYDNEY AIRPORT (AUSTRALIA)	-0,01	0,17
60.	TABORA (TANZANIA)	0,64	-0,21
61.	TOULOUSE (FRANCE)	-0,00	0,16
62.	TRIER (GERMANY)	0,61	-0,20
63.	TRIESTE (ITALIA)	-0,11	0,24
64.	TUNIS (TUNISIA)	0,49	-0,27
65.	UCCLE (BELGIUM)	0,14	-0,11
66.	VALLEY (UK)	-0,05	-0,36
67.	WARSZAWA (POLAND)	0,17	-0,26
68.	WIEN (AUSTRIA)	0,06	-0,23
69.	YAP (FEDERATED STATES OF MICRONESIA)	0,17	-0,30
70.	ZAGREB (CROATIA)	0,01	0,60

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ KENDALL - KRUSCAL



**Γράφημα 4.2:** Αποτύπωση σε γράφημα των δοκιμών Kendall και Kruskal-Wallis που αφορούν τη μέση θερμοκρασία για το σύνολο των 70 πόλεων που μελετήθηκαν.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

**Πίνακας 4.2: Συντελεστές Kendall-Kruscal, για το σύνολο των δεδομένων θερμοκρασίας για το σύνολο των πόλεων.**

<i>α α</i>	Πόλη (Χώρα)	kendall_temp	kruscal_temp
1.	ADDIS ABABA (ETHIOPIA)	<b>1,64</b>	-0,09
2.	AGADEFZ (NIGER)	0,71	-0,02
3.	AKUREYRI (ICELAND)	0,71	-0,02
4.	AMMASSALIK (GREENLAND)	0,26	-0,03
5.	ANTANANARIVO (MAGADASCAR)	0,40	0,83
6.	APARRI (PHILIPPINES)	0,82	-0,03
7.	ARICA (CHILE)	0,21	-0,54
8.	ASUNCION (PARAGUAY)	0,21	0,35
9.	ATLANTA (U.S.A.)	0,24	-0,06
10.	BADAJOS (SPAIN)	<b>1,12</b>	-0,04
11.	BAHRAIN (BAHRAIN)	0,97	-0,01
12.	BAMAKO (MALI)	-0,07	0,33
13.	BANGKOK (THAILAND)	<b>2,03</b>	-0,01
14.	BEOGRAD (SERBIA)	0,79	-0,01
15.	BOBO (BURKINA FASO)	0,22	-0,01
16.	BODO (NORWAY)	0,32	-0,03
17.	BOISE (U.S.A.)	0,14	-0,03
18.	BULAWAYO (ZIMBABWE)	0,08	-0,26
19.	CATAMARCA (ARGENTINA)	0,30	-0,03
20.	CHICLAYO (PERU)	0,23	-0,28
21.	CHOIBALSAN (MONGOLIA)	0,38	-0,10
22.	CIMBAJ (UZBEKISTAN)	-0,36	-0,01
23.	CONSTANTINE (ALGERIA)	<b>1,60</b>	-0,05
24.	CUIABA (BRASIL)	0,16	-0,04
25.	DE BILT (NETHERLANDS)	0,24	-0,01
26.	DUBLIN (IRELAND)	0,30	-0,16
27.	DWARKA (INDIA)	0,54	-0,02
28.	EDIRNE (TURKEY)	0,22	-0,02
29.	EL FASHER (SUDAN)	0,41	-0,00
30.	FORT NELSON (CANADA)	0,26	-0,09
31.	GENEVE (SWITZERLAND)	0,20	-0,01
32.	GERALDTON (AUSTRALIA)	0,35	-0,11
33.	HELWAN (EGYPT)	0,10	-0,02
34.	INUKJUAQ (CANADA)	0,39	0,03
35.	JACOBABAD (PAKISTAN)	0,10	-0,09
36.	KANDI (BENIN)	0,40	-0,03



37.	KIMBERLEY (SOUTH AFRICA)	<b>1,48</b>	-0,07
38.	LUQA (MALTA)	0,24	-0,04
39.	MACAO (PORTUGAL)	0,02	-0,85
40.	MARRAKECH (MOROCCO)	0,18	-0,02
41.	MASHHAD (IRAN)	0,94	-0,00
42.	MOGOCA (RUSSIAN FEDERATION - ASIAN SECTOR)	0,40	-0,03
43.	MOKPO (REPUBLIC OF SOUTH KOREA)	0,05	0,40
44.	MONTERREY (MEXICO)	0,35	-0,05
45.	MURMANSK (RUSSIAN FEDERATION)	0,06	-0,07
46.	NASSAU AIRPORT (THE BAHAMAS)	0,25	-0,03
47.	NEW DELHI (INDIA)	0,16	-0,11
48.	OLAN (ALGERIA)	0,58	-0,04
49.	OSAKA (JAPAN)	0,67	-0,01
50.	POINTE NOIRE (CONGO)	0,56	-0,07
51.	PRAHA (CZECH REPUBLIC)	-0,28	0,43
52.	QUELIMANE (MOZAMBIQUE)	0,21	-0,39
53.	RAOUL ISLAND (NEW ZEALAND)	0,43	-0,02
54.	SAINT LOUIS (SENEGAL)	<b>1,09</b>	-0,06
55.	SAO GABRIEL (BRASIL)	0,72	-0,00
56.	SHANGAI (CHINA)	0,51	-0,00
57.	SIBIU (ROMANIA)	0,15	-0,04
58.	SODANKYLA (FINLAND)	0,16	-0,05
59.	SYDNEY AIRPORT (AUSTRALIA)	0,64	-0,00
60.	TABORA (TANZANIA)	<b>1,57</b>	-0,07
61.	TOULOUSE (FRANCE)	<b>2,12</b>	-0,01
62.	TRIER (GERMANY)	<b>1,28</b>	-0,08
63.	TRIESTE (ITALIA)	<b>2,92</b>	-0,01
64.	TUNIS (TUNISIA)	0,72	-0,00
65.	UCCLE (BELGIUM)	0,28	-0,02
66.	VALLEY (UK)	-0,91	-0,05
67.	WARSZAWA (POLAND)	0,43	-0,02
68.	WIEN (AUSTRIA)	0,21	0,01
69.	YAP (FEDERATED STATES OF MICRONESIA)	0,50	-0,01
70.	ZAGREB (CROATIA)	0,30	-0,01

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 4.1 Ανάλυση χρονοσειρών ανά ήπειρο

##### **Ασία**

###### *Νότιος Κορέα, MOKPO*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MOKPO φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [60, 140] στην πλειοψηφία των ετών. Μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, η χρονοσειρά αναμένεται να μην αποκλίνει από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MOKPO προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει περιοδικότητα κι όχι τάση. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν εμφανίζονται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

###### *Κίνα, SHANGAI*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της SHANGAI φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, η χρονοσειρά αναμένεται να μην αποκλίνει από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της SHANGAI διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Επίσης, το εύρος του διαστήματος τιμών είναι περιορισμένο. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως

εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν εμφανίζονται στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ιαπωνία, OSAKA*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της OSAKA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών αλλά περιοδικότητα. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της OSAKA προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση και μάλιστα το εύρος του διαστήματος τιμών της χρονοσειράς είναι περίπου 2°C. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν σε μεγάλο βαθμό. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν εμφανίζονται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Πακιστάν, JACOBABAD*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της JACOBABAD φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών αλλά εμφανίζεται απότομη μείωση της τιμής τα τελευταία χρόνια. Η πτώση της απόλυτης τιμής φαίνεται να έγινε το 1999 και έκτοτε οι τιμές κυμαίνονται σε μικρότερα επίπεδα. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να

επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της JACOBABAD διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν εμφανίζονται στο πέρασμα των ετών. Ως εκ τούτου, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ταϊλάνδη, BANGKOK*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BANGKOK φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [60, 160] στην πλειοψηφία των ετών. Μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να επιβεβαιώνει την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Το ίδιο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BANGKOK διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση, πλην του διαστήματος [1980, 2015], όπου εμφανίζεται μία ελαφρώς ανοδική τάση. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για το διάστημα [1854, 1900].

#### *Μογγολία, CHOIBALSAN*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της CHOIBALSAN φαίνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει ανοδική τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει

από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά αλλά παρατηρούνται σε σταθερό μοτίβο. Επιπλέον, δεν υπάρχουν αστάθειες στη χρονοσειρά. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της CHOIBALSAN διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει ομοιόμορφη τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων και εμφανίζει μεγάλες αποκλίσεις ανάμεσα στα δείγματα. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν εμφανίζονται στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ινδία, DWARKA-NEW DELHI*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της DWARKA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά κυμαίνεται σε ένα διάστημα [15, 85] στην πλειοψηφία των δειγμάτων. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Στη χρονοσειρά παρατηρούνται αρκετά άλματα αλλά του ίδιου μοτίβου στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της DWARKA διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον εμφανίζονται, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της NEW DELHI φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-

Wallis, δεν παρατηρούνται στο περασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της NEW DELHI προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

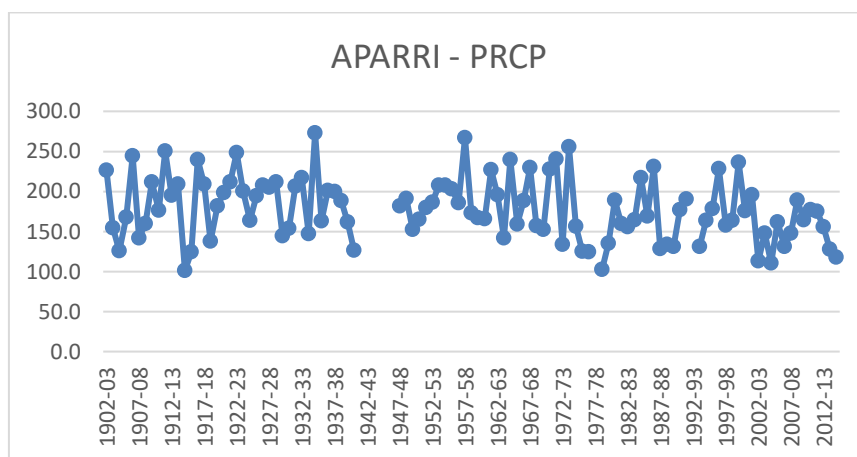
#### *Φιλιππίνες, APARRI*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της APARRI φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [110, 250] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, αναμένεται να επιβεβαιώνει την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Το ίδιο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της APARRI προκύπτει πως από το έτος 1901 έως το 2015, με μικρές αυξομειώσεις, η χρονοσειρά παρουσιάζει ανοδική τάση. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει σε σημαντικό βαθμό από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

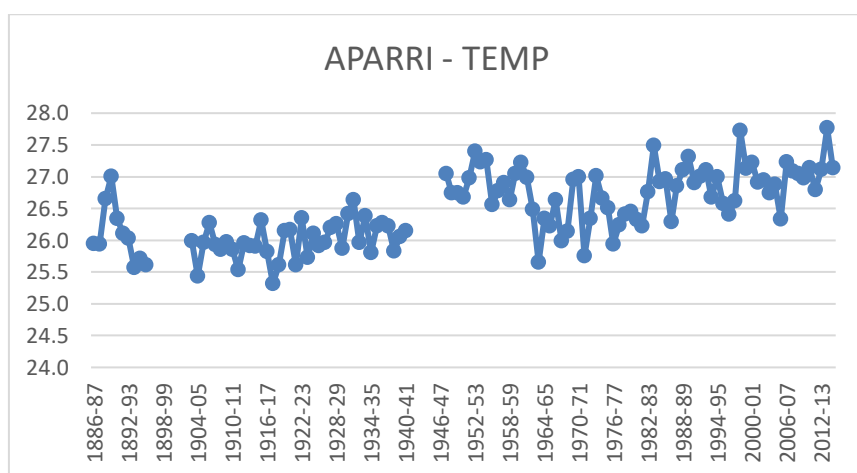
Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται το φαινόμενο στο σύνολο του πληθυσμού. Δηλαδή, ενώ η τάση είναι ανοδική δεν εμφανίζονται άλματα στα δείγματα. Έτσι, μπορεί να εξαχθεί με ασφάλεια το συμπέρασμα ότι το σύνολο των δειγμάτων ανήκει

στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.5, 4.6).



Διάγραμμα 4.5: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Αραρρί.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.6: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Αραρρί.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## Αφρική

### Αλγερία, CONSTANTINE-OLAN

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της CONSTANTINE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει καμία τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη

δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά ενώ παρατηρούνται αστάθειες. Έτσι, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της CONSTANTINE διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων και χωρίς να εμφανίζει μεγάλες αποκλίσεις ανάμεσα στα δείγματα. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της OLAN φαίνεται ότι η χρονοσειρά, πλην των τοπικών μεγίστων, γενικά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών αλλά μία μικρή περιοδικότητα. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της OLAN διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση, αλλά εμφανίζει μεγάλα διαστήματα στα οποία δεν υπάρχουν μετρήσεις. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν σε μεγάλο βαθμό. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μπουρκίνα Φάσο, BOBO*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BOBO φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [60, 120] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Συνεπώς, τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη



ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BOBO διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση, πλην του διαστήματος [1992, 2015], όπου εμφανίζεται μία ελαφρώς ανοδική τάση. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, λόγω του ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει αρκετά άλματα. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για το διάστημα [1931, 1940].

#### *Κογκό, POINTE NOIRE*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της POINTE NOIRE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών αλλά εμφανίζει διαστήματα χωρίς μετρήσεις και αρκετές αιχμές. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της POINTE NOIRE διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μικρή ανοδική τάση στη διάρκεια των τελευταίων χρόνων και διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Τανζανία, TABORA*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της TABORA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Ωστόσο, εμφανίζει αιχμές και διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται

από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Ακόμη, παρατηρούνται μικρά άλματα στη χρονοσειρά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να αποκλίνουν ελαφρώς από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό εφόσον

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της TABORA διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μικρή ανοδική τάση στη διάρκεια των τελευταίων ετών με αρκετά όμως διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει ελαφρώς από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μάλι, BAMAKO*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BAMAKO φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [60, 110] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BAMAKO προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μαρόκο, MARRAKECH*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MARRAKECH φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MARRAKECH προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών, ενώ ειδικότερα το εύρος του διαστήματος τιμών είναι πολύ περιορισμένο. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Νιγηρία, AGADEZ*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της AGADEZ φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [5, 20] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Έτσι, τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της AGADEZ προκύπτει ότι η διακύμανση των τιμών παρουσιάζει σταδιακή ανοδική τάση. Κατά συνέπεια, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα επιβεβαιώνεται. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται το φαινόμενο στο σύνολο του πληθυσμού. Η τάση δεν είναι ανοδική και δεν εμφανίζονται άλματα στα δείγματα. Ως εκ τούτου, μπορεί να εξαχθεί με ασφάλεια το συμπέρασμα ότι το σύνολο των δειγμάτων ανήκει στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

#### *Σενεγάλη, SAINT LOUIS*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της SAINT LOUIS φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Ακόμη, παρατηρούνται μικρά άλματα στη χρονοσειρά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να αποκλίνουν ελαφρώς από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της SAINT LOUIS διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση στη διάρκεια των ετών με διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μπενίν, KANDI*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της KANDI φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

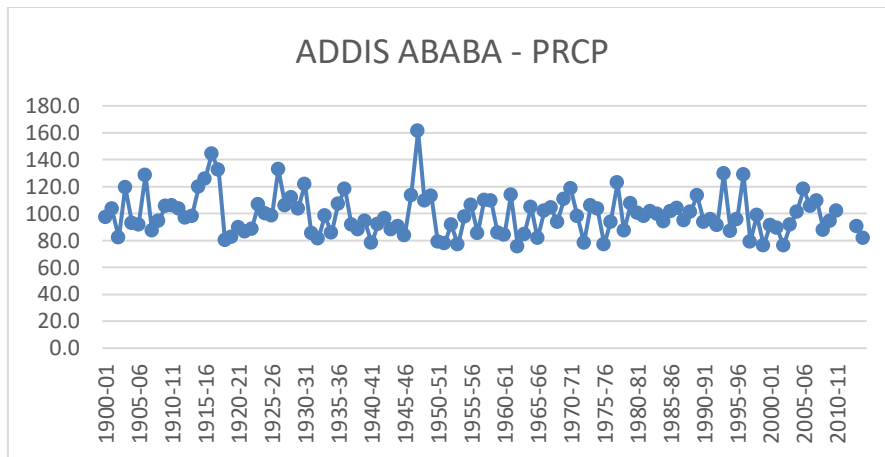
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της KANDI προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μικρή ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν.

Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Αιθιοπία, ADDIS ABABA*

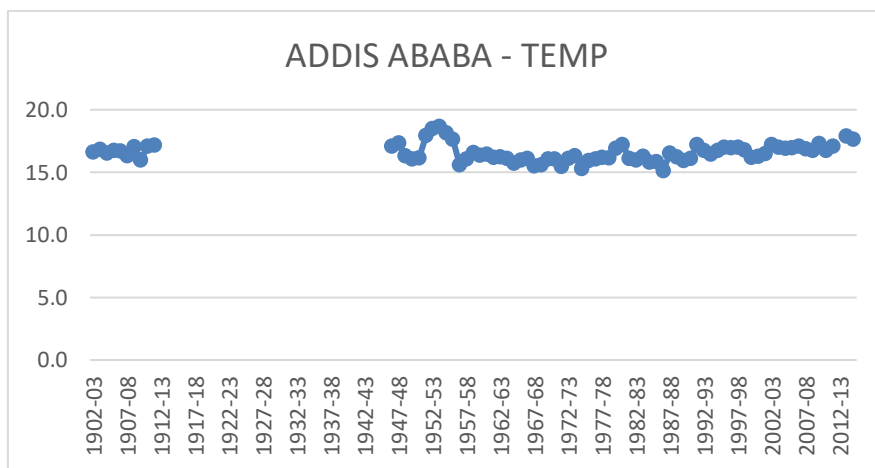
Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της ADDIS ABABA φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης κυμαίνεται στο διάστημα [70, 120] στην πλειοψηφία των ετών. Σε δύο μόνο περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα 140mm, αυτές των ετών 1916-1917 και των ετών 1947-1948. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά, γίνεται αντιληπτό ότι τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ADDIS ABABA διαπιστώνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών δεν ξεπερνά τους 3°C [15, 18] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι μέσες θερμοκρασίες να ξεπερνούν τους 18°C, στα έτη 1954-1956. Συνεπώς, συμπεραίνεται ότι τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ακόμη, παρατηρείται πως στα έτη από το 1988 έως το 2015 η χρονοσειρά, ενώ είναι εντός των ορίων [15, 18], παρουσιάζει ελαφρώς ανοδική τάση. Μεγάλο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η εξέλιξη της θερμοκρασίας στα έτη 1914-1946, για τα οποία δεν υπάρχουν δεδομένα μετρήσεων. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.7, 4.8).



Διάγραμμα 4.7: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Addis Ababa.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer).



Διάγραμμα 4.8: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Addis Ababa.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer).

### Μοζαμβίκη, QUELIMANE

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της QUELIMANE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της QUELIMANE διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών αλλά φαίνεται να δείχνει μία μορφή περιοδικότητας. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

*Σουδάν, EL FASHER*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της EL FASHER φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά εμφανίζει διακύμανση γύρω από μία τιμή. Έτσι, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά ενώ δεν παρατηρούνται αστάθειες. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της EL FASHER διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει διακύμανση γύρω από μία τιμή με σταθερό μοτίβο. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον εμφανίζονται, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

*Αίγυπτος, HELWAN*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της HELWAN φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά εμφανίζει διακύμανση γύρω από μία τιμή. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Παρατηρούνται αρκετά άλματα στη χρονοσειρά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της HELWAN διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μόνο μία ελαφρώς ανοδική τάση στα τελευταία χρόνια μελέτης της από το 2002 έως το 2015. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μαδαγασκάρη, ANTANANARIVO*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της ANTANANARIVO φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [80, 150] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Συνεπώς, τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ANTANANARIVO διαπιστώνεται ότι η διακύμανση των τιμών δεν ξεπερνά τους 2°C [17,5, 19,5] στην πλειοψηφία των ετών. Μεμονωμένες είναι οι περιπτώσεις (1989,1990,1926,1927) όπου οι θερμοκρασίες ξεπερνούν τα όρια, χωρίς όμως και πάλι η απόλυτη τιμή τους να εμφανίζει μεγάλες αποκλίσεις από τα όρια και συγκεκριμένα της τάξης των μερικών °C. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι μηδενική. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

#### *Τυνησία, TUNIS*



Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της TUNIS φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι μικρά στο πέρασμα των ετών. Ως εκ τούτου, αναμένεται να αποκλίνουν ελαφρώς από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της TUNIS διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών πλην του διαστήματος των τελευταίων ετών όπου εμφανίζεται μικρή άνοδος. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ζιμπάμπουε, BULAWAYO*

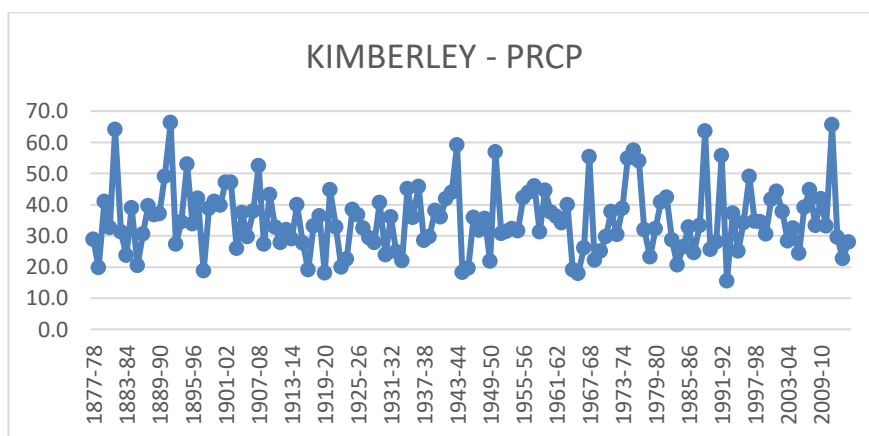
Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BULAWAYO φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, αλλά όχι με μεγάλη ασφάλεια συμπεράσματος. Αυτό συμβαίνει, διότι η χρονοσειρά παρουσιάζει αρκετά άλματα ως προς την απόκλιση των δεδομένων για κάποια χρονικά διαστήματα από τη μέση τιμή.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BULAWAYO προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Νότιος Αφρική, KIMBERLEY*

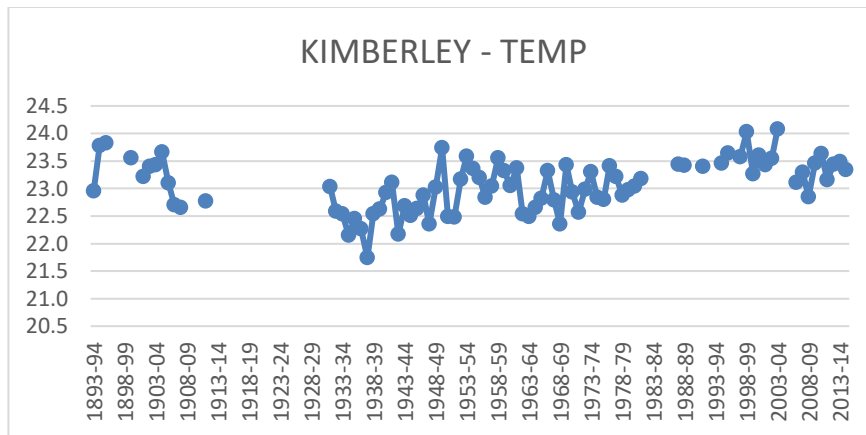
Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της KIMBERLEY φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της KIMBERLEY διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μικρή ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν. Η απόκλιση του συντελεστή από το διάστημα  $[-1, 1]$  αφορά το ότι εμφανίζονται διαστήματα στα οποία δεν υπάρχουν δεδομένα μετρήσεων. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.9, 4.10)



Διάγραμμα 4.9: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Kimberley.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.10: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Kimberley.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## Κεντρική Αμερική και Καραϊβική

### Μπαχάμες, NASSAU AIRPORT

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της NASSAU AIRPORT φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της NASSAU AIRPORT διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών, παρά μόνο μία μικρή ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια η οποία μπορεί να είναι και παροδική. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

## Ευρώπη

### *Βέλγιο, UCCLE*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της UCCLE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Όμως, εμφανίζει μεμονωμένες αιχμές οι οποίες φαίνεται να πληθαίνουν στο διάστημα των τελευταίων ετών. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της UCCLE προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

### *Φινλανδία, SODANKYLA*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της SODANKYLA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι μικρά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της SODANKYLA διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και

εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ιταλία, TRIESTE*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της TRIESTE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

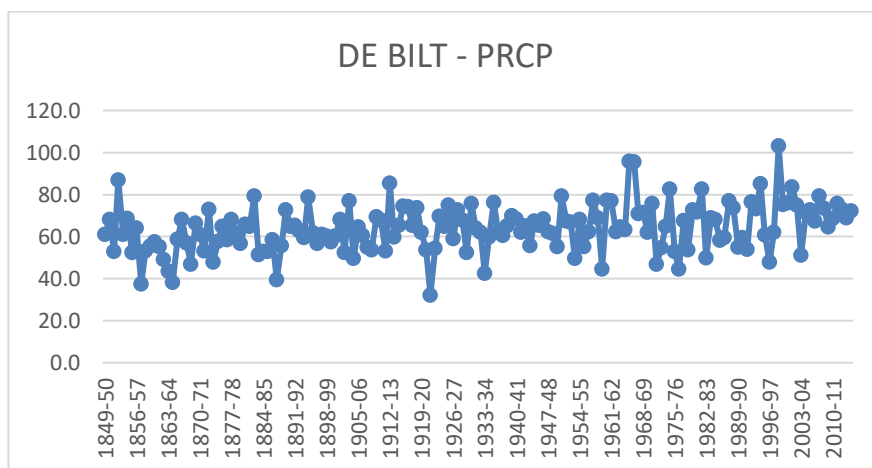
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της TRIESTE προκύπτει ότι η χρονοσειρά να μην εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών αλλά διαθέτει ένα μεγάλο διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ολλανδία, DE BILT*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της DE BILT φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι σε αντίστοιχα επίπεδα. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

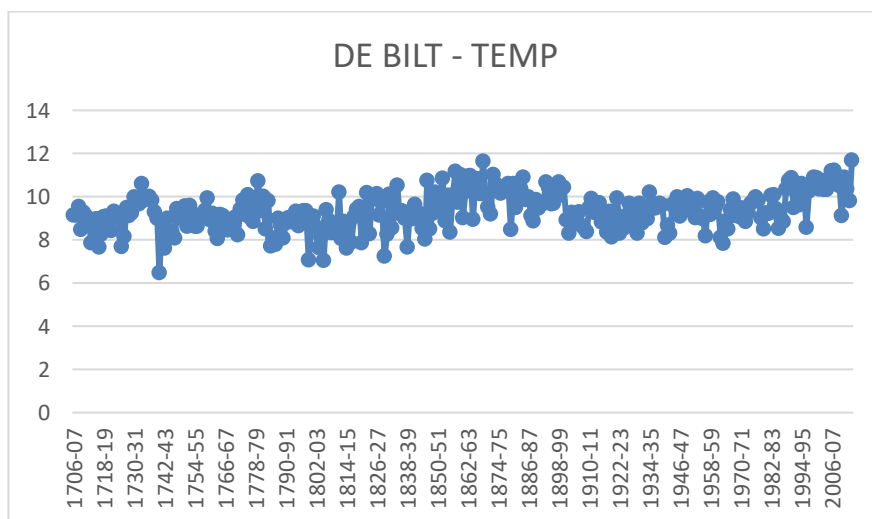
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της DE BILT διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει ομοιόμορφη τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων, αλλά φαίνεται να αυξομειώνεται με ομοιόμορφο τρόπο γύρω από μία τιμή. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως

υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.11, 4.12)



Διάγραμμα 4.11: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της De Bilt.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.12: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της De Bilt.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### Ρουμανία, SIBIU

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της SIBIU φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή

Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της SIBIU προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Τσέχικη δημοκρατία, PRAHA*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της PRAHA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της PRAHA προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Γαλλία, TOULOUSE*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της TOULOUSE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την

αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της TOULOUSE προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών αλλά διαθέτει αρκετά διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Νορβηγία, BODO*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BODO φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [65, 120] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Άρα, τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BODO προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση, πλην του διαστήματος [1988, 2015], όπου εμφανίζεται μία ελαφρώς ανοδική τάση. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για το διάστημα [1931, 1940].

#### *Ρωσία, MOGOCA-MURMANSK*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MOGOCA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι



η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MOGOCA προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MURMANSK φαίνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει μία μικρή τάση στο πέρασμα των ετών επηρεάζοντας σε μικρό βαθμό την τιμή του συντελεστή Kendall. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MURMANSK προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Αυστρία, WIEN*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της WIEN φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών ούτε και αιχμές. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της

χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της WIEN διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Γερμανία, TRIER*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της TRIER φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

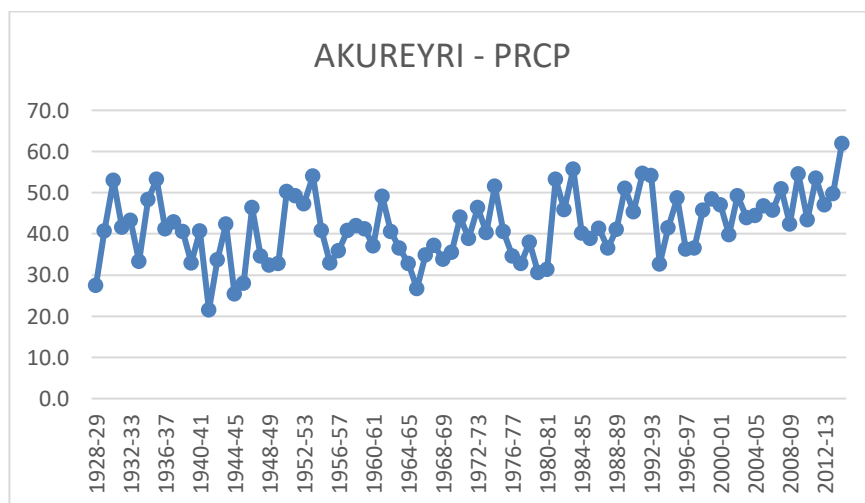
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της TRIER διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών αλλά διαθέτει αρκετά διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ισλανδία, AKUREYRI*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της AKUREYRI φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [30, 55] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον

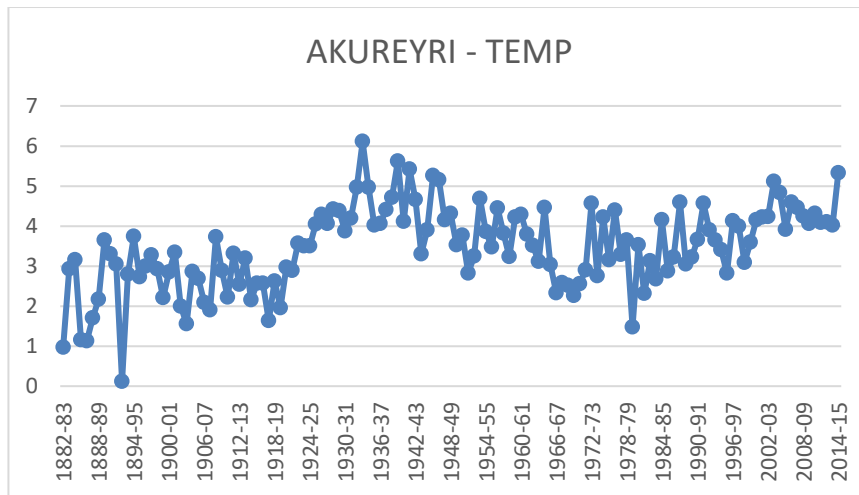
υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Όπως παρατηρείται στα έτη από το 1993 έως το 2015, η χρονοσειρά ενώ είναι εντός των ορίων [30, 55] παρουσιάζει ελαφρώς ανοδική τάση, ενώ το έτος 2015 η χρονοσειρά εμφανίζει τη μέγιστη τιμή της στα 61,92mm.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της AKUREYRI διαπιστώνεται ότι η διακύμανση των τιμών δεν ξεπερνά τους 3°C [2, 5] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μικρά μόνο διαστήματα φαίνεται οι θερμοκρασίες να ξεπερνούν τα όρια χωρίς όμως και πάλι η απόλυτη τιμή τους να εμφανίζει μεγάλες αποκλίσεις από τα όρια και συγκεκριμένα της τάξης των μερικών °C. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι μηδενική. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscall-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.13, 4.14).



Διάγραμμα 4.13: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Akureyri.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.14: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Akureyri.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### Πολωνία, WARSZAWA

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της WARSZAWA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών ούτε και αιχμές. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της WARSZAWA προκύπτει ότι η χρονοσειρά να μην εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### Ισπανία, BADAJOZ

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BADAJOZ φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [20, 60] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Κατά

συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, αλλά και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για τα έτη 1903-1950.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BADAJOZ προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει καμία τάση και οι θερμοκρασίες κυμαίνονται στο διάστημα [15,5, 17,8]. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι πλησίον του μηδενός. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για τα έτη 1903-1950.

#### *Ηνωμένο βασίλειο, VALLEY*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της VALLEY, φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών ούτε και αιχμές. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της VALLEY διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Κροατία, ZAGREB*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της ZAGREB διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών ούτε και αιχμές. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι μικρά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να αποκλίνουν σε μικρό βαθμό από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ZAGREB προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών, πλην των τελευταίων, στο οποίο εμφανίζει ελαφρώς ανοδική τάση. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει ελαφρώς από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ιρλανδία, DUBLIN*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της DUBLIN φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά κυμαίνεται σ' ένα διάστημα [50, 85], στην πλειοψηφία των δειγμάτων. Έτσι γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά ενώ παρατηρούνται αστάθειες στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της DUBLIN προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ομοιόμορφη τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

### *Μάλτα, LUQA*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της LUQA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της LUQA προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει περιοδικότητα κι όχι τάση. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

### *Πορτογαλία, MACAO*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MACAO φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται άλματα στην χρονοσειρά στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MACAO διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ένα μικρό άλμα της χρονοσειράς φαίνεται μόνο στο διάστημα [1941, 1948] και φαίνεται να επηρεάζει το συντελεστή σε μικρό βαθμό.

### *Σερβία, BEOGRAD*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BEOGRAD φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [60, 160] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, αλλά και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BEOGRAD προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση, πλην του διαστήματος [1982, 2015], όπου εμφανίζεται μία ελαφρώς ανοδική τάση. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για το διάστημα [1931, 1940].

### *Ελβετία, GENEVE*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της GENEVE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά εμφανίζει διακύμανση γύρω από μία τιμή. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό με μεγάλη εμπιστοσύνη.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της GENEVE διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο χρονικό διάστημα της μελέτης των δειγμάτων. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως



υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

### **Μέση ανατολή**

#### *Ιράν, MASHHAD*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MASHHAD φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Έτσι, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Παρόλα αυτά τα κενά διαστημάτων χωρίς μετρήσεις φαίνεται να επηρεάζουν το συντελεστή Kendall και να εμφανίζει τιμή με απόκλιση από το μηδέν.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MASHHAD διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών πλην του πρόσφατου διαστήματος στο οποίο εμφανίζεται μία ελαφρώς ανοδική τάση. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ουζμπεκιστάν, CIMBAJ*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της CIMBAJ φαίνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει ελαφρώς ανοδική τάση στο πέρασμα των ετών. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεγάλες αυξομειώσεις της χρονοσειράς τα τελευταία έτη. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της CIMBAJ προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων χωρίς να εμφανίζει μεγάλες αποκλίσεις ανάμεσα στα δείγματα. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Τουρκία, EDIRNE*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της EDIRNE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά κυμαίνεται σε ένα διάστημα [35, 80], στην πλειοψηφία των δειγμάτων. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της EDIRNE προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μικρή ανοδική τάση. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μπαχρέιν, BAHRAIN*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BAHRAIN φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [2, 14], στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, αλλά και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη

τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BAHRAIN διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει μικρή και μεγαλύτερη ανοδική τάση στα διαστήματα [1942, 1968] και [1997, 2015] αντίστοιχα. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται το φαινόμενο στο σύνολο του πληθυσμού. Η τάση εμφανίζει ανοδική πορεία ενώ εμφανίζονται άλματα στα δείγματα. Έτσι, μπορεί να εξαχθεί με ασφάλεια το συμπέρασμα ότι το σύνολο των δειγμάτων ανήκει στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

## **Βόρειος Αμερική**

### *Καναδάς, FORT NELSON-INUKJUAQ*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της FORT NELSON φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά εμφανίζει διακύμανση γύρω από μία τιμή. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, δεν είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της FORT NELSON προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση στο χρονικό διάστημα της μελέτης των δειγμάτων. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται

να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της INUKJUAK φαίνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει ανοδική τάση στο πέρασμα των ετών. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

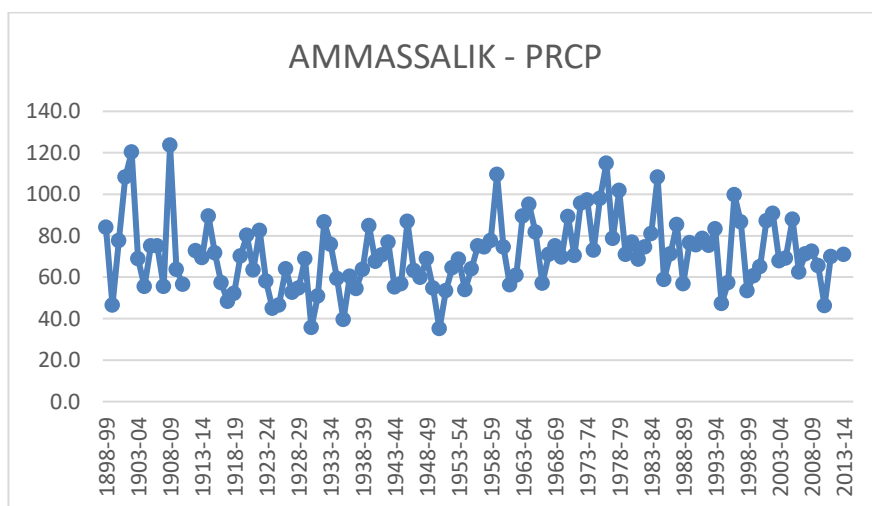
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της INUKJUAK, προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει μόνο ανοδική τάση σε όλο το εύρος του διαστήματος. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Γροιλανδία, AMMASSALIK*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της AMMASSALIK φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [45, 115] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

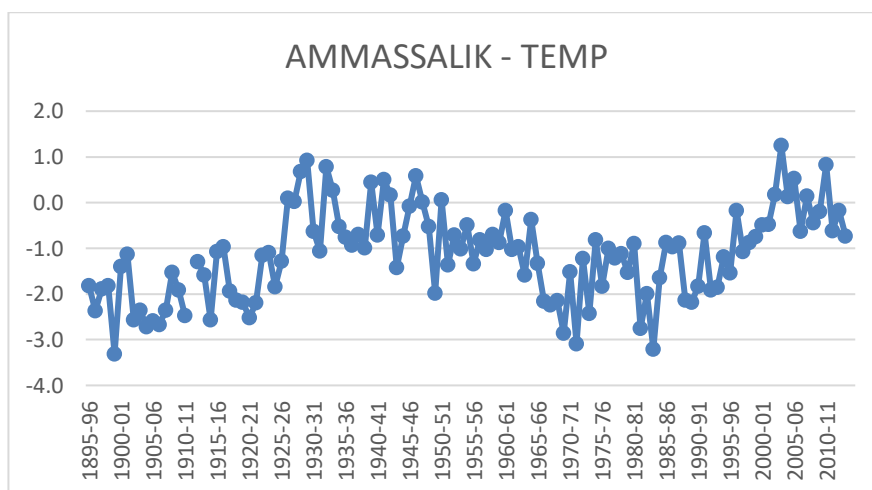
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της AMMASSALIK προκύπτει ότι η διακύμανση των τιμών δεν ξεπερνά τους 3°C [-2, 1] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μικρά διαστήματα φαίνεται οι θερμοκρασίες να ξεπερνούν τα όρια χωρίς όμως και πάλι η απόλυτη τιμή τους να εμφανίζει μεγάλες αποκλίσεις από τα όρια, και συγκεκριμένα της τάξης των μερικών °C. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι μηδενική. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να

επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.15, 4.16).



Διάγραμμα 4.15: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Ammassalik.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.16: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Ammassalik.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### Μεξικό, MONTERREY

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της MONTERREY φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών, αλλά μίας μορφής περιοδικότητα. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis,

αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της MONTERREY, διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στο πέρασμα των ετών αλλά τείνει να δείχνει μία μορφή περιοδικότητας. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, δεν αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ATLANTA-BOISE*

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της ATLANTA, φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [80, 140] στην πλειοψηφία των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Συνεπώς, τόσο η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ATLANTA, διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει καμία τάση. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της BOISE φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση. Ως εκ τούτου, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis,

αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της BOISE διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η ύπαρξη δεδομένων για το διάστημα [1931, 1940].

### **Ειρηνικός Ωκεανός**

#### *Αυστραλία, GERALDTON-SYDNEY AIRPORT*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της GERALDTON φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών παρά εμφανίζει διακύμανση γύρω από μία τιμή. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι κοντά στο μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της GERALDTON προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση στο χρονικό διάστημα της μελέτης των δειγμάτων ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της SYDNEY AIRPORT φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών αν και εμφανίζει αιχμές. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι μικρά στο πέρασμα των ετών.

Συνεπώς, αναμένεται να αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της SYDNEY AIRPORT προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση στη διάρκεια των ετών. Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Νέα Ζηλανδία, RAOUL ISLAND*

Εξετάζοντας με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της RAOUL ISLAND φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της RAOUL ISLAND προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών, πλην των τελευταίων χρόνων, στα οποία εμφανίζεται μικρή άνοδος. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Μικρονησία, YAP*

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της YAP φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών ούτε και αιχμές. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή



Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ΥΑΡ προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει τάση στη διάρκεια των ετών αν και εμφανίζει διάστημα στο οποίο δεν υπάρχουν μετρήσεις. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να μην αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

## **Νότιος Αμερική**

### *Αργεντινή, CATAMARCA*

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της CATAMARCA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση αλλά η πλειοψηφία των τιμών βρίσκεται εντός του διαστήματος [18, 55]. Άρα, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

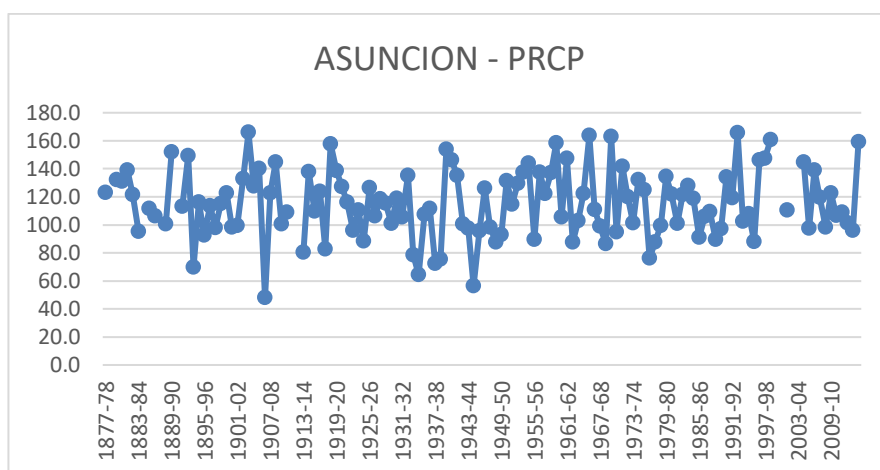
Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της CATAMARCA διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει μικρή ανοδική τάση από το 1993 έως το 2015. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, λόγω του ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει αρκετά άλματα.

### *Παραγουάη, ASUNCION*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της ASUNCION φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [80, 160] στην πλειοψηφία

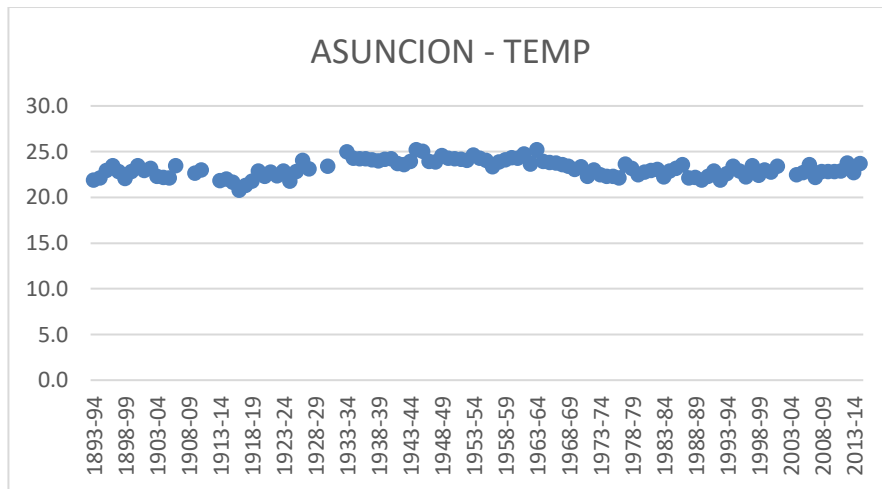
των ετών. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Έτσι, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall, όσο και τα άλματα της χρονοσειράς όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση για μη ύπαρξη τάσης και κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει σε κανένα χρονικό διάστημα σταθερή ανοδική ή καθοδική τάση.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ASUNCION προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει καμία τάση. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι πλησίον του μηδενός. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα (Διαγράμματα 4.17, 4.18).



Διάγραμμα 4.17: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Asuncion.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.18: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Asuncion.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### Περου, CHICLAYO

Εξετάζοντας τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της CHICLAYO φαίνεται ότι η χρονοσειρά παρουσιάζει ελαφρώς ανοδική τάση στο πέρασμα των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα αποκλίνει από το μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, είναι αρκετά στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, αναμένεται να μην επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Ελέγχοντας τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της CHICLAYO προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων. Κατά συνέπεια, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, λόγω του ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει αρκετά άλματα.

#### Βραζιλία, CUIABA-SAO GABRIEL

Σχετικά με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της CUIABA φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό, συμπεραίνεται ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του

συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της CUIABA προκύπτει ότι η χρονοσειρά δεν εμφανίζει ομοιόμορφη τάση σε όλο το εύρος των δειγμάτων αλλά φαίνεται να αυξομειώνεται με περιοδικό τρόπο γύρω από μία τιμή. Η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

Όσον αφορά τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της SAO GABRIEL φαίνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει τάση στο πέρασμα των ετών. Συνεπώς, η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall δεν θα αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να μην αποκλίνουν από την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, εφόσον δεν παρατηρούνται στο πέρασμα των ετών.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της SAO GABRIEL προκύπτει ότι η χρονοσειρά εμφανίζει ανοδική τάση στη διάρκεια των ετών με διαστήματα χωρίς μετρήσεις. Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall αναμένεται να αποκλίνει από το μηδέν. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis και εφόσον δεν εμφανίζονται, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό.

#### *Χιλή, ARICA*

Σε σχέση με τις ετήσιες μέσες κατακρημνίσεις της ARICA φαίνεται ότι το εύρος διακύμανσης των τιμών κυμαίνεται στο διάστημα [0, 0,3] στην πλειοψηφία των ετών. Λίγες είναι οι περιπτώσεις που φαίνεται οι κατακρημνίσεις να ξεπερνούν τα όρια. Στην παρούσα χρονοσειρά εμφανίζεται επίσης ένα διάστημα μηδενικών τιμών και ένα διάστημα όπου η αύξηση των τιμών φτάνει περίπου στο 40%. Κατά συνέπεια, η τάση

της χρονοσειράς, όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall πρέπει να είναι συγκεντρωμένη κοντά στο μηδέν. Τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να αποκλίνουν από το μηδέν.

Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται το φαινόμενο στο σύνολο του πληθυσμού. Η τάση δεν εμφανίζει σαφή ανοδική ή καθοδική πορεία ενώ εμφανίζονται άλματα στα δείγματα. Έτσι, δεν μπορεί να εξαχθεί με ασφάλεια το συμπέρασμα ότι το σύνολο των δειγμάτων ανήκει στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

Από τις ετήσιες μέσες θερμοκρασίες της ARICA διαπιστώνεται ότι η χρονοσειρά δεν παρουσιάζει καμία τάση. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως η τάση της χρονοσειράς όπως εξάγεται από τον υπολογισμό του συντελεστή Kendall θα είναι πλησίον του μηδενός. Αναφορικά με τα άλματα της χρονοσειράς, όπως υπολογίζονται από τη δοκιμή Kruscal-Wallis, αναμένεται να επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση περί κατάταξης του συνόλου των δειγμάτων στον ίδιο πληθυσμό, ανεξάρτητα από το χρονικό διάστημα που μελετάται.

## 5 Σύνοψη - Συμπεράσματα - Μελλοντική έρευνα

Στην παρούσα εργασία έγινε μελέτη της κλιματικής διακύμανσης σε 70 πόλεις, τυχαία επιλεγμένες ανά τον κόσμο. Το χρονικό εύρος μελέτης των πόλεων ποικίλει σε συνάρτηση με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση το διάστημα μελέτης είναι πάνω από 70 χρόνια. Στις περιπτώσεις που υπήρχαν μικρά διαστήματα χωρίς δεδομένα οι τιμές στα πεδία μελέτης αντικαταστάθηκαν με προγενέστερες τιμές ενώ στα μεγαλύτερα διαστήματα τα δεδομένα στις εν λόγω χρονικές περιόδους δε λήφθηκαν υπόψη.

Για τη μελέτη της κλιματικής διακύμανσης επιλέχθηκαν οι κλιματικοί δείκτες των κατακρημνίσεων καθώς και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας. Η στατιστική επεξεργασία των χρονοσειρών που προέκυψαν έγινε με βάση δύο μαθηματικά μοντέλα, τη δοκιμή Kendall και τη δοκιμή Kruskal-Wallis. Η δοκιμή Kendall ανιχνεύει την ύπαρξη ή μη τάσης στα δεδομένα της χρονοσειράς (ανοδική ή καθοδική), ενώ η δοκιμή Kruskal-Wallis τις διακυμάνσεις και αποκλίσεις που εμφανίζει η χρονοσειρά στο εύρος μελέτης της.

Από την επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι σε γενικές γραμμές ούτε στην περίπτωση των κατακρημνίσεων, ούτε στην περίπτωση των μέσων θερμοκρασιών προκύπτει τάση ή διακύμανση τέτοια ώστε να συνεπάγεται υπολογίσιμη κλιματική αλλαγή. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από τη μελέτη των δεικτών Kendall και Kruskal-Wallis. Επίσης, αφορά τις συγκεκριμένες πόλεις για τα συγκεκριμένα διαστήματα μελέτης. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πόλεις στις οποίες παρατηρήθηκε ανοδική τάση εκτός των ορίων. Ακόμη, ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι η τάση στο σύνολο των συγκεντρωτικών χρονοσειρών αν παρουσιαζόταν θα ήταν ανοδική και όχι καθοδική, έστω και περιορισμένη.

Συνοπτικά, αναφορικά με τη μελέτη των *κατακρημνίσεων* και τους δείκτες *Kendall* και *Kruskal-Wallis* η πλειοψηφία των πόλεων φαίνεται να παρουσιάζει τιμές τέτοιες που οδηγούν στα εξής συμπεράσματα:

- Η συνολική χρονοσειρά των δεδομένων των κατακρημνίσεων από τις διάφορες πόλεις δεν παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση και δεν εμφανίζει ανοδική ή καθοδική τάση.
- Εξαιρέσεις αποτελούν οι πόλεις:
  - BADAJOZ (Ισπανία) και

- BANGKOK (Ταϊλάνδη),  
όπου ο δείκτης Kendall φανερώνει αυξητική τάση στα δείγματα.
- Επιπλέον εμφανίζονται κοντά στα όρια του δείκτη Kendall με ελάχιστες ανοδικές τάσεις οι πόλεις:
  - BAHRAIN (Μπαχρέιν),
  - TABORA (Τανζανία),
  - TRIER (Γερμανία).
- Στην περίπτωση μελέτης των κατακρημνίσεων με τη δοκιμή Kruscal-Wallis τα αποτελέσματα είναι τέτοια ώστε να μην υποδηλώνουν κλιματική αλλαγή. Στα όρια του δείκτη βρίσκονται οι πόλεις:
  - AMMASSALIK (Γροιλανδία)
  - POINTE NOIRE (Κονγκό)
  - SIBIU (Ρουμανία)
- Προκύπτει σαφές συμπέρασμα ότι σε γενικές γραμμές δεν παρατηρείται αξιολογήσιμη ένδειξη κλιματικής αλλαγής για τις κατακρημνίσεις.

Αναφορικά με τις *μέσες θερμοκρασίες* και τη μελέτη με τις δοκιμές *Kendall* και *Kruscal-Wallis* των διάφορων πόλεων, τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι:

- Η συνολική χρονοσειρά των δεδομένων των μέσων θερμοκρασιών από τις διάφορες πόλεις δεν παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση.
- Εμφανίζονται ελαφρώς ανοδικές τάσεις με τη δοκιμή Kendall στις πόλεις:
  - APARRI (Φιλιππίνες),
  - BAHRAIN (Μπαχρέιν),
  - MASSHAD (Ιράν),
  - VALLEY (Ηνωμένο Βασίλειο).
- Ενδιαφέρον παρουσιάζει το συμπέρασμα όσον αφορά τις αυξημένες τιμές του δείκτη σε ορισμένες περιπτώσεις όπως των πόλεων:
  - ADDIS ABABA (Αιθιοπία),
  - BADAJOZ (Ισπανία),
  - BANGKOK (Ταϊλάνδη),
  - CONSTANTINE (Αλγερία),
  - KIMBERLEY (Νότιος Αφρική),
  - SAINT LOUIS (Σενεγάλη),

- TABORA (Τανζανία),
- TOULOUSE (Γαλλία),
- TRIER (Γερμανία),
- TRIESTE (Ιταλία).

Αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι κατά τον υπολογισμό του δείκτη έχουν ληφθεί υπόψη και έτη για τα οποία δεν υπήρχαν δεδομένα στην ολλανδική βάση. Έτσι, η κλιματική διακύμανση που παρατηρείται δεν εμφανίζει τάσεις και είναι σε μικρό εύρος.

- Σχετικά με τα αποτελέσματα της μέσης θερμοκρασίας του δείκτη Kruscal: Η αρχική υπόθεση ότι τα δείγματα ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό υποστηρίζεται σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο σημαντικότητας και μπορεί να επιβεβαιωθεί. Αυτό συμβαίνει γιατί το σύνολο των δειγμάτων όχι μόνο εμφανίζεται εντός των επιτρεπτών ορίων αλλά παρουσιάζει επίσης μικρό εύρος. Ως προς τη διερεύνηση της κλιματικής αλλαγής συμπεραίνεται ότι υπάρχει μεγάλη αυτοσυσχέτιση στα δεδομένα των χρονοσειρών, κάτι το οποίο ενισχύει το συμπέρασμα της μικρής διακύμανσης που εμφανίζουν τα αρχικά δείγματα.

Ωστόσο στα όρια του δείκτη βρίσκονται οι πόλεις:

- ANTANANARIVO (Μαγαδασκάρη)
- MACAO (Πορτογαλία)
- Προκύπτει σαφές συμπέρασμα ότι γενικότερα δεν παρατηρείται αξιολογήσιμη ένδειξη κλιματικής αλλαγής για τις μέσες θερμοκρασίες.

Με βάση την επεξεργασία και τη μελέτη των δεδομένων και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις δοκιμές του Kendall και του Kruscal-Wallis εκτιμάται πως μόνο μέσα από αυτές του Kendall παρουσιάζονται μικρές ανοδικές τάσεις σε κάποιες πόλεις.

Επόμενες κατευθύνσεις έρευνας της εργασίας είναι η μελέτη περισσότερο διευρυμένου χρονικού διαστήματος στις ίδιες πόλεις ή και σε περισσότερες. Ακόμα, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία πιο εις βάθος μελέτη της κλιματικής διακύμανσης ανά ηπείρους ή κλιματικές ζώνες. Τέλος, θα μπορούσαν να προταθούν εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας των δεδομένων όπως μέθοδοι συσχέτισης και αυτοσυσχέτισης ή ακόμα πιο περίπλοκοι αλγόριθμοι εύρεσης μοτίβων και τάσεων με χρήση νευρωνικών



δικτύων, γενετικών αλγορίθμων ή άλλων μεθόδων λήψης αποφάσεων κατάλληλα προσαρμοσμένων.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

### *Ελληνική βιβλιογραφία*

- Γαλάνης Π., (2009), Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων, Εφαρμοσμένη Ιατρική Έρευνα, Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής, 26(5):699-711.
- Γκίνη Μ., (1993), Ανάπτυξη μεθόδων ομογενοποίησης δεδομένων, προσδιορισμού σφαλμάτων, συσχέτισης, διόρθωσης αποκλίσεων και συμπλήρωσης ελλειπουσών τιμών χρονοσειρών δεδομένων (βροχή, χιόνι), Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και τεχνολογίας, Διεύθυνση υδατικού δυναμικού και φυσικών πόρων, Αριθμός τεύχους 6/2,3.
- Μαμάσης Ν., (2012), Σημειώσεις μαθήματος, Κλιματολογία και Κλιματική διακύμανση, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτρης Κουτσογιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων.
- Μαμάσης Ν., (2006), Σημειώσεις μαθήματος, Προχωρημένη Υδρολογία, Κατακρημνίσματα και χωρική μεταβλητότητά τους, Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μαμάσης Ν., (2010), Σημειώσεις μαθήματος, Κλιματολογία και Κλιματική διακύμανση, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτρης Κουτσογιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων.
- Μιμίκου Μ.Α., (2006), Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, 3η Έκδοση, Α. Παπασωτηρίου & Σία ΟΕ.
- Παπαμιχαήλ Δ.Μ. και Γεωργίου Π.Ε., (2011α), Στατιστική Υδρολογία, Σημειώσεις για τη μεταπτυχιακή ειδίκευση «Γεωργικής Μηχανικής και Υδατικών Πόρων», Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 113 σελ.
- Παπαμιχαήλ Δ.Μ. και Γεωργίου Π.Ε., (2011β), Στοχαστική Υδρολογία, Σημειώσεις για τη μεταπτυχιακή ειδίκευση Γεωργικής Μηχανικής και Υδατικών Πόρων, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 208 σελ.

### *Ξενόγλωσση βιβλιογραφία*

- Birsan M., Molnar P., Burlando P., Pfaundler M., (2005), Streamflow trends in Switzerland, *Journal of Hydrology*, 314: 312-329.
- Dawson T.P., Jackson S.T., House J.I., Prentice I.C., Mace G.M., (2011), Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate, *Science* 332, 53.
- Hamed K.H., (2008), Trend detection in hydrologic data: The Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis, *Journal of Hydrology*, 349: 350-363.
- Helsel D.R. and R.M. Hirsch., (1992), *Statistical Methods in Water Resources*, Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.
- IPCC, (2014), Summary for policymakers. In: EDITORS F, editor. *Climate Change 2014: impacts, adaptation and vulnerability contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, *Climate change 2014: Synthesis report, Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Geneva, Switzerland, 2014
- Lei R., Xie H., Wang J., Leppäranta M., Jónsdóttir I., Zhang Z., (2015), Changes in sea ice conditions along the Arctic Northeast Passage from 1979 to 2012, *Cold Regions Science and Technology*, Volume 119, Pages 132-144.
- Luo Y., Shen L., Fu S., Liu J., Wang G. and Zhou G., (2007), Trends of precipitation in Beijiang River Basin, Guangdong Province, China, *Hydrological Processes*, 22(13): 2377-2386.
- Mann M.E., Zhang Z., Hughes M.K., Bradley R.S., Miller S.K., Rutherford S., (2008), Proxy-Based Reconstructions of Hemispheric and Global Surface Temperature Variations over the Past Two Millennia, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 105, 13252-13257.
- Mantyka-Pringle C.S., Martin T.G., Rhodes J.R., (2011), Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis, *Glob. Chang. Biol.* 18, 1239–1252.

- Matzarakis A., Mayer H. and M.G. Iziomon, (1999), Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature, *International Journal of Biometeorology*, 43:76-84.
- Matzarakis A., (2000), Climate data for tourism: Identification of data sources-building meta database-identification of gaps, Meteorological Institute, University of Freiburg.
- Mendelsohn R., Dinar A., Williams L., (2006), The distributional impact of climate change on rich and poor countries, *Environment and Development Economics*, Volume 11, Issue 02, pp 159-178.
- NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS), Credit: NASA/GIS, διαθέσιμο στο: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>, Προσπελάστηκε στις 18/06/2016.
- NRC (National Research Council), (2006), Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years (Natl Acad Press, Washington, DC).
- Oppenheimer M., (2013), Climate change impacts: accounting for the human response. *Clim. Chang.* 117, 439–449.
- Papadopoulou G., Georgiou E., Mamassis N., and Mimikou M., (2009), Estimation of areal distribution of climatic and bioclimatic indices in Attica region using the METEONET Network data, *Technica Chronica*, I, Athens.
- Parmesan C. and Yohe G., (2003), A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, *Nature* 421, 37–42.
- Partal T. and Kahya E., (2006), Trend analysis in Turkish precipitation data, *Hydrological Processes*, 20: 2011-2026.
- Qin D, Plattner G.K., Tignor M, Allen S.K., Boschung J, et al., (2013), IPCC. Summary for policymakers. In: Stocker TF, editors. *Climate change 2013: the physical science basis contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kerr R. A., (2002), A Warmer Arctic Means Change for All, pp. 1490-1493, vol 297, is. 5586.

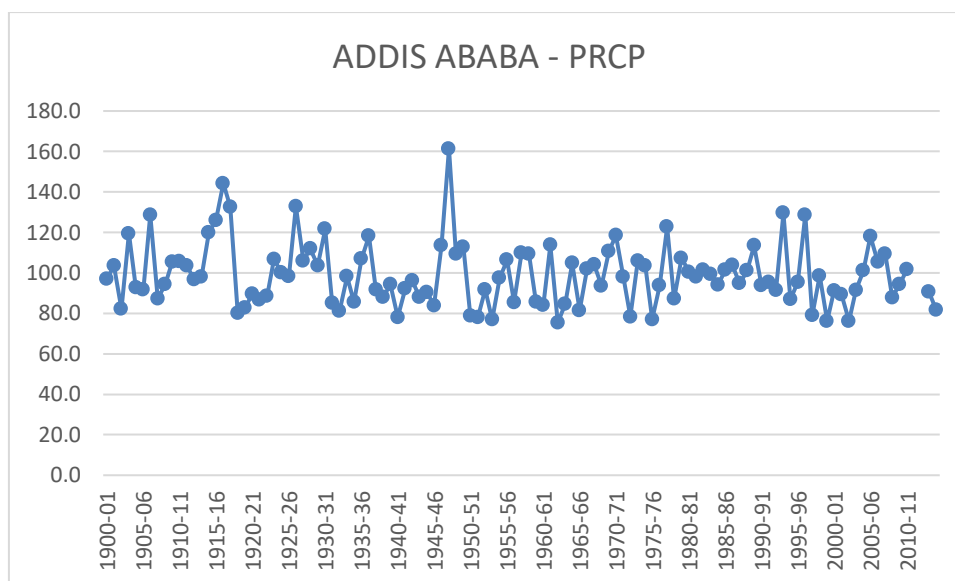
- Tabari H., Marofi S., Aeini A., Talae P.H., and K. Mohammadi, (2011), Trend analysis of reference evapotranspiration in the western half of Iran. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151: 128-136.
- Tsakiris G. and Pangalou D., (2005), Drought assessment: Comparing RDI with SPI and Deciles, 6th International Conference of European Water Resources Association.
- Weber, Elke U., (2010), "Global warming is good", διαθέσιμο στο: <http://www.skepticalscience.com/>, Προσπελάστηκε στις 11/05/2016.
- Weber, Elke U., Stern Paul C, (May-Jun 2011), Public understanding of climate change in the United States, *American Psychologist*, Vol 66(4), 315-328.
- Άρθρο της NASA, διαθέσιμο στο: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/page3.php>, Προσπελάστηκε στις 03/06/2016.

*Διαδικτυακή βιβλιογραφία*

- KNMI Climate Explorer:  
<https://climexp.knmi.nl>
- Mathworks:  
<http://www.mathworks.com/help/stats/corr.html>

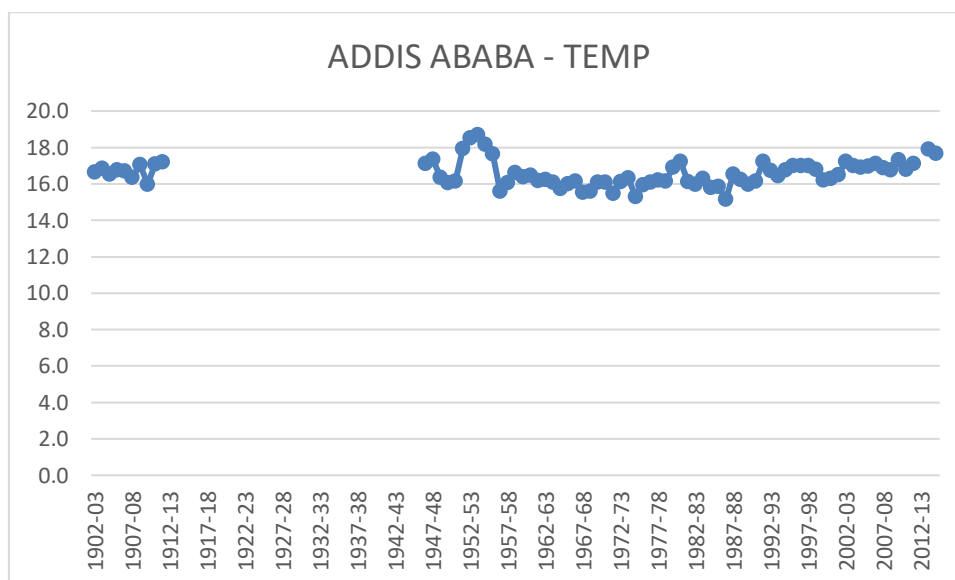
## Παράρτημα

### 1. ADDIS ABABA (ETHIOPIA)



Διάγραμμα 1.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Addis Ababa.

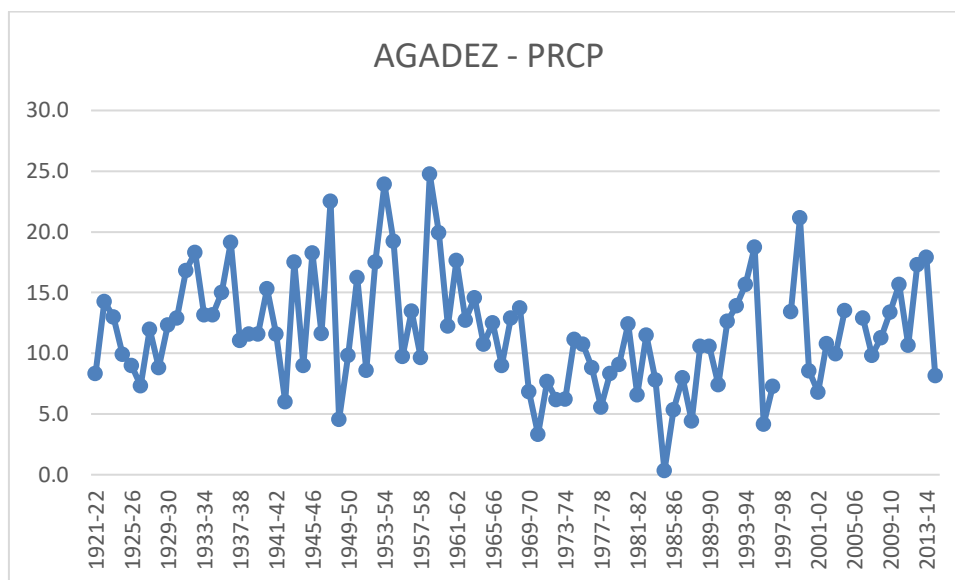
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer).



Διάγραμμα 1.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Addis Ababa.

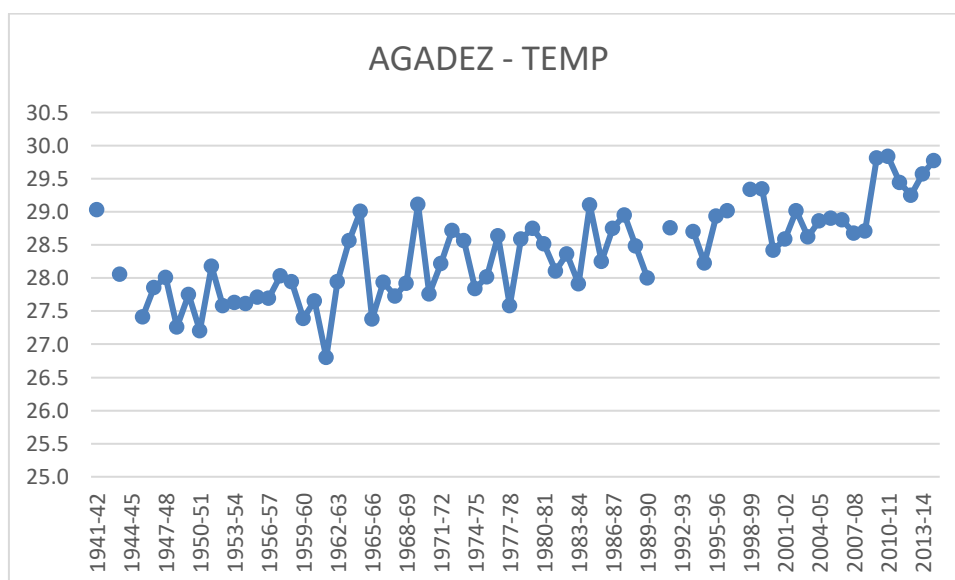
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer).

## 2. AGADEZ (NIGER)



Διάγραμμα 2.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Agadez.

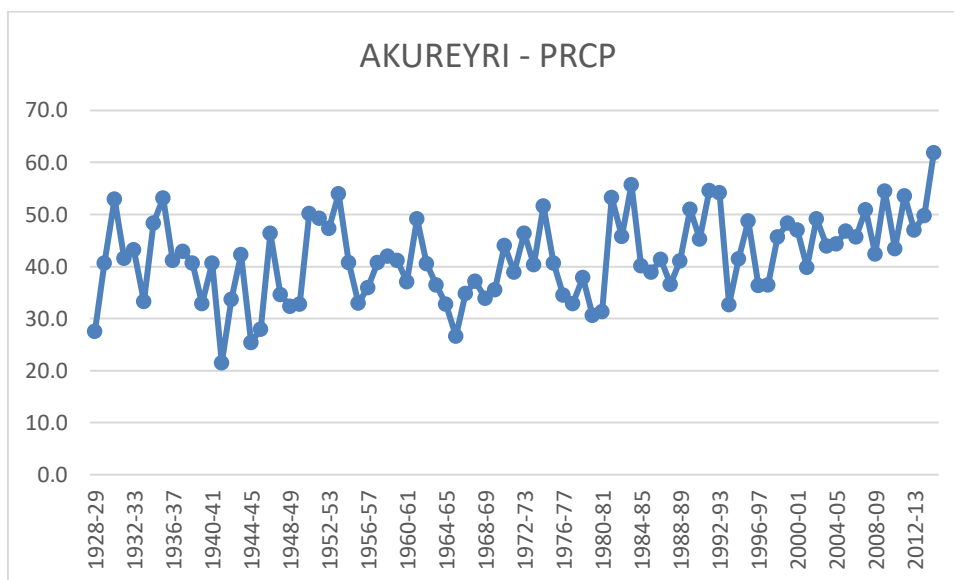
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer).



Διάγραμμα 2.2: Χρονική διακύμανση μέσωσν θερμοκρασιών της Agadez.

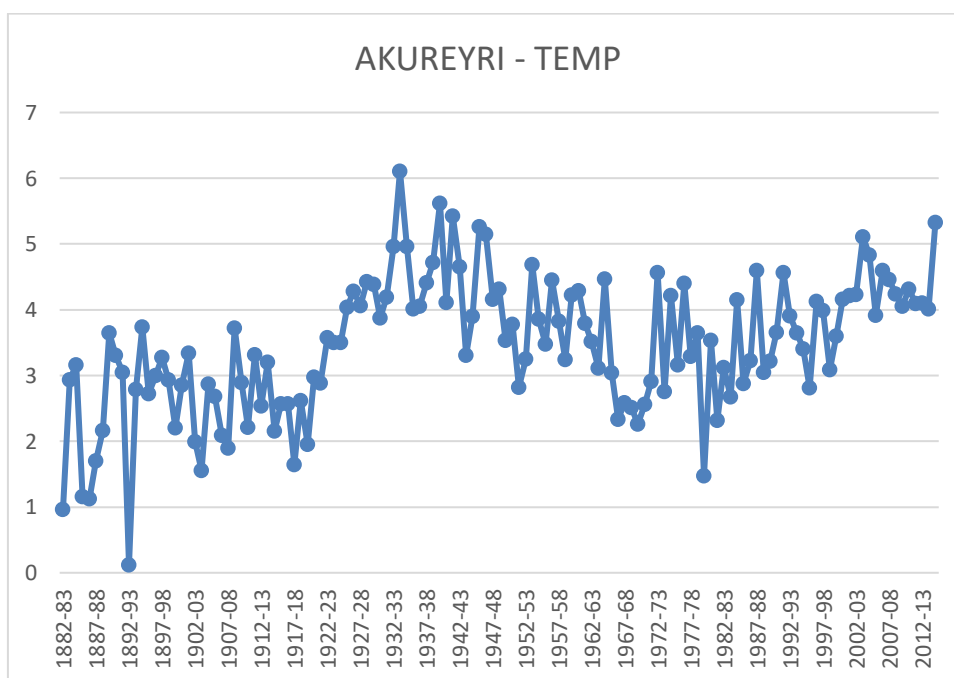
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 3. AKUREYRI (ICELAND)



Διάγραμμα 3.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Akureyri.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

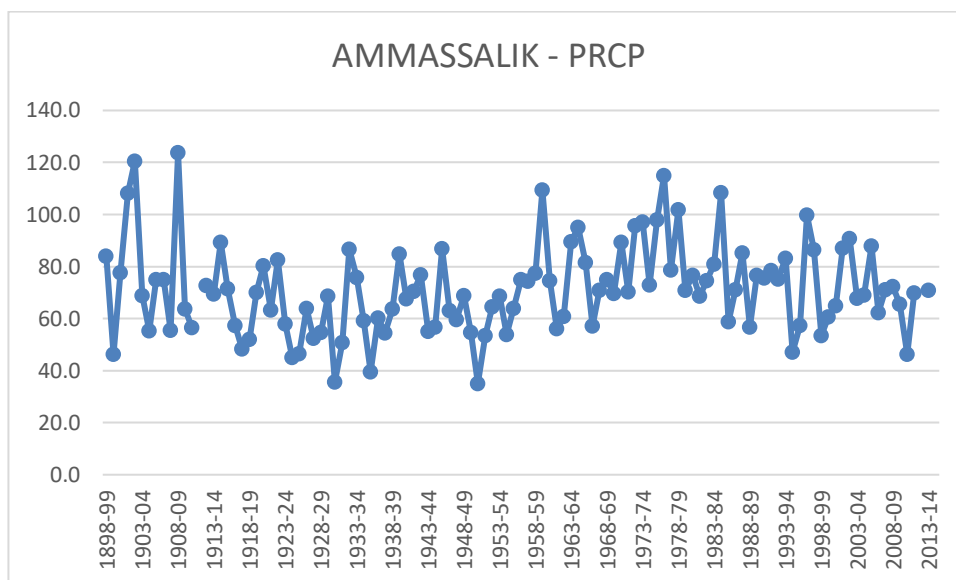


Διάγραμμα 3.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Akureyri.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

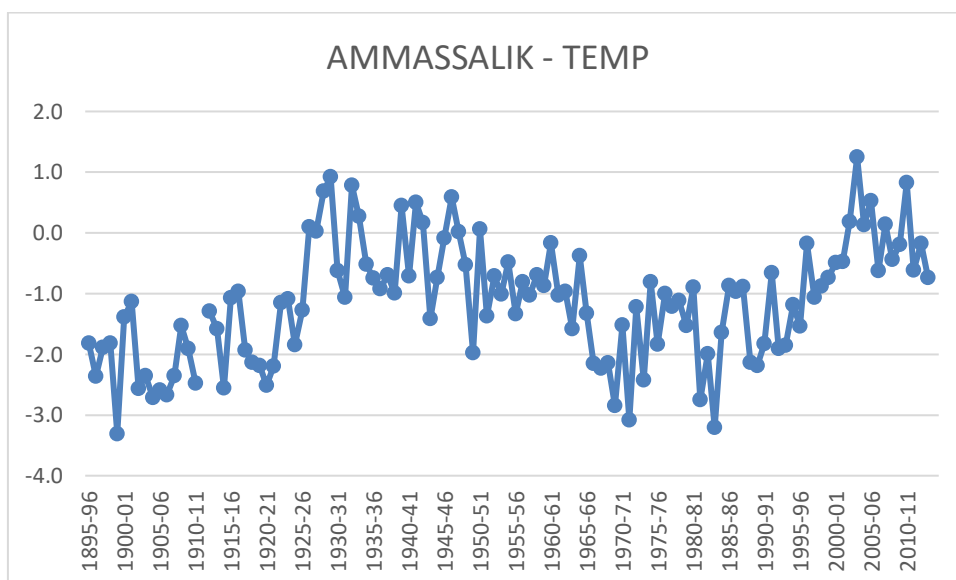


#### 4. AMMASSALIK (GREENLAND)



Διάγραμμα 4.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Ammassalik.

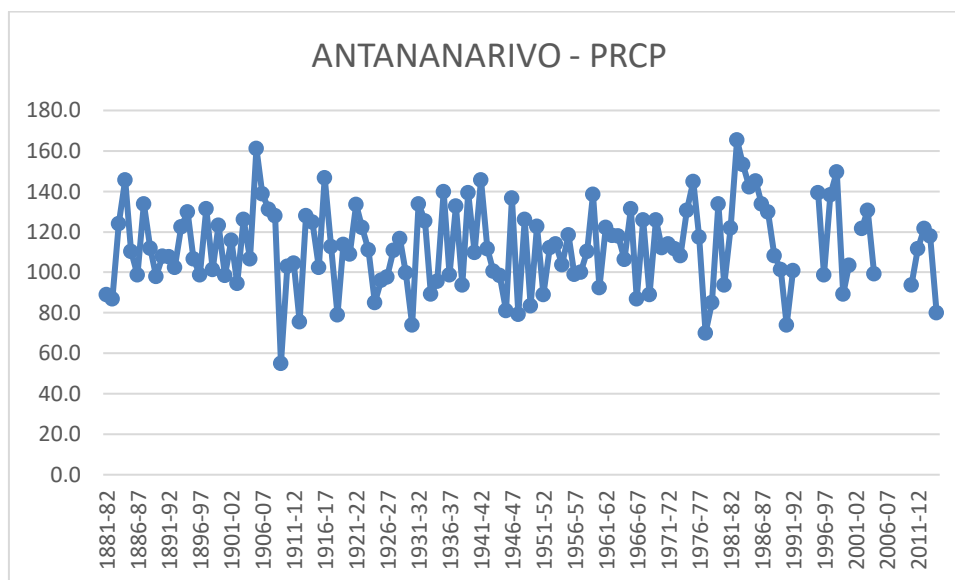
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 4.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Ammassalik.

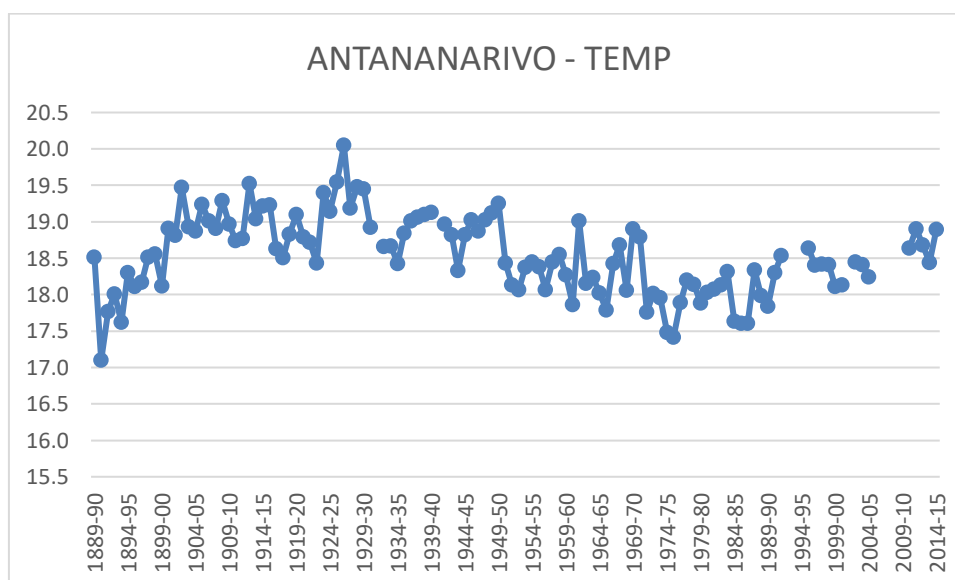
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 5. ANTANANARIVO (MAGADASCAR)



Διάγραμμα 5.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Antananarivo.

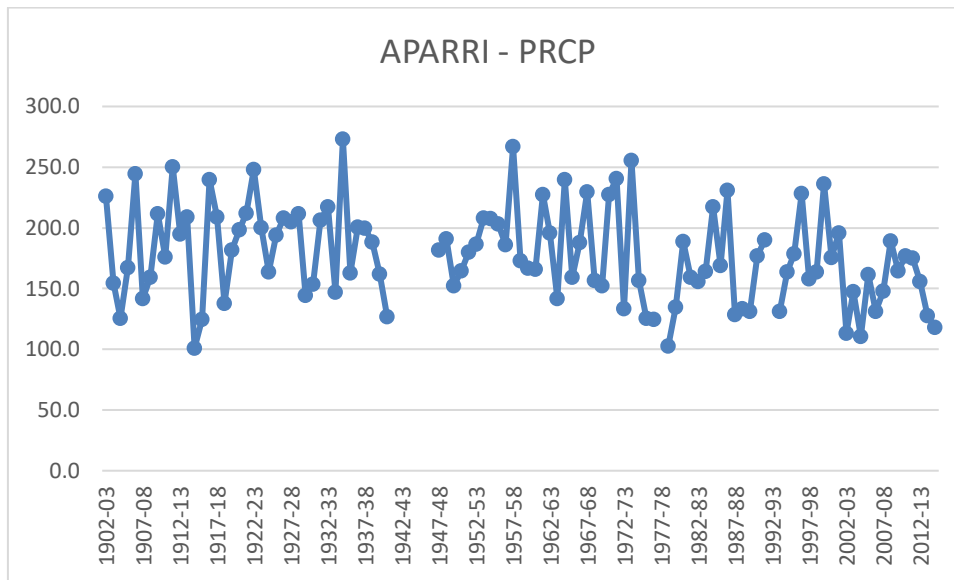
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 5.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Antananarivo.

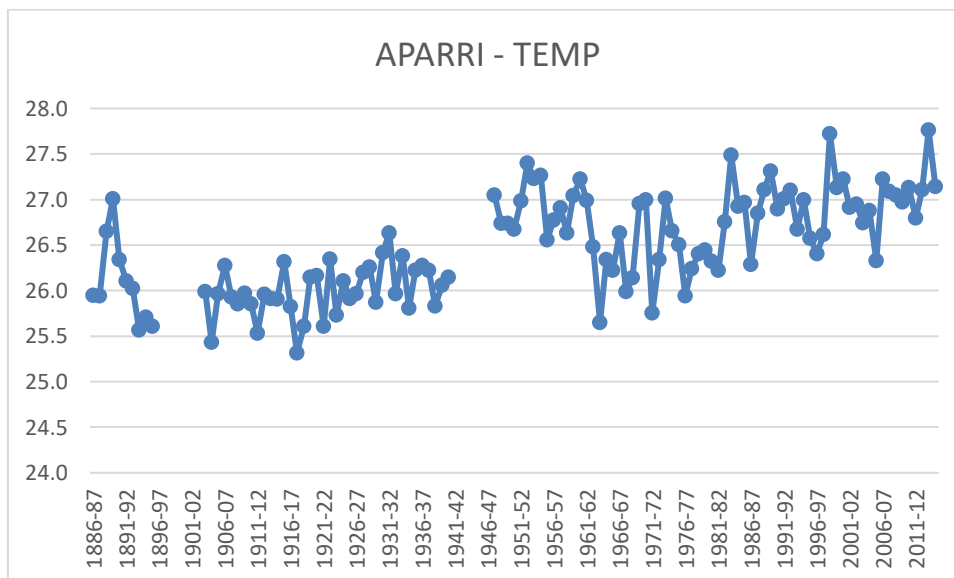
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 6. APARRI (PHILIPPINES)



Διάγραμμα 6.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Απαρρί.

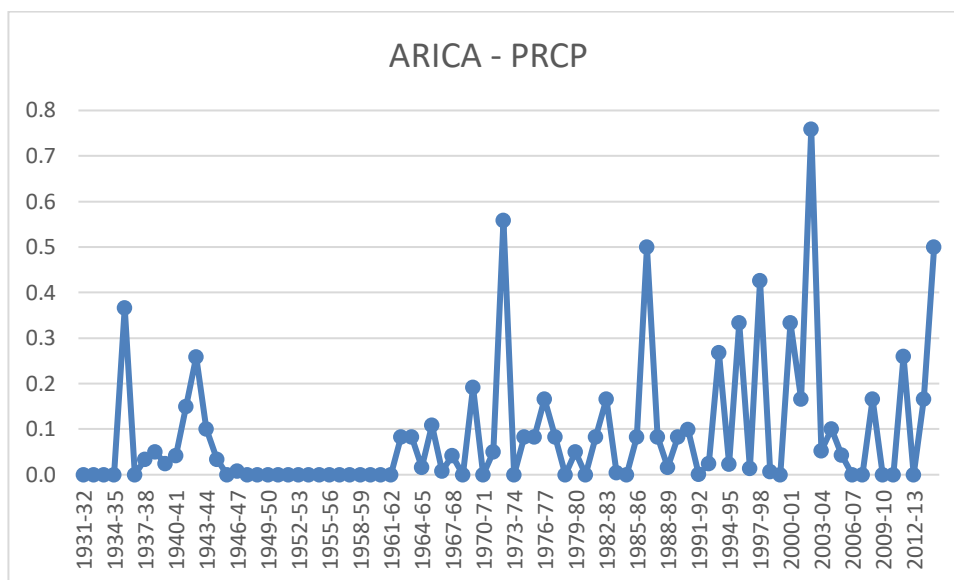
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 6.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Απαρρί.

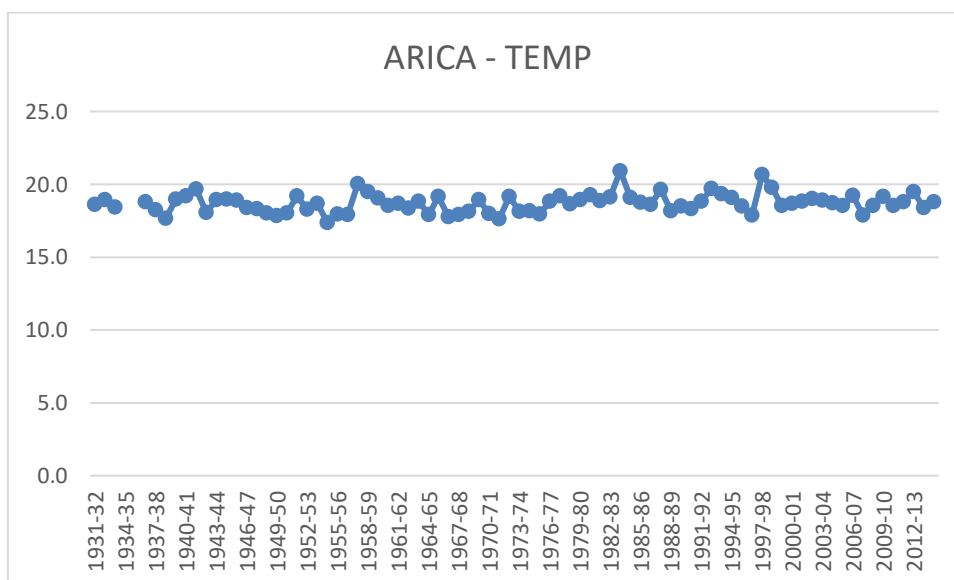
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 7. ARICA (CHILE)



Διάγραμμα 7.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Arica.

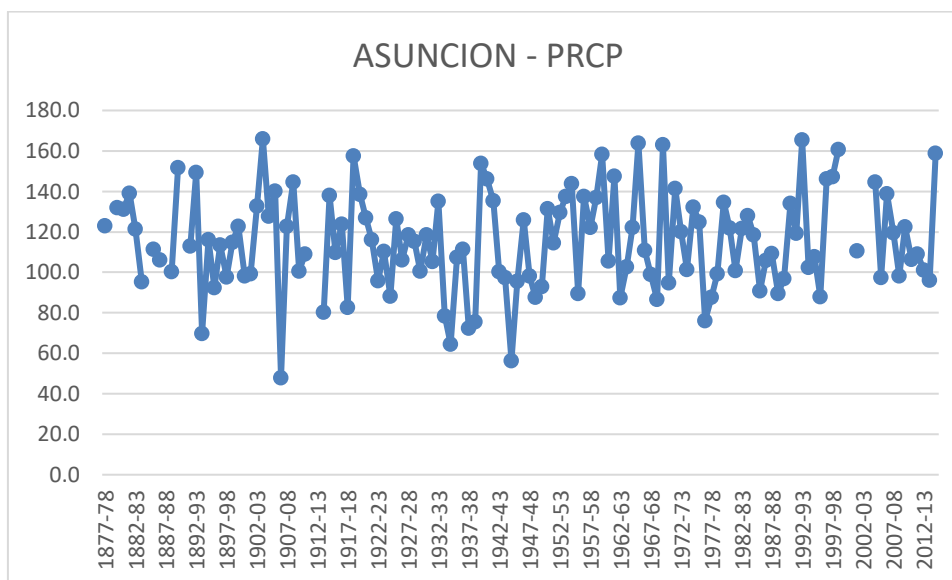
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 7.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Arica.

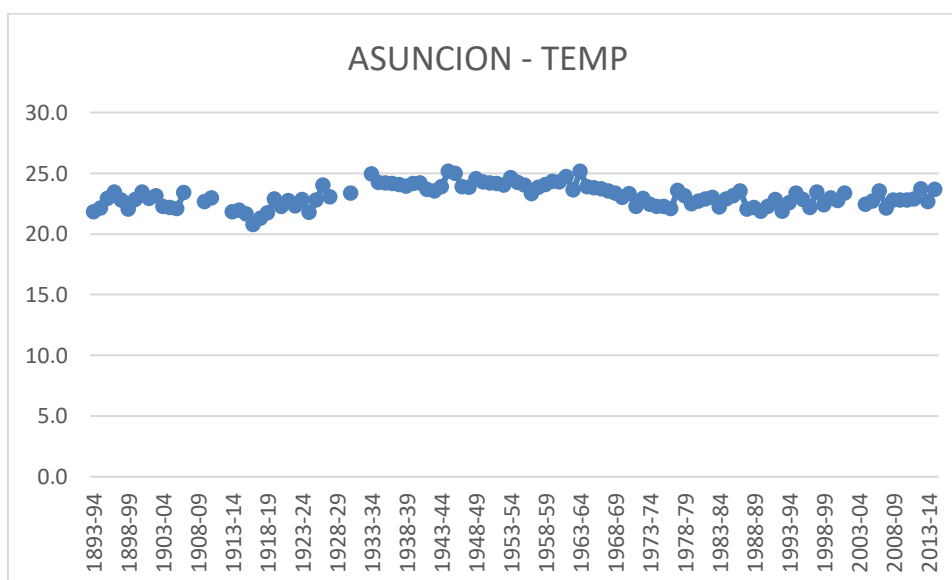
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 8. ASUNCION (PARAGUAY)



Διάγραμμα 8.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Asuncion.

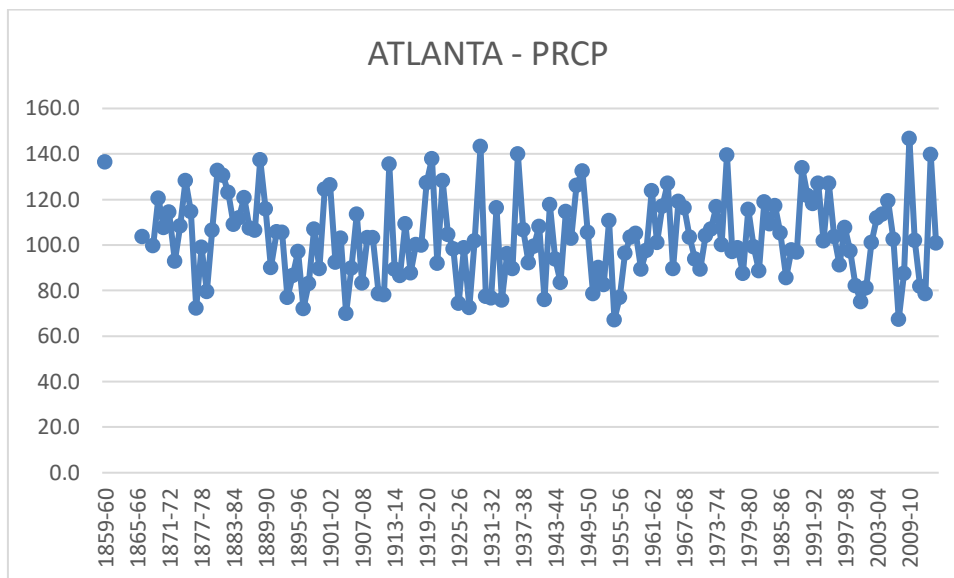
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 8.2: Χρονική διακύμανση μέσωσν θερμοκρασιών της Asuncion.

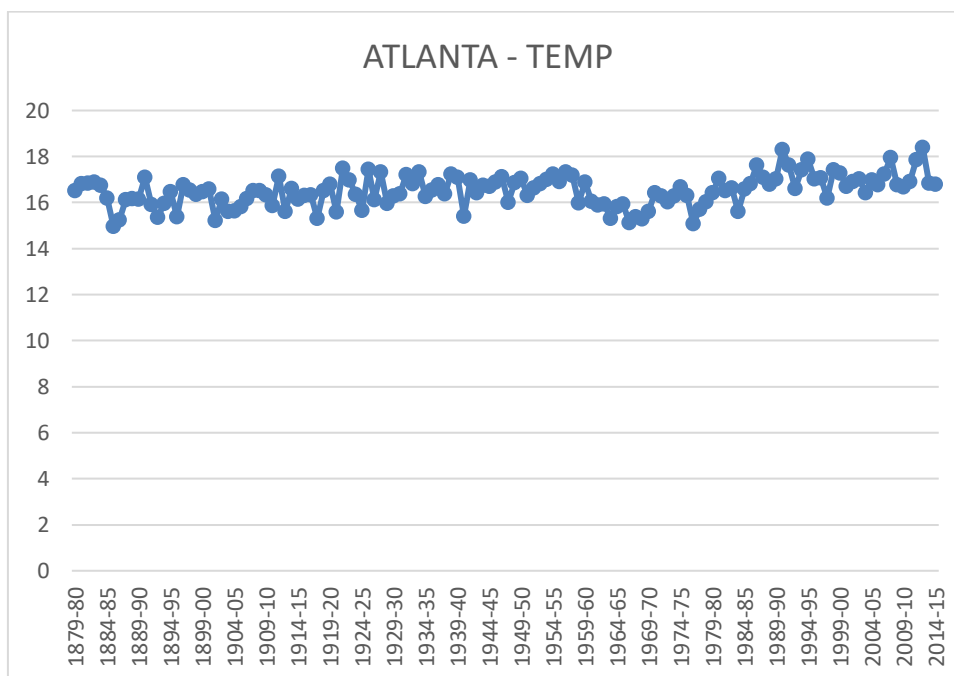
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 9. ATLANTA (U.S.A.)



Διάγραμμα 9.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Atlanta.

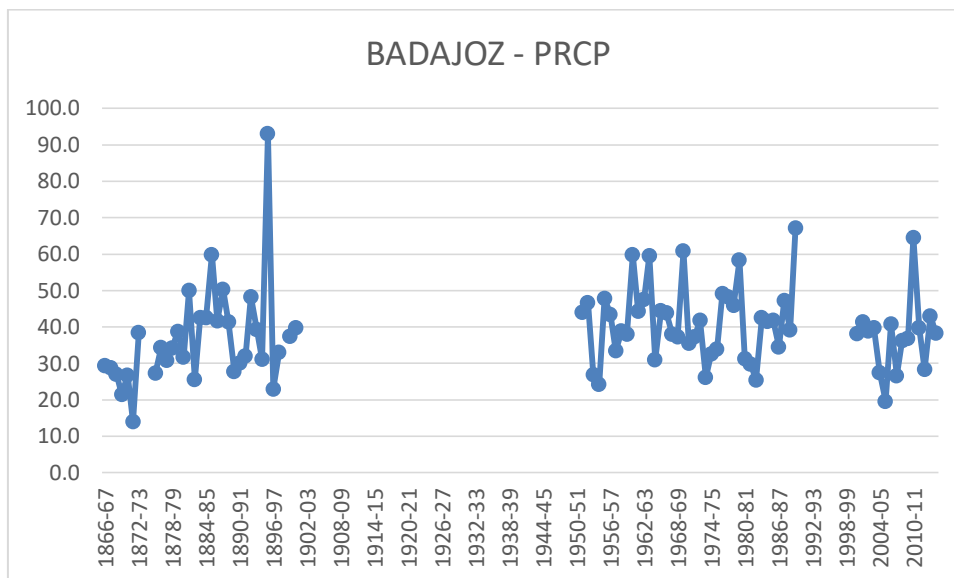
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 9.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Atlanta.

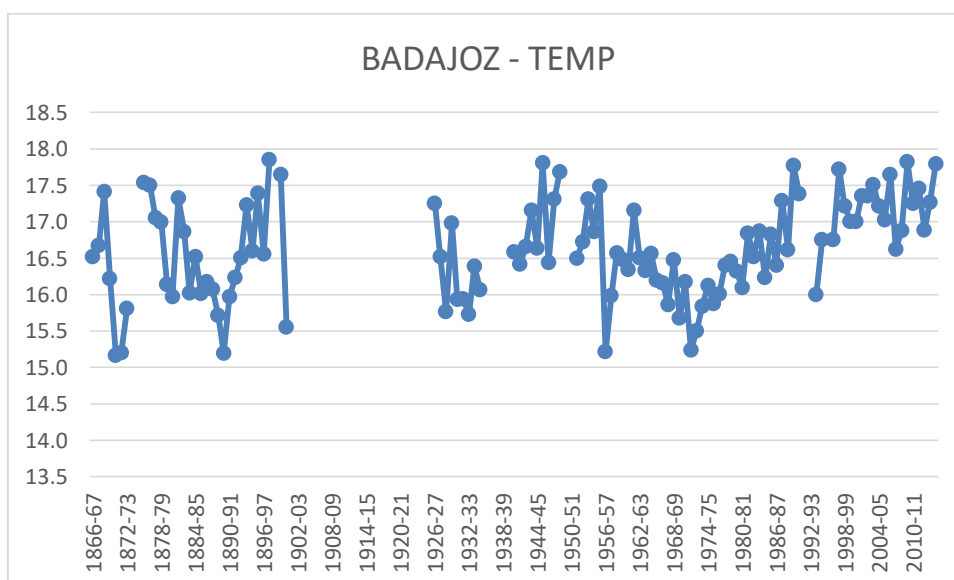
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 10. BADAJOZ (SPAIN)



Διάγραμμα 10.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Badajoz.

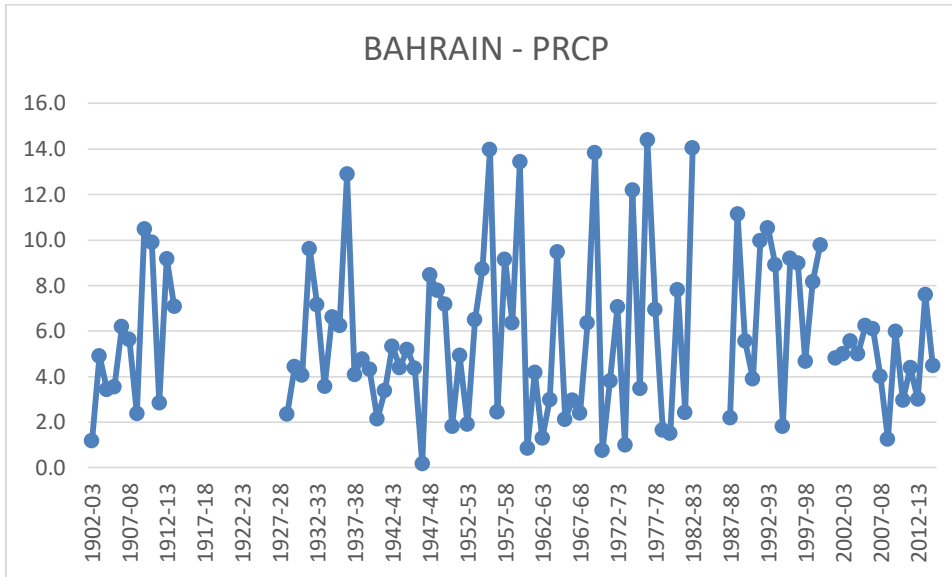
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 10.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Badajoz.

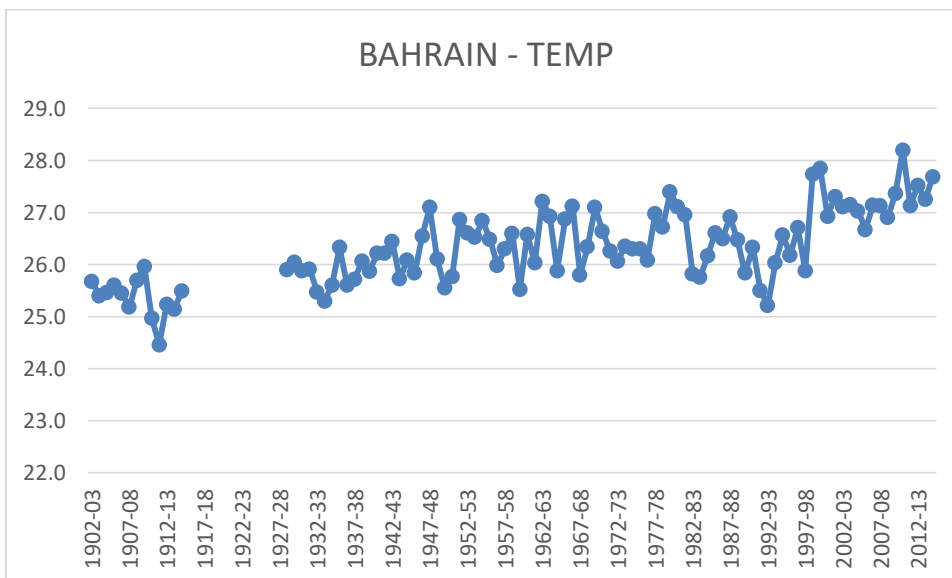
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 11. BAHRAIN (BAHRAIN)



Διάγραμμα 11.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Bahrain.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

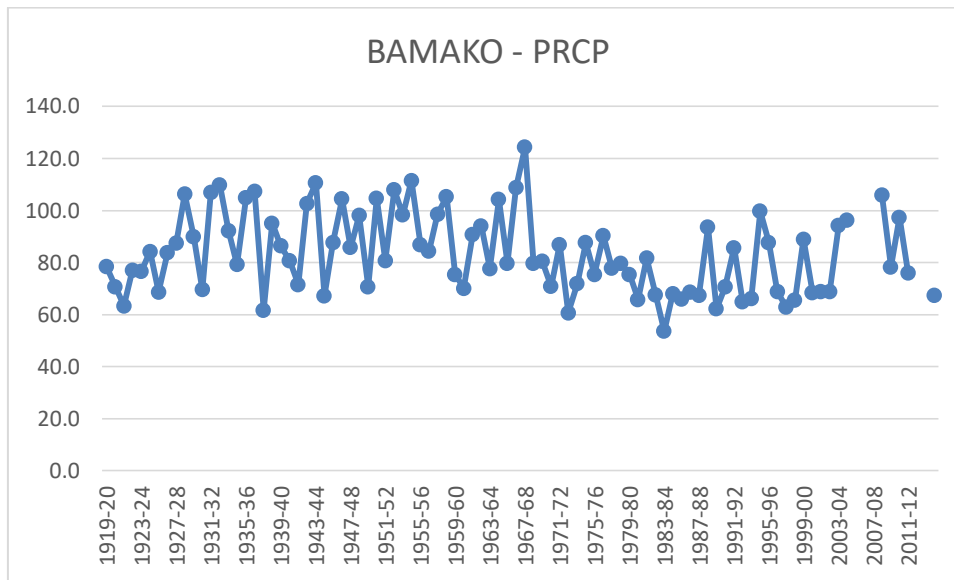


Διάγραμμα 11.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Bahrain.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

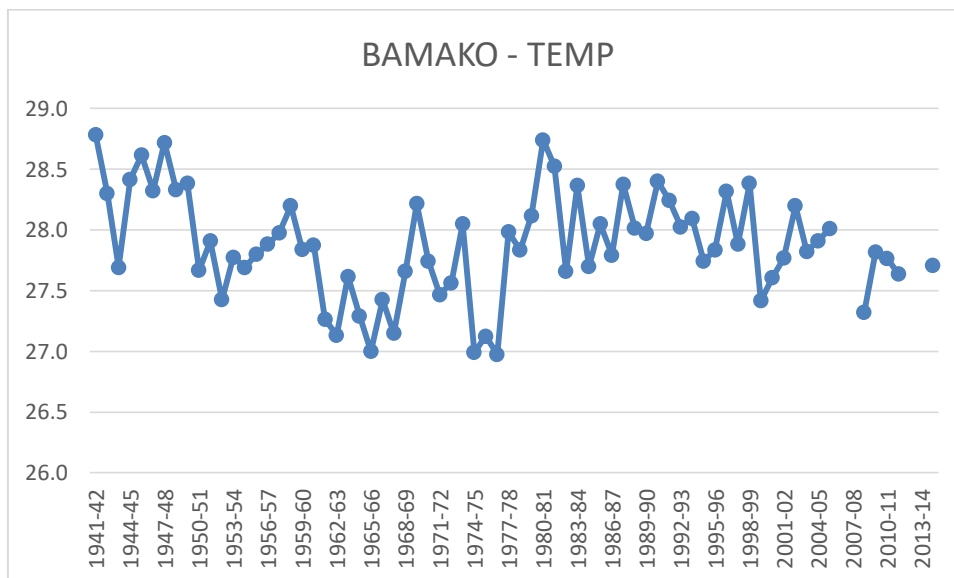


## 12. ΒΑΜΑΚΟ (MALI)



Διάγραμμα 12.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Βαμακο.

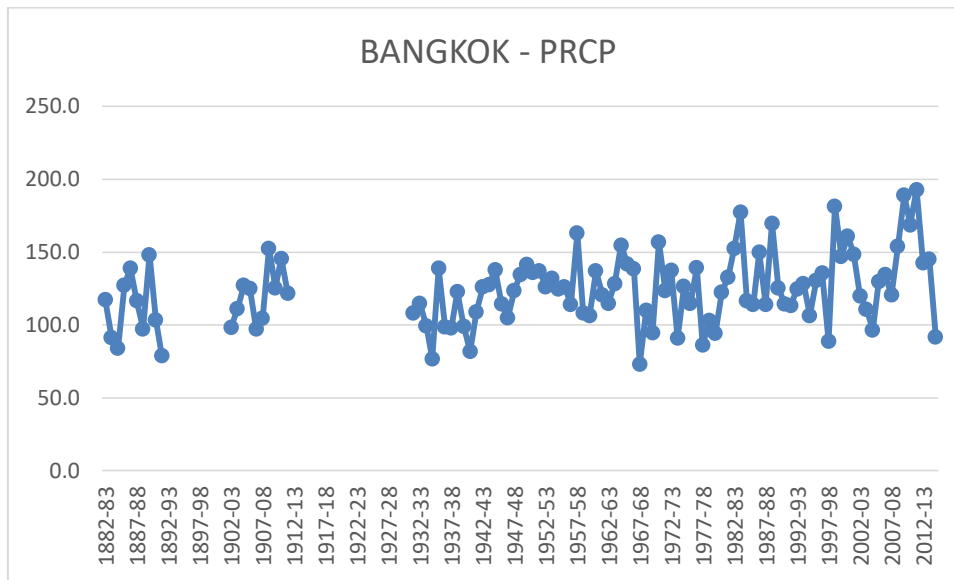
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 12.2: Χρονική διακύμανση μέσωσν θερμοκρασιών της Βαμακο.

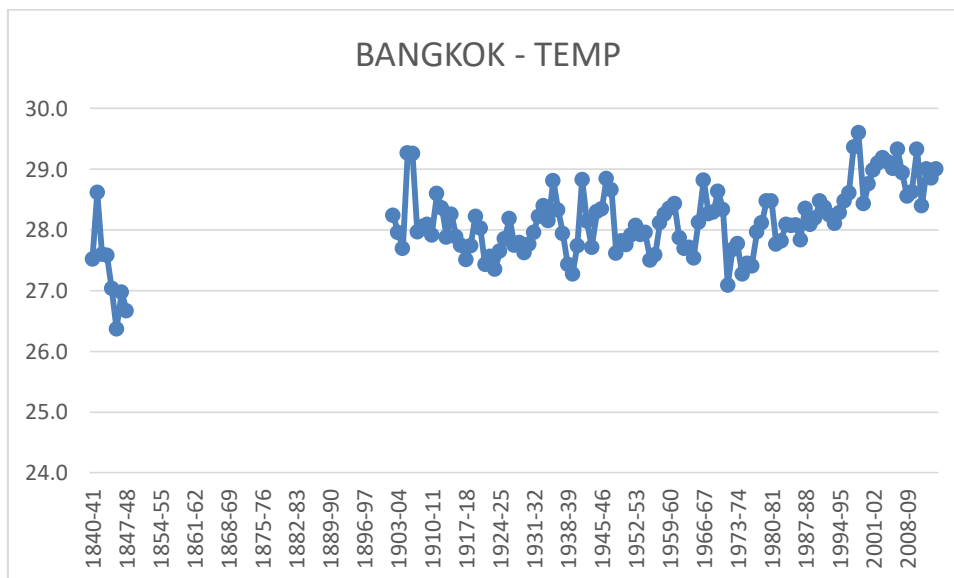
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 13. BANGKOK (THAILAND)



Διάγραμμα 13.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Bangkok.

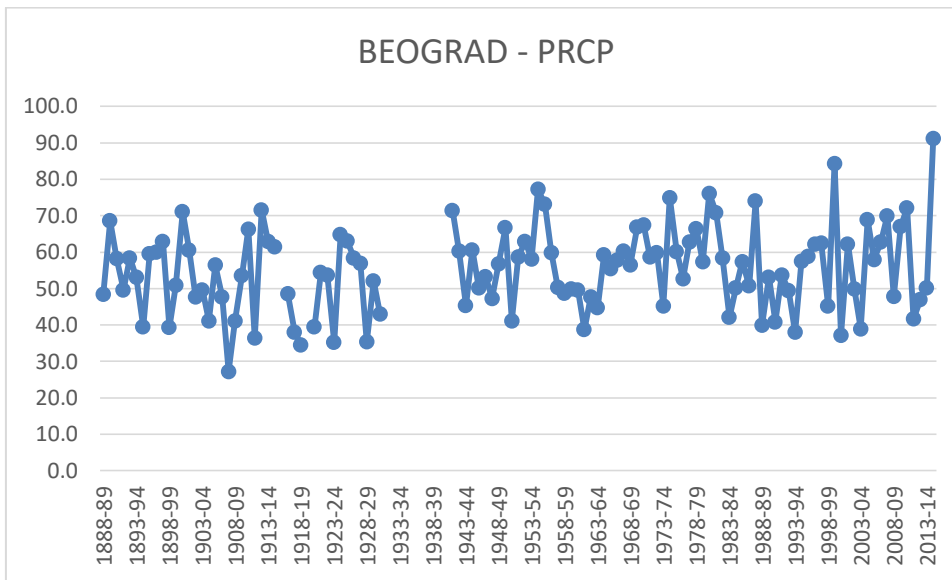
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 13.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Bangkok.

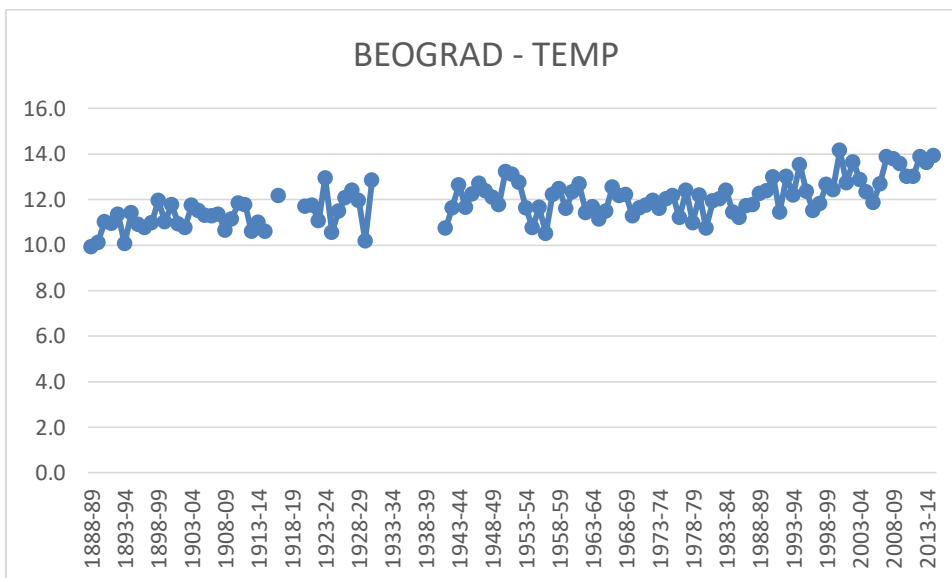
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 14. BEOGRAD (SERBIA)



Διάγραμμα 14.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Βεογραδ.

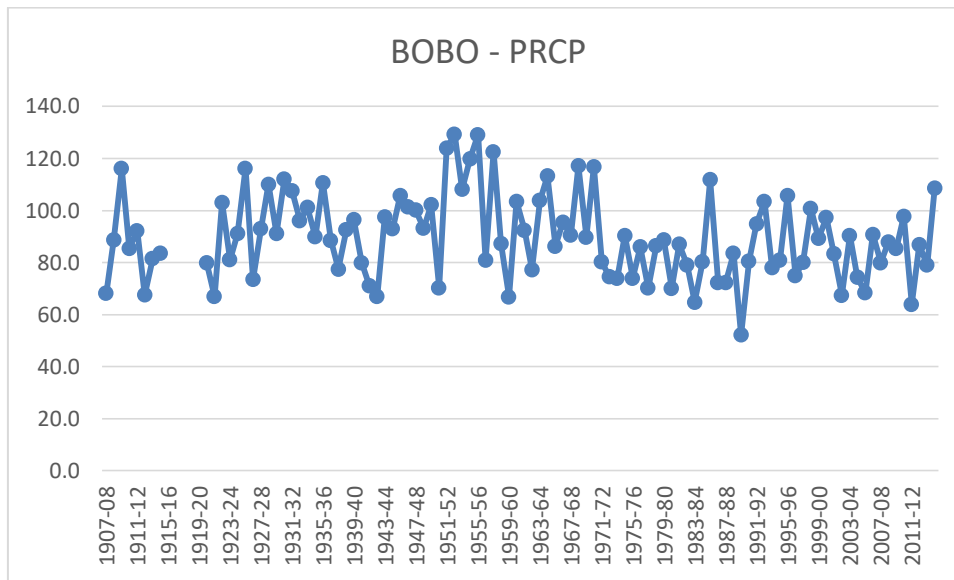
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 14.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Βεογραδ.

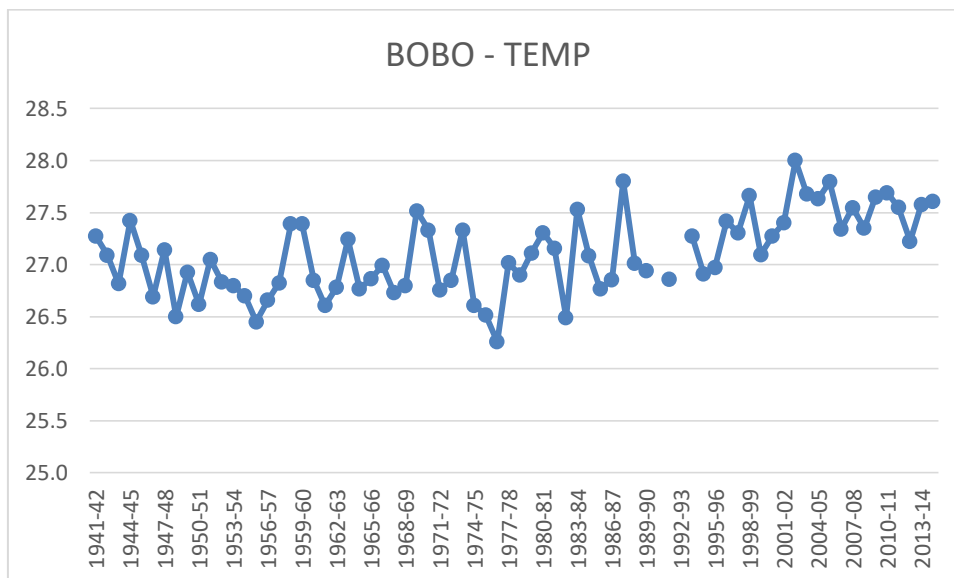
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 15. BOBO (BURKINA FASO)



Διάγραμμα 15.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Bobo.

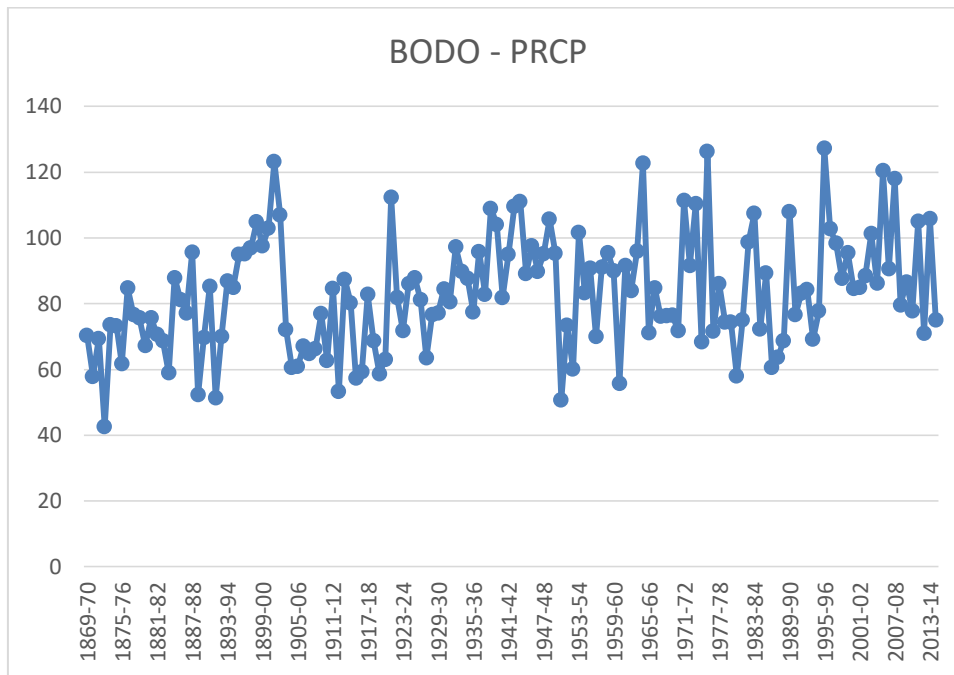
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 15.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Bobo.

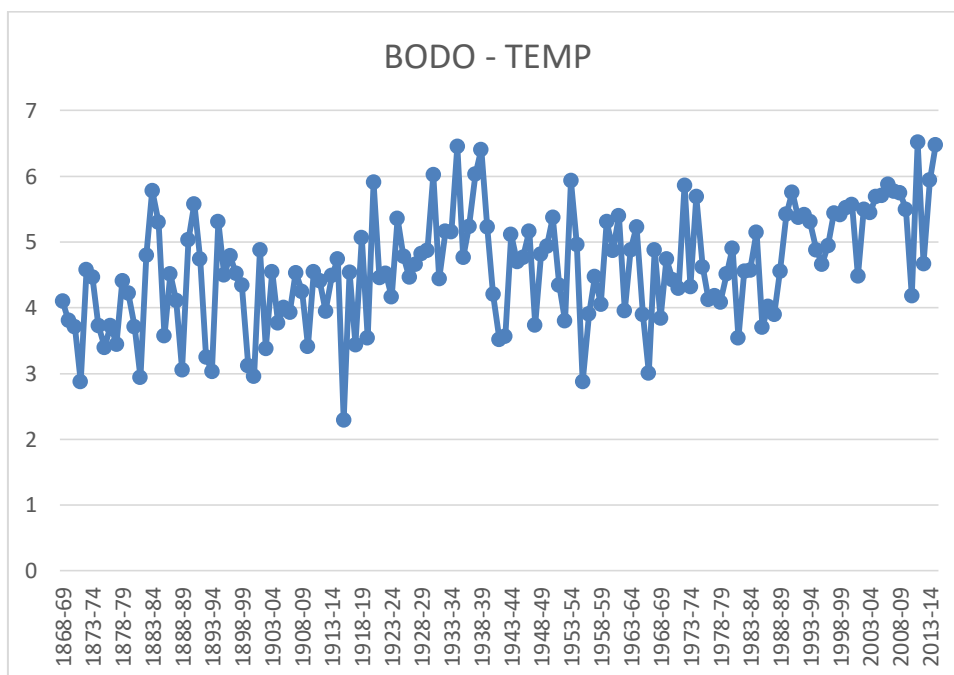
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 16. BODO (NORWAY)



Διάγραμμα 16.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Bodo.

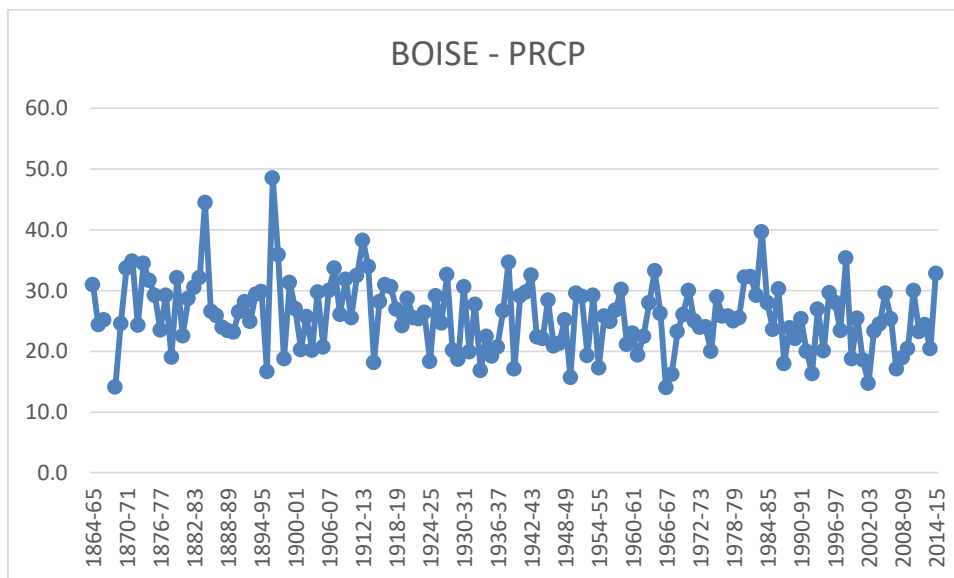
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 16.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Bodo.

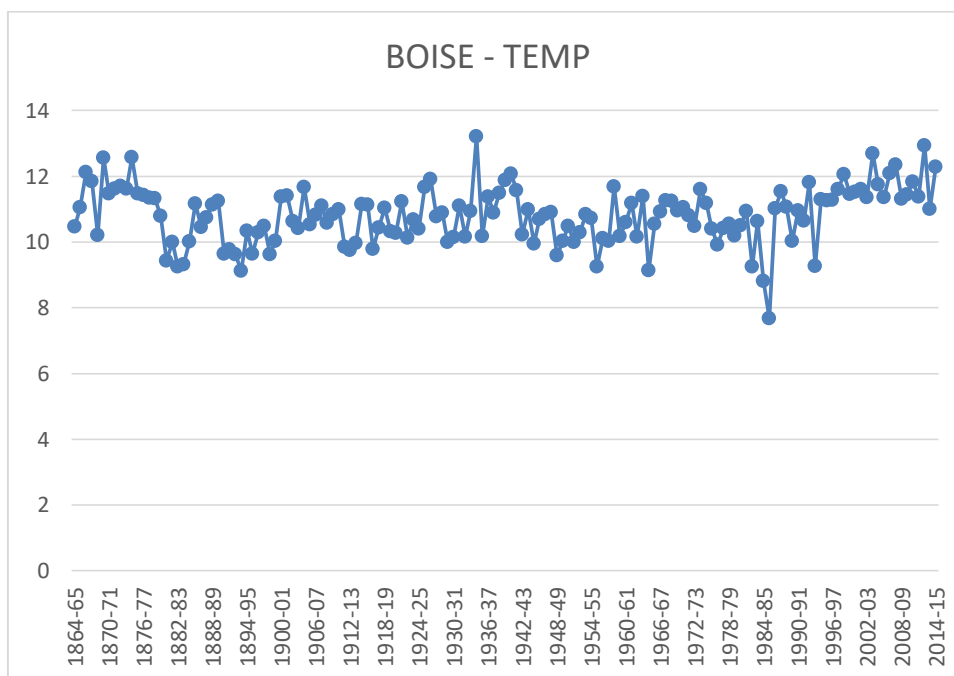
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 17. BOISE (U.S.A.)



Διάγραμμα 17.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Boise.

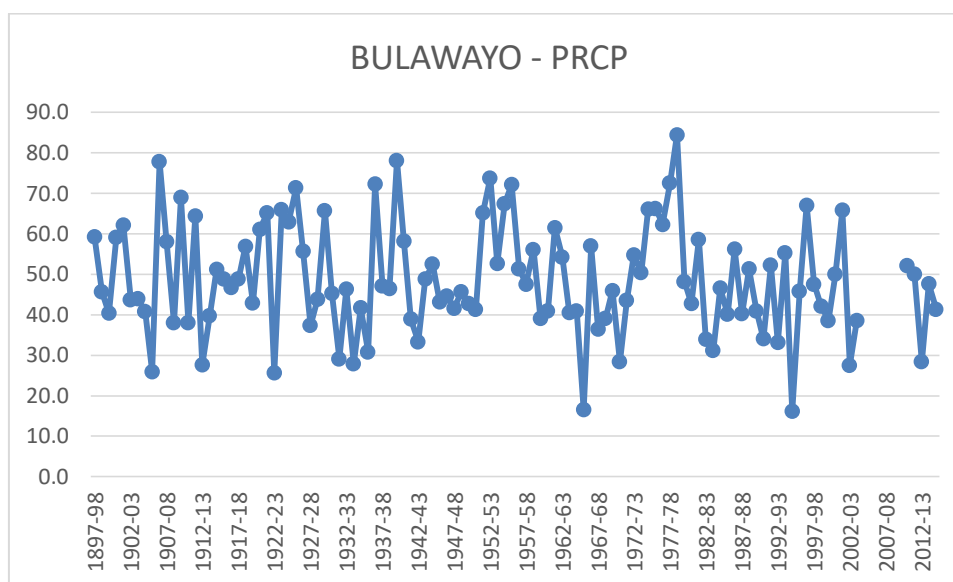
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 17.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Boise.

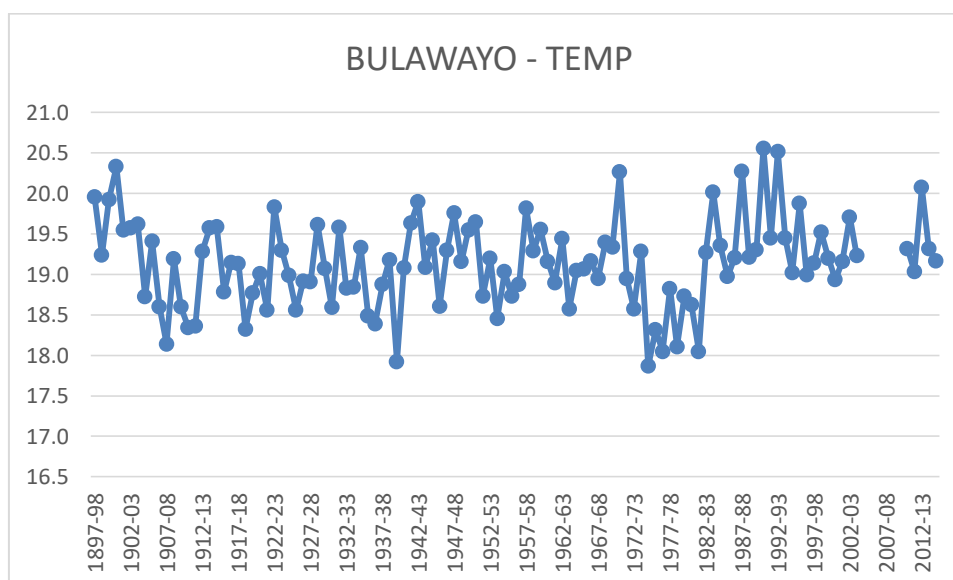
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 18. BULAWAYO (ZIMBABWE)



Διάγραμμα 18.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Bulawayo.

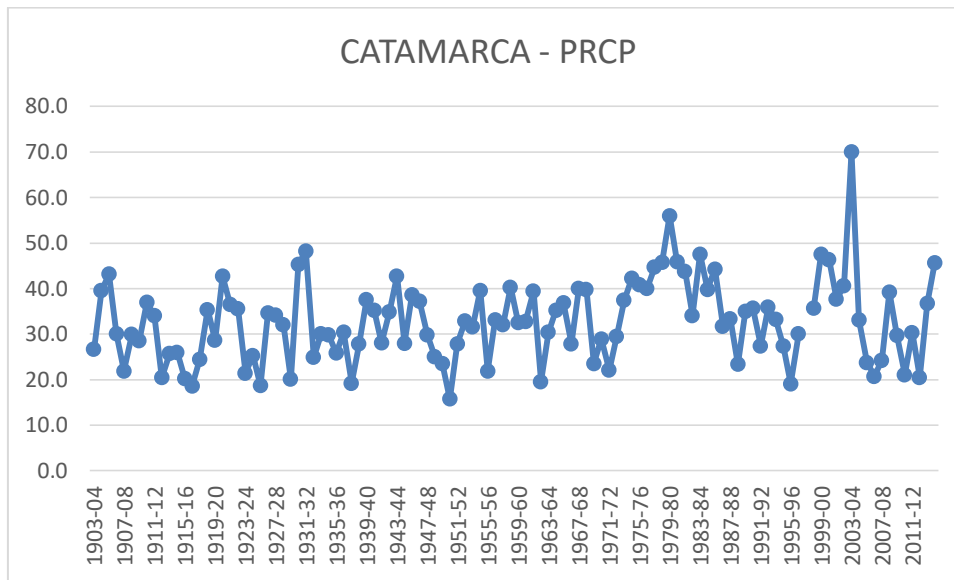
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 18.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Bulawayo.

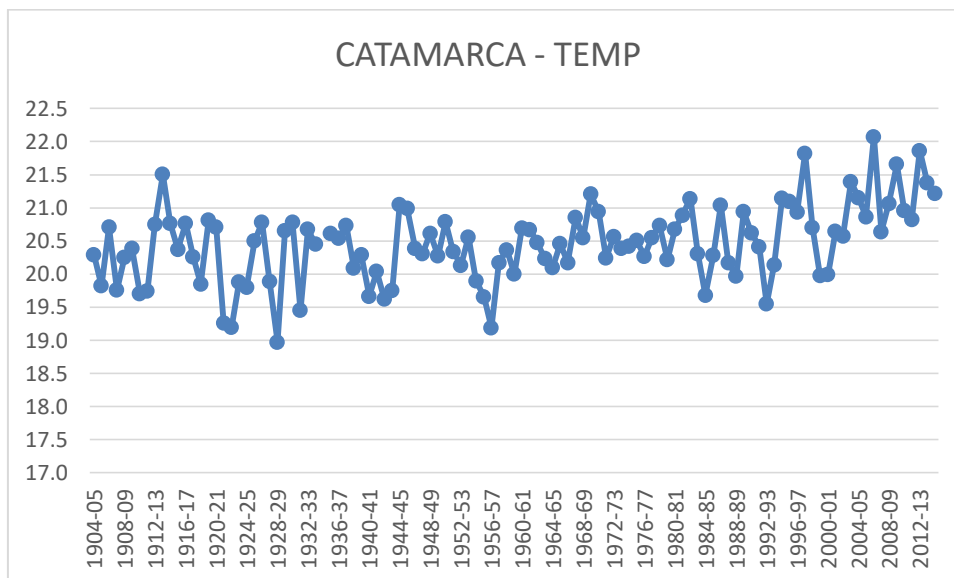
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 19. CATAMARCA (ARGENTINA)



Διάγραμμα 19.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Catamarca.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

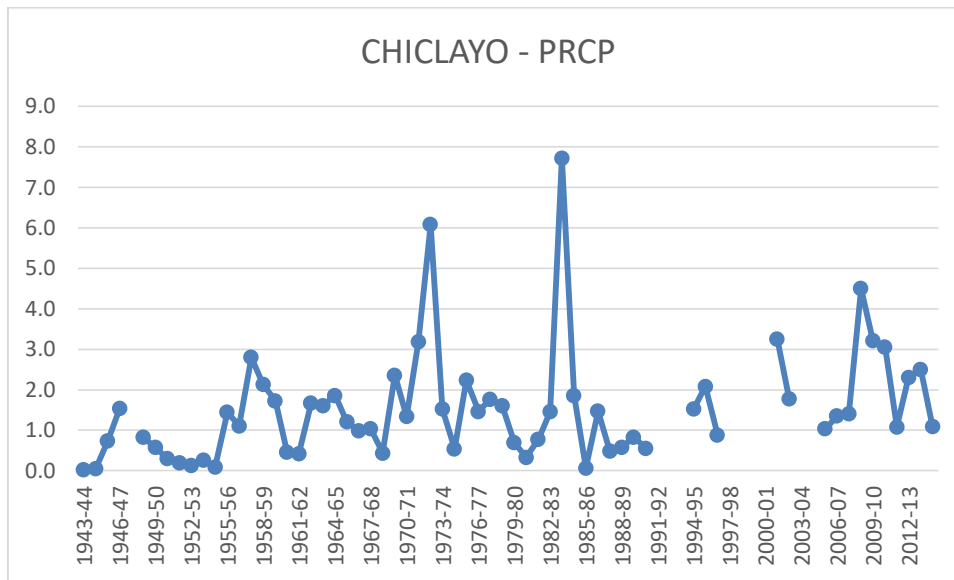


Διάγραμμα 19.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Catamarca.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

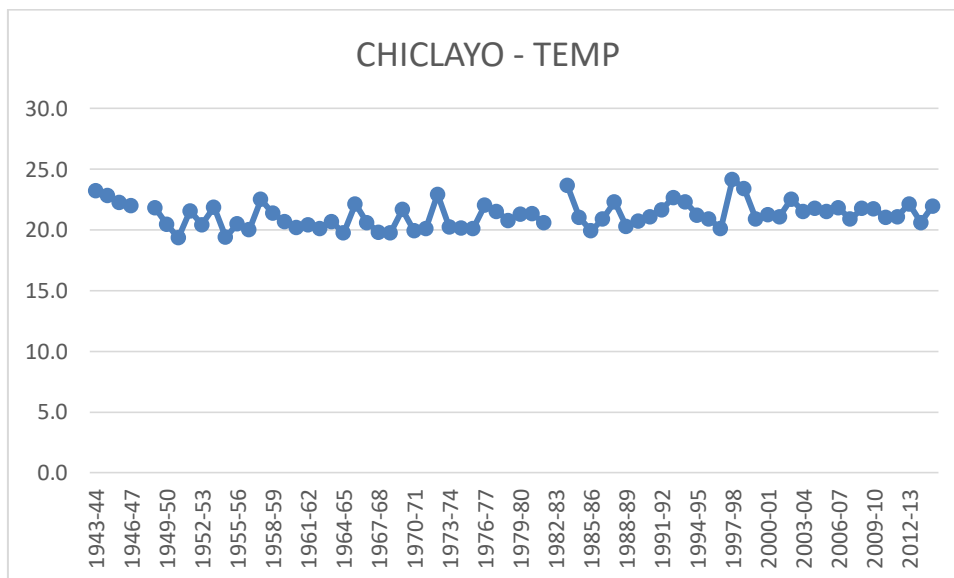


## 20. CHICLAYO (PERU)



Διάγραμμα 20.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Chiclayo.

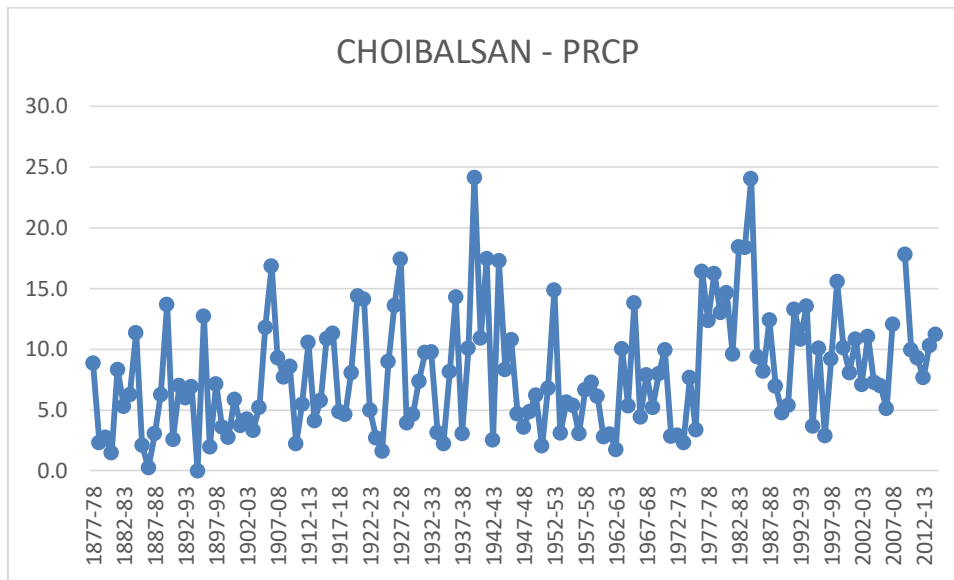
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 20.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Chiclayo.

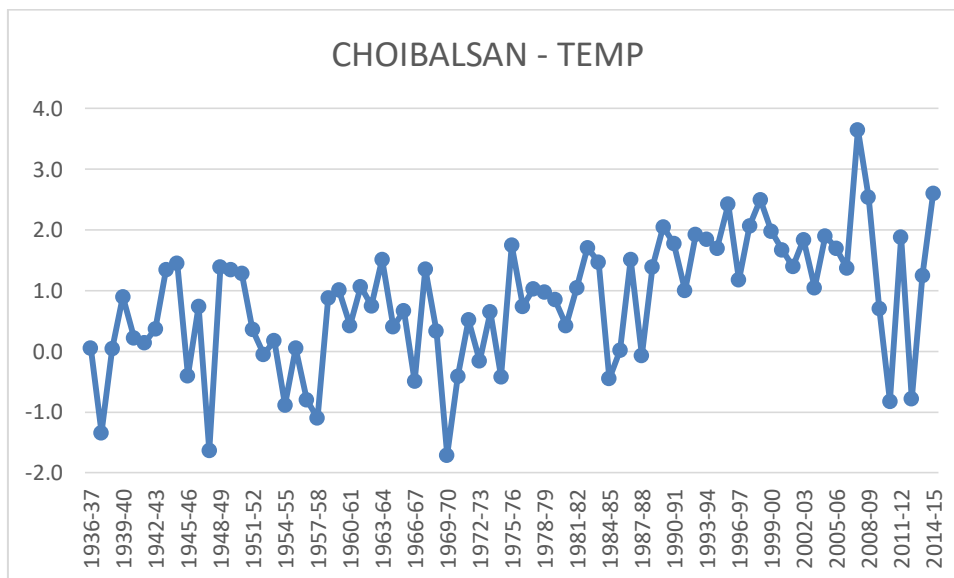
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 21. CHOIBALSAN (MONGOLIA)



Διάγραμμα 21.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Choibalsan.

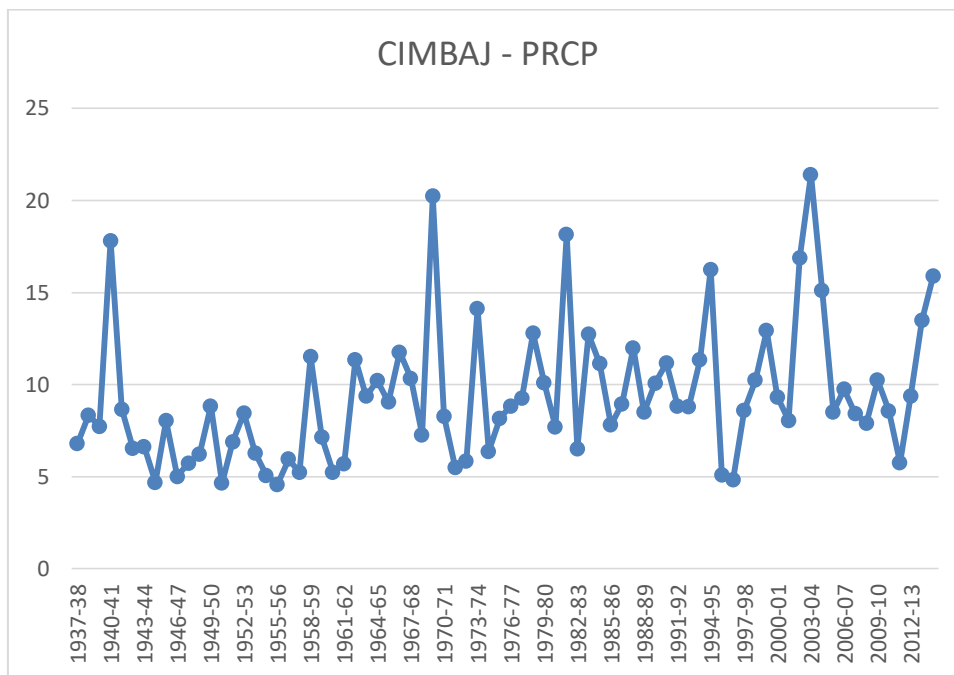
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 21.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Choibalsan.

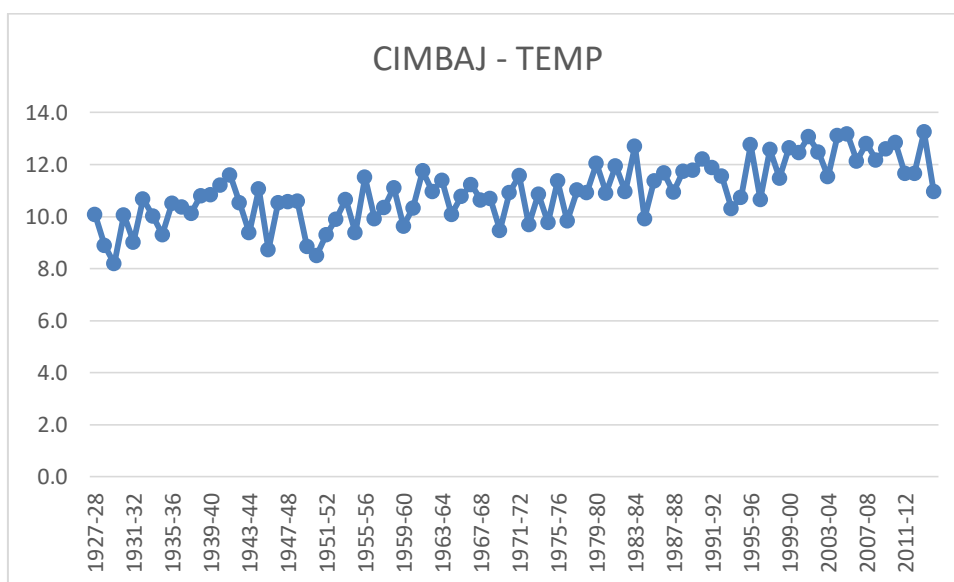
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 22. CIMBAJ (UZBEKISTAN)



Διάγραμμα 22.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Cimбай.

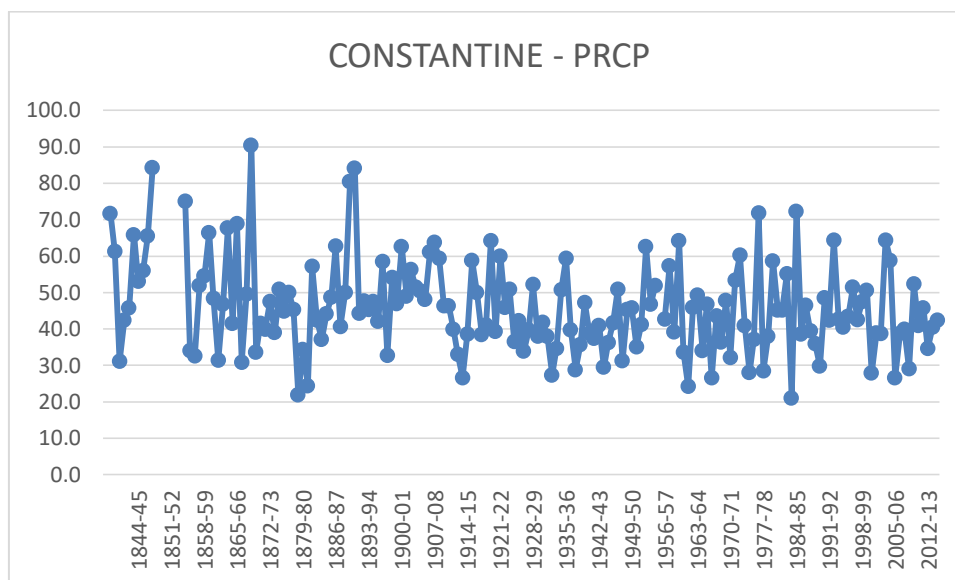
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 22.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Cimбай.

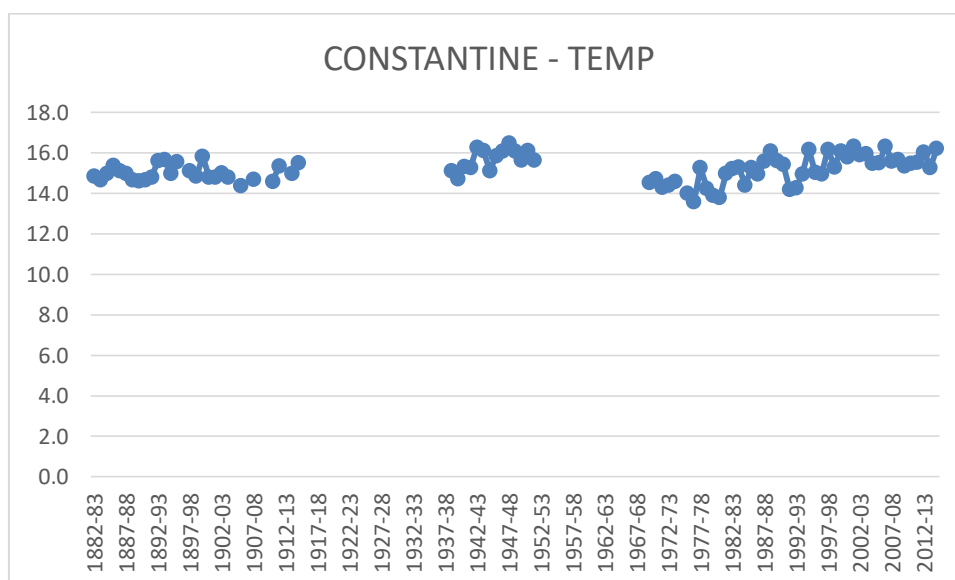
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 23. CONSTANTINE (ALGERIA)



Διάγραμμα 23.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Constantine.

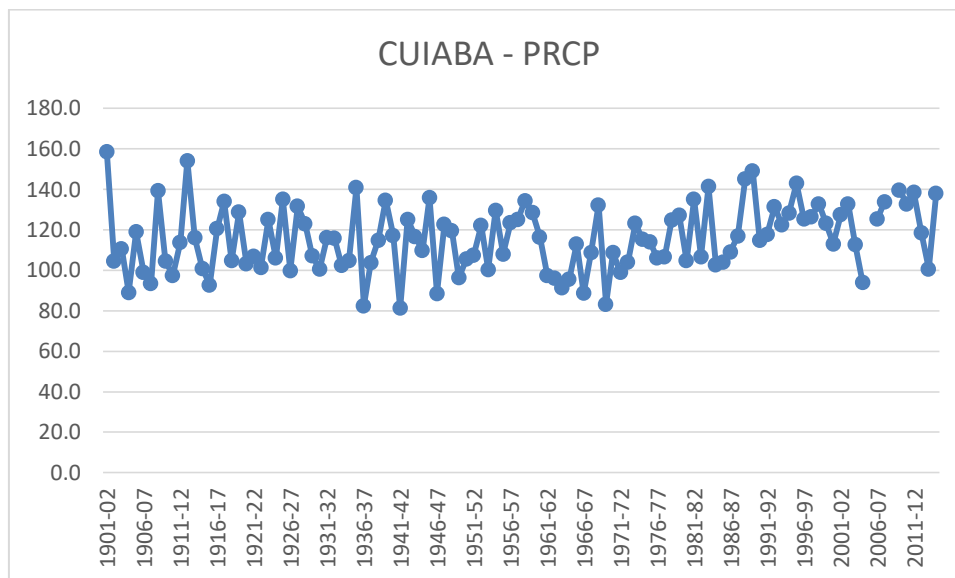
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 23.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Constantine.

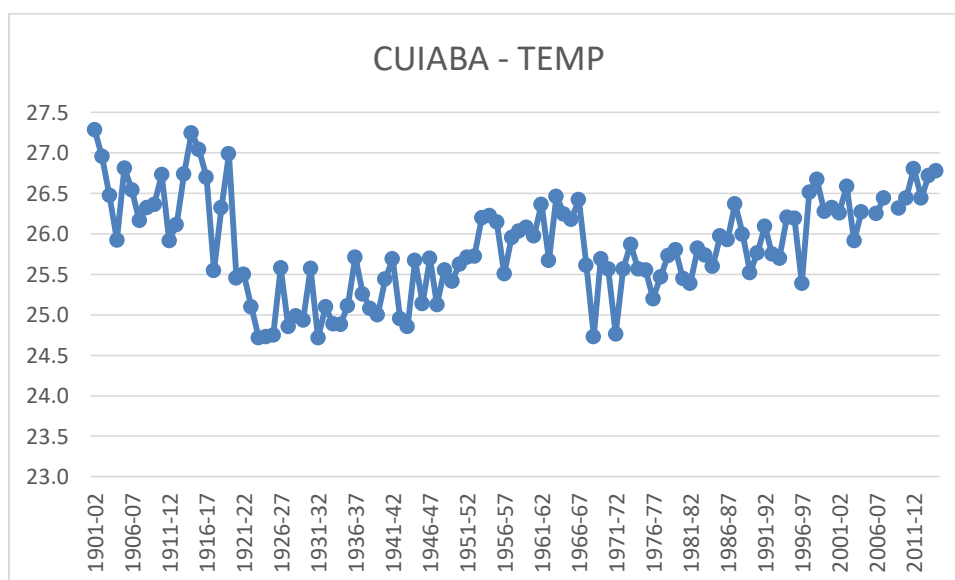
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 24. CUIABA (BRASIL)



Διάγραμμα 24.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Cuiaba.

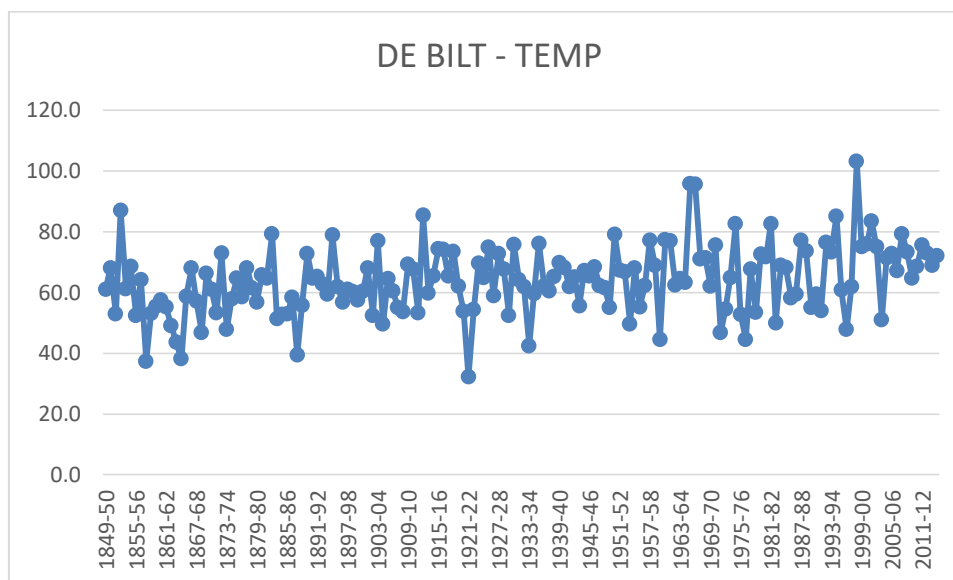
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 24.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Cuiaba.

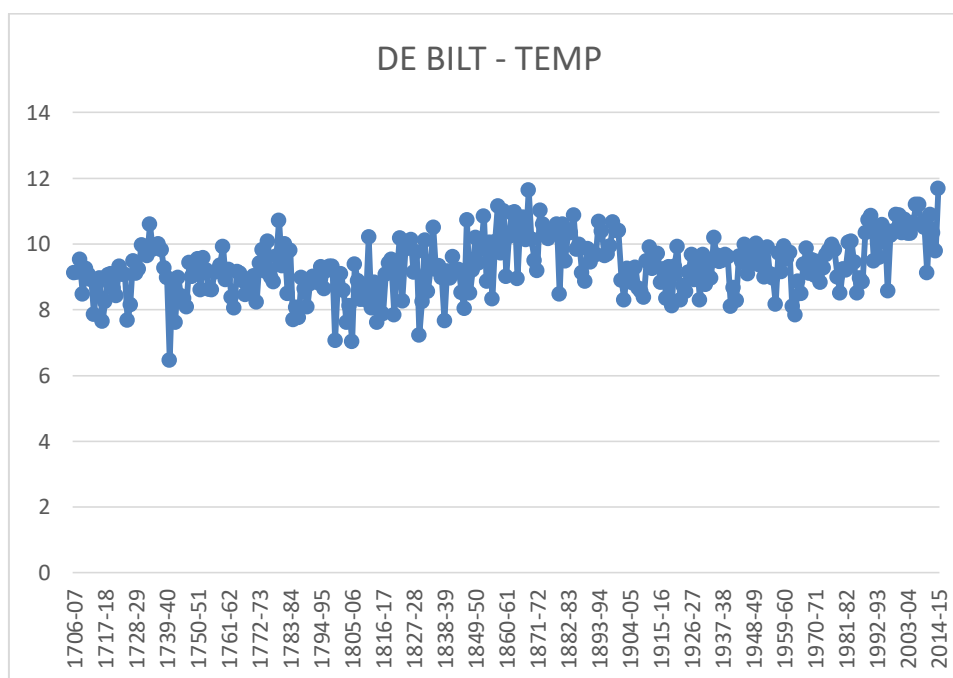
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 25. DE BILT (NETHERLANDS)



Διάγραμμα 25.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της De Bilt.

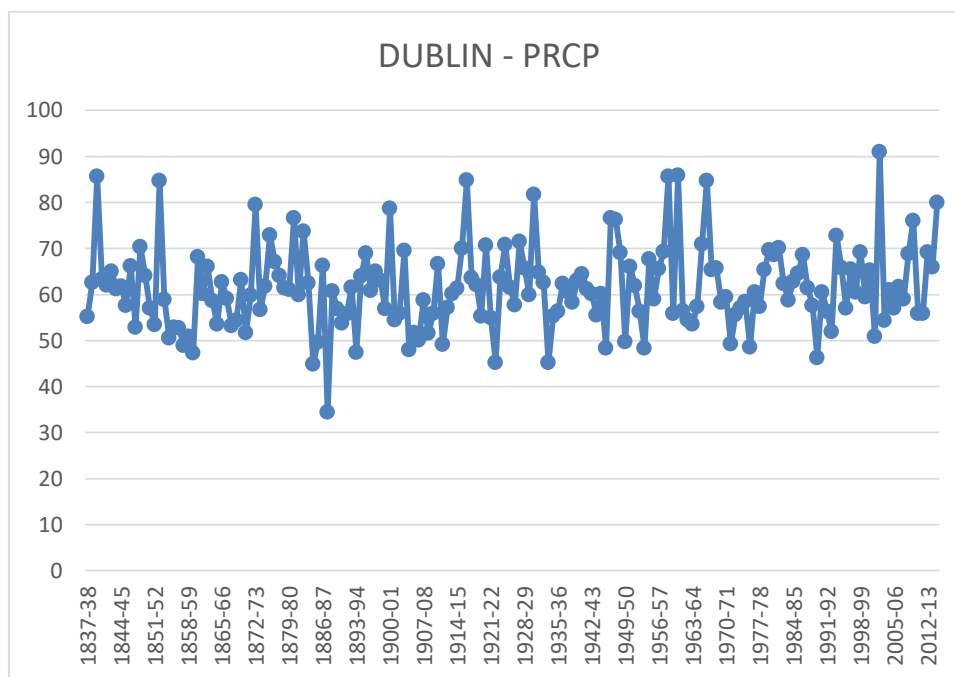
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 25.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της De Bilt.

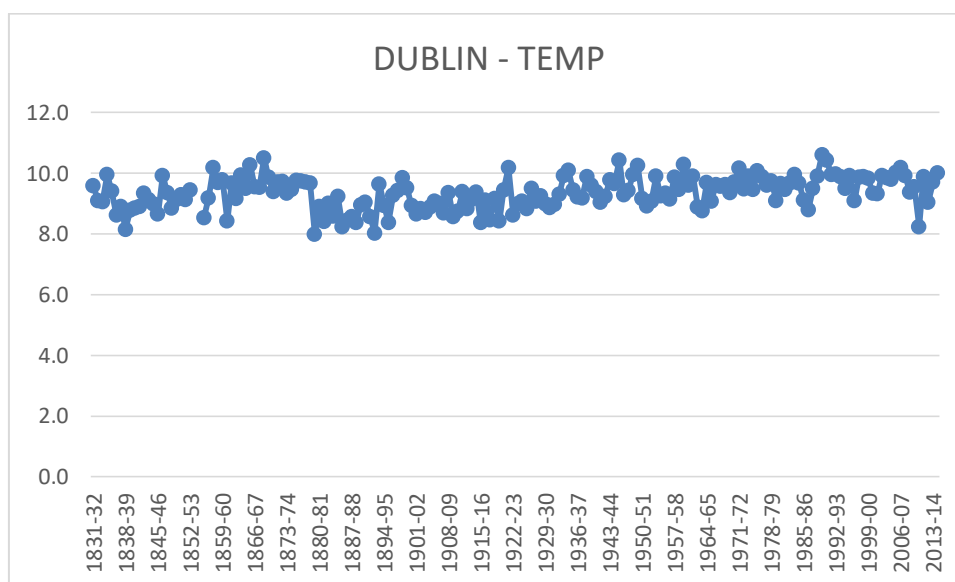
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 26. DUBLIN (IRELAND)



Διάγραμμα 26.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Dublin.

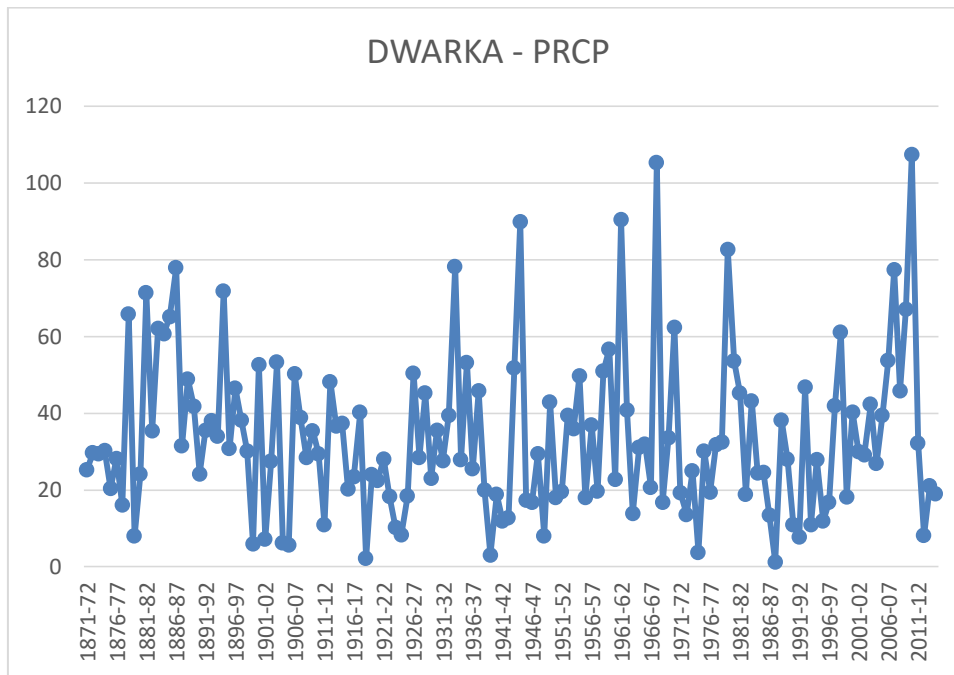
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 26.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Dublin.

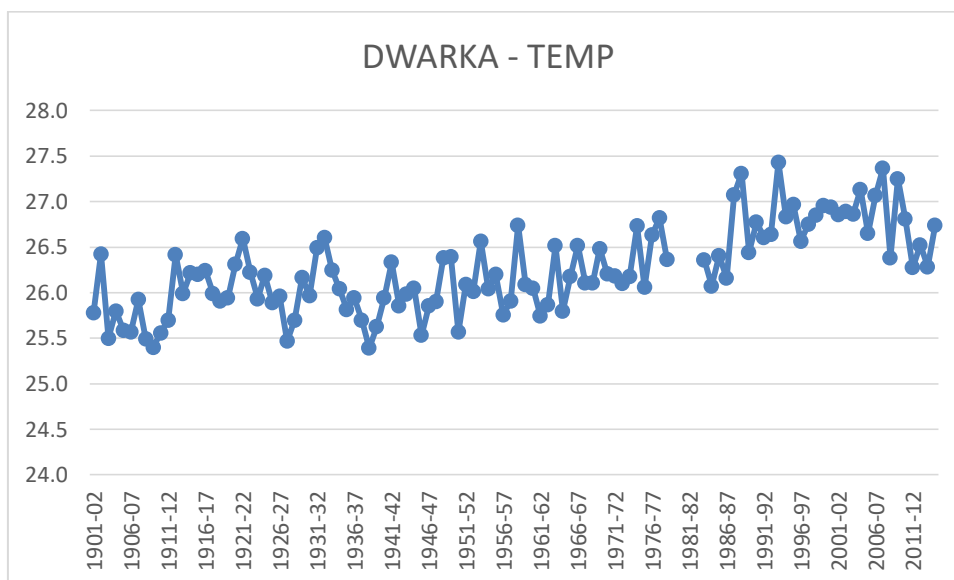
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 27. DWARKA (INDIA)



Διάγραμμα 27.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Dwarka.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

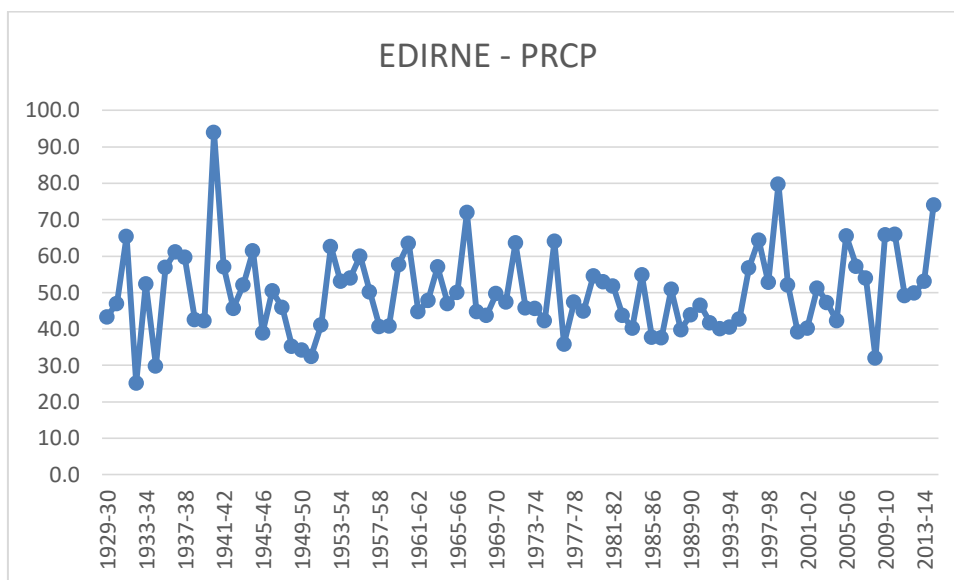


Διάγραμμα 27.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Dwarka.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

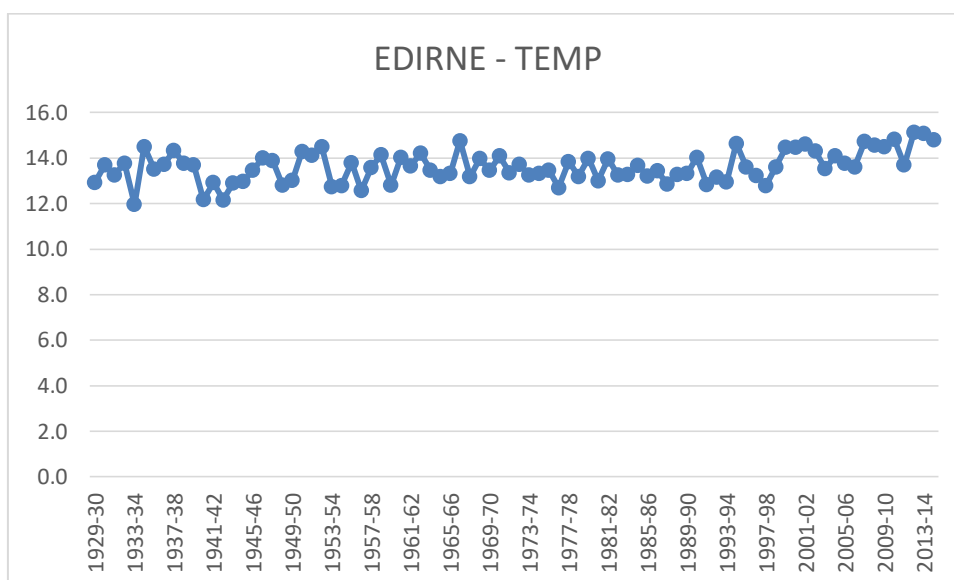


## 28. EDIRNE (TURKEY)



Διάγραμμα 28.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Edirne.

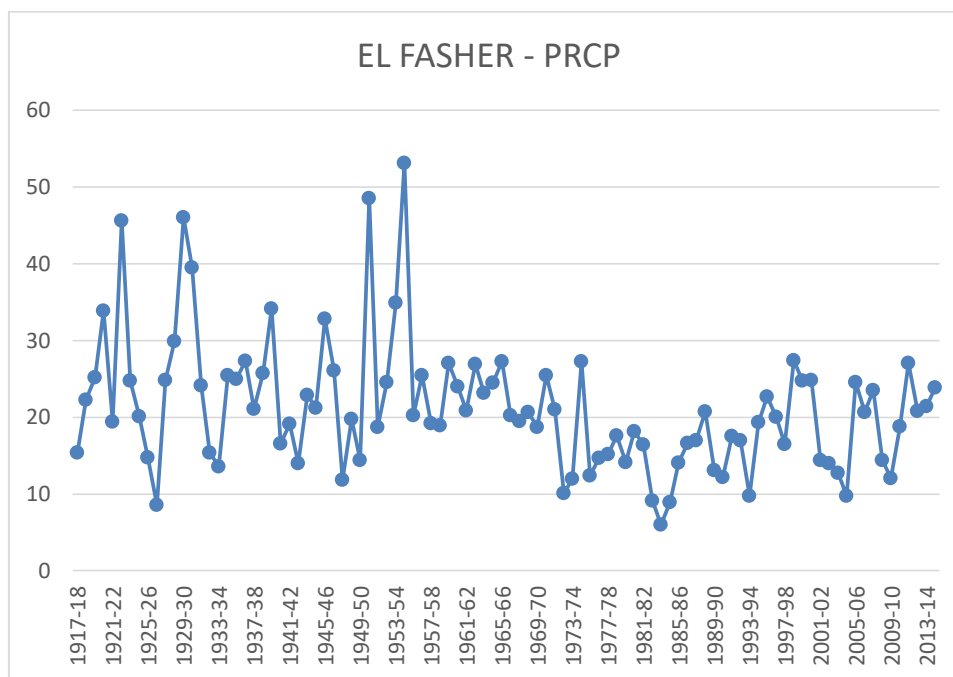
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 28.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Edirne.

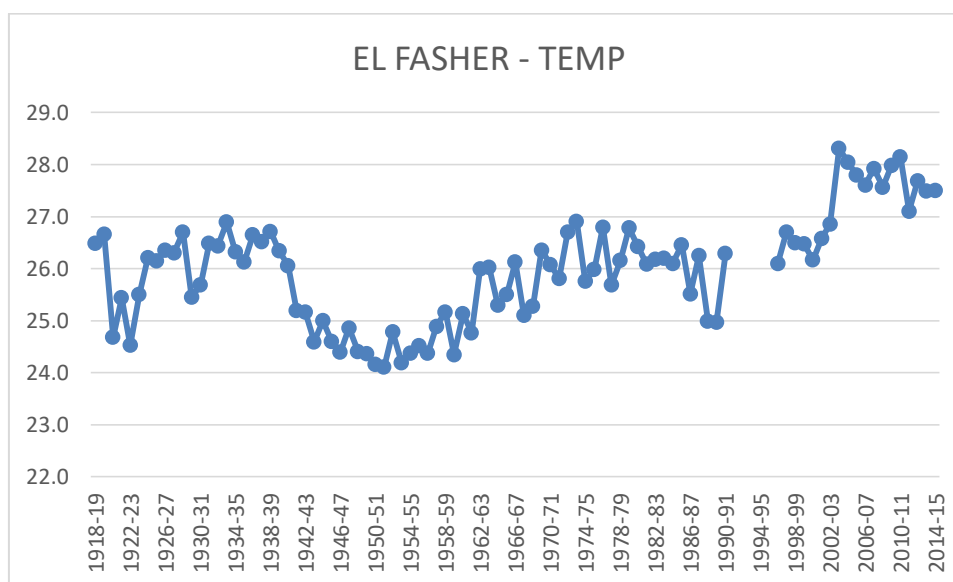
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 29. EL FASHER (SUDAN)



Διάγραμμα 29.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της El Fasher.

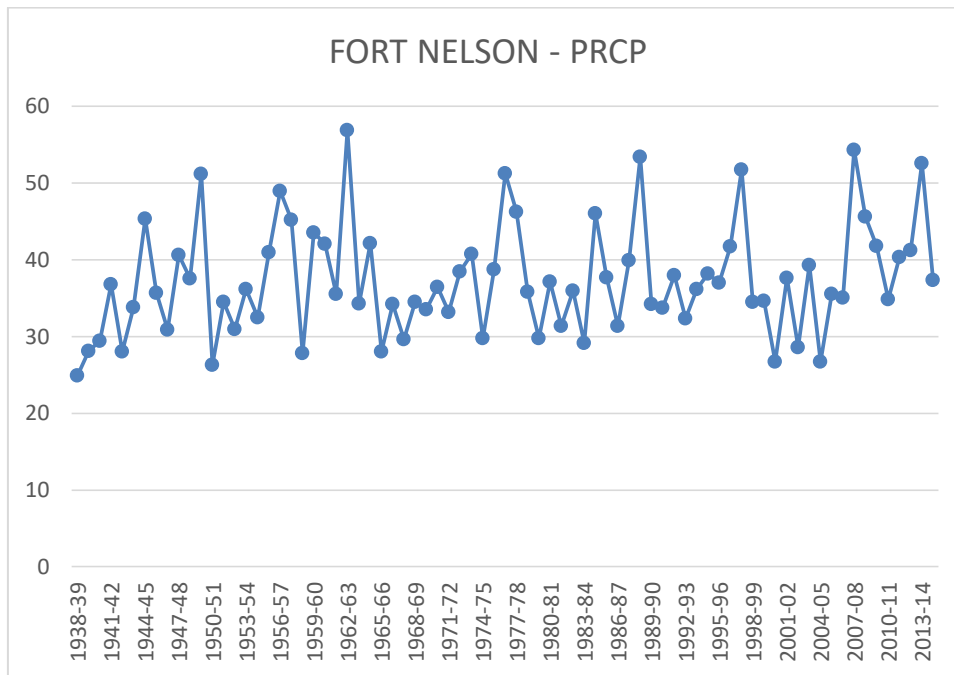
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 29.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της El Fasher.

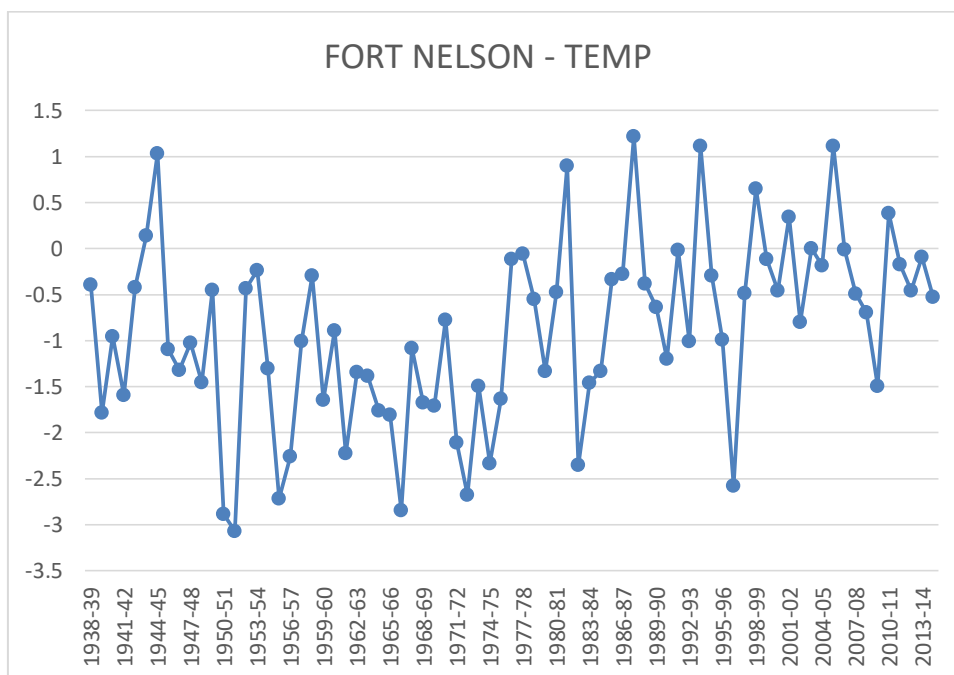
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 30. FORT NELSON (CANADA)



Διάγραμμα 30.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Fort Nelson.

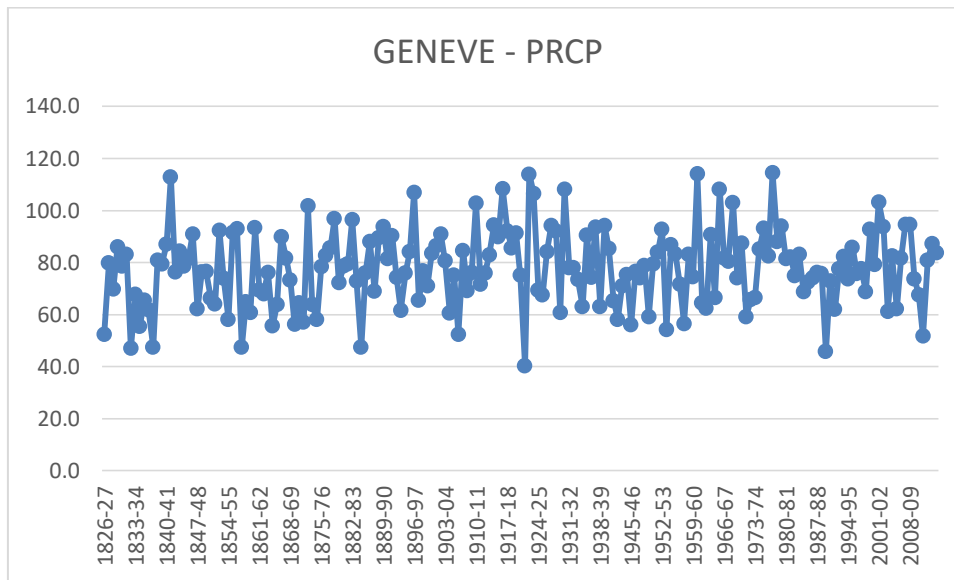
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 30.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Fort Nelson.

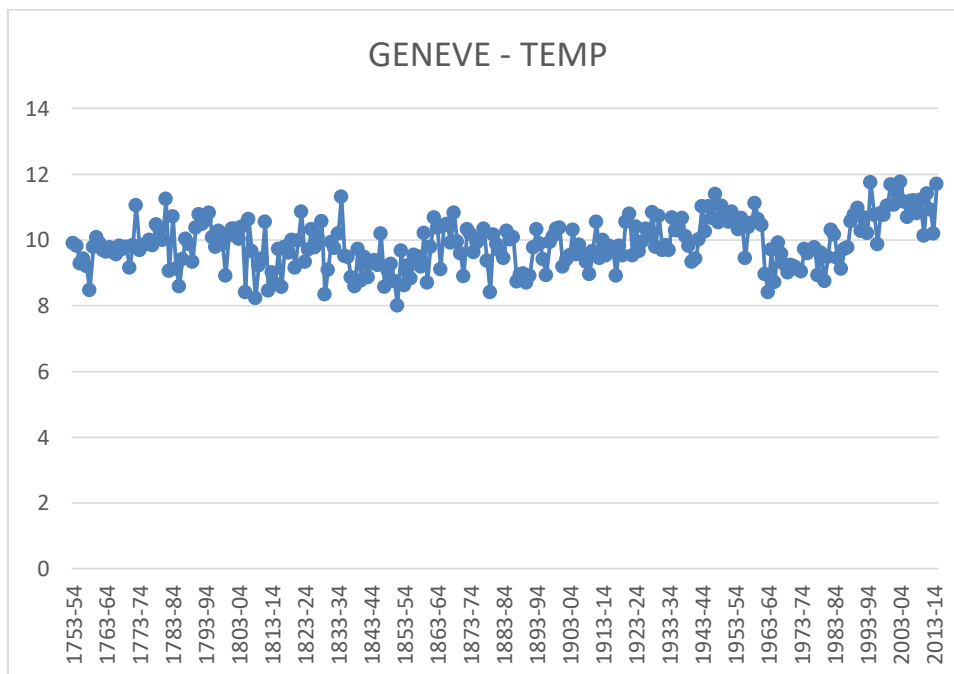
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 31. GENEVE (SWITZERLAND)



Διάγραμμα 31.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Geneve.

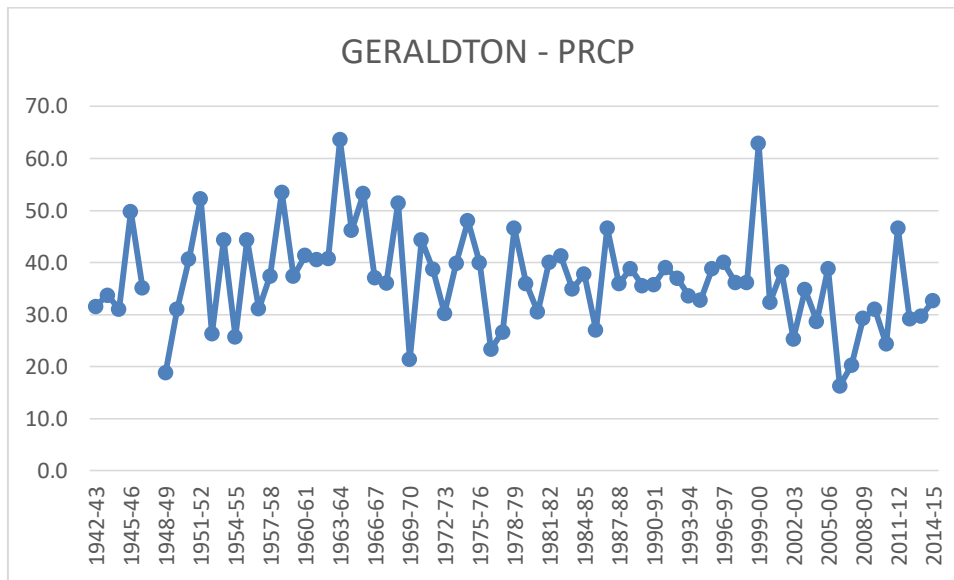
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 31.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Geneve.

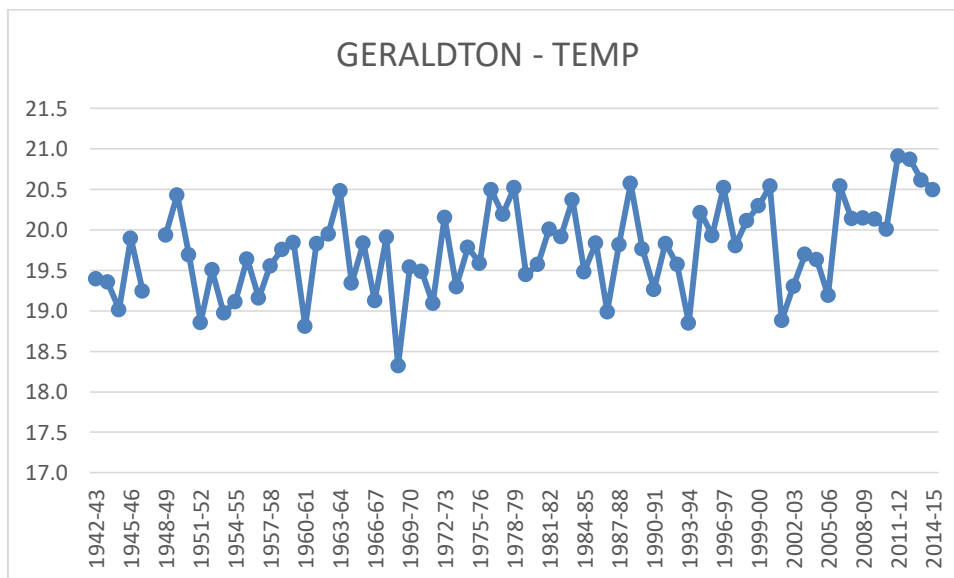
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 32. GERALDTON (AUSTRALIA)



Διάγραμμα 32.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Geraldton.

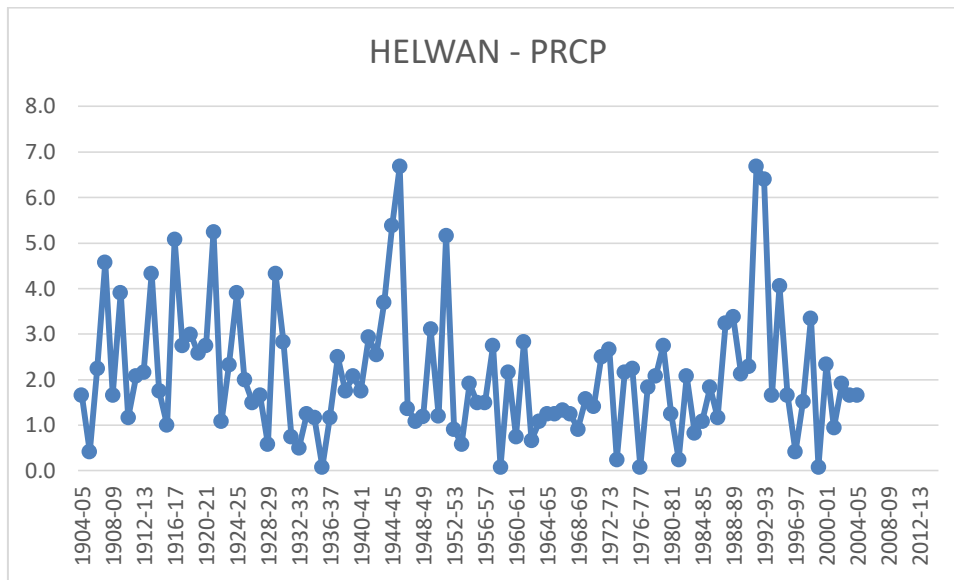
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 32.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Geraldton.

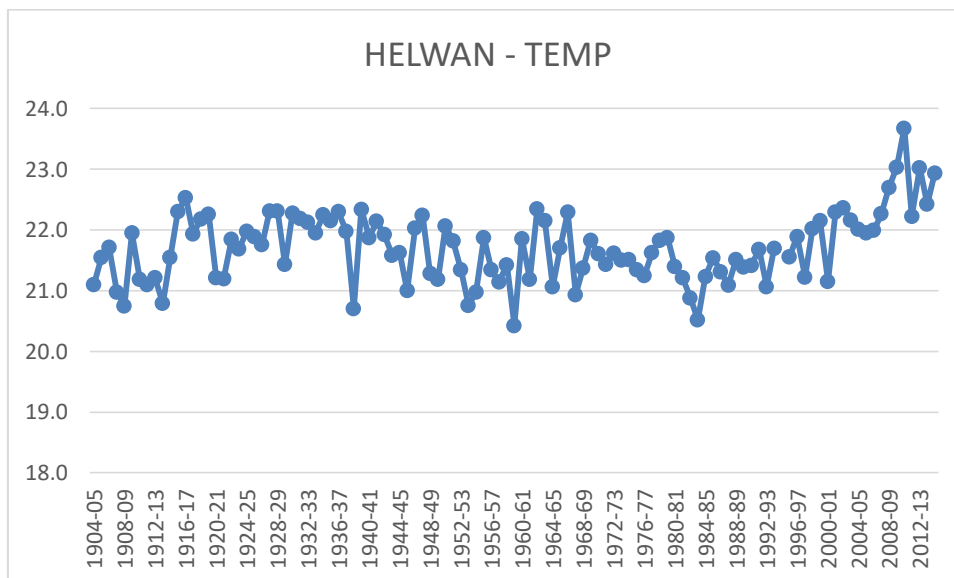
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 33. HELWAN (EGYPT)



Διάγραμμα 33.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Helwan.

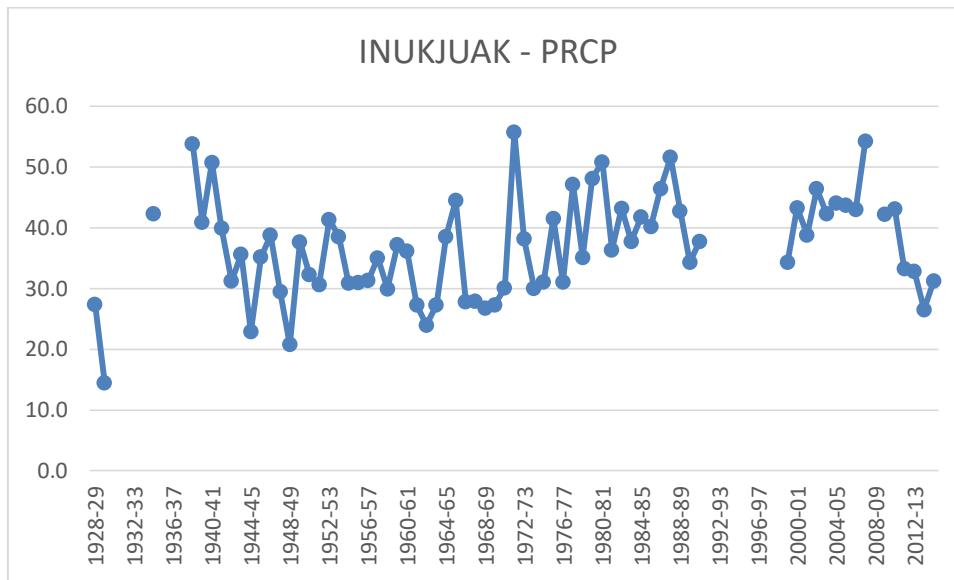
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 33.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Helwan.

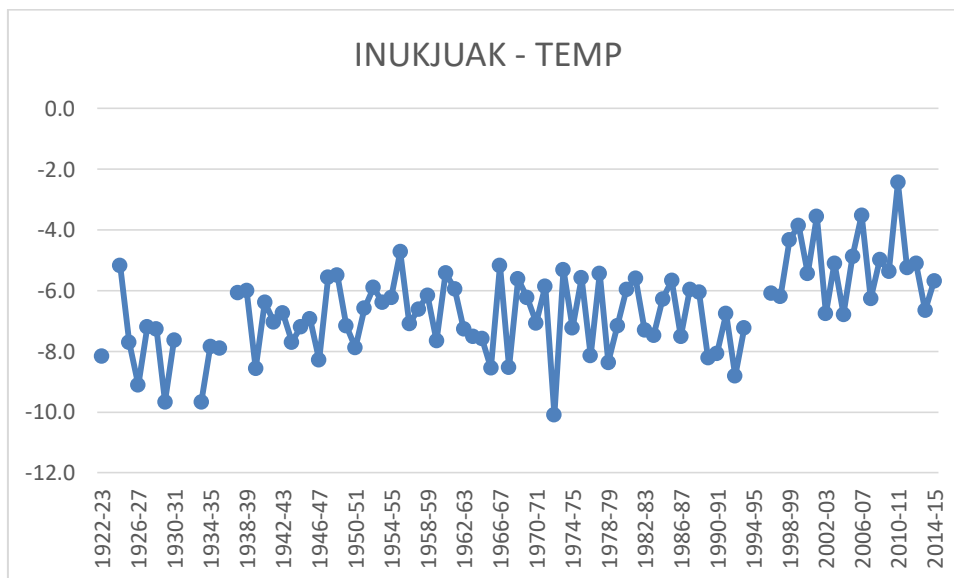
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 34. INUKJUAK (CANADA)



Διάγραμμα 34.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Inukjuak.

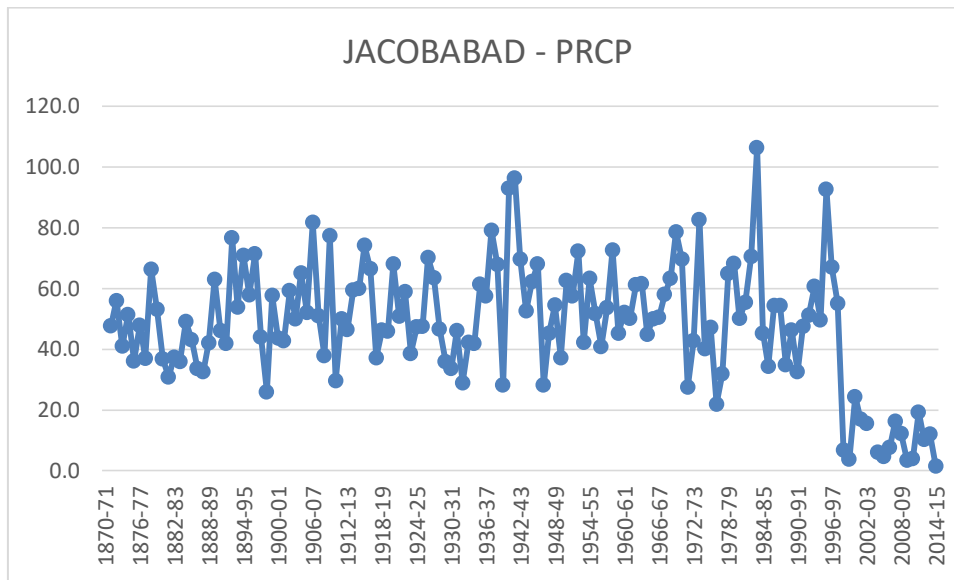
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 34.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Inukjuak.

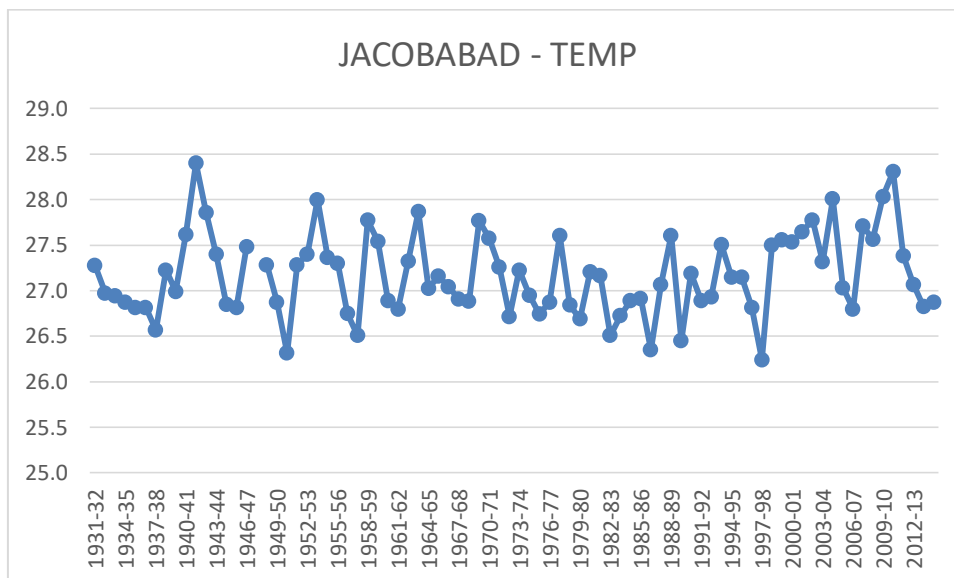
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 35. JACOBABAD (PAKISTAN)



Διάγραμμα 35.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Jacobabad.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

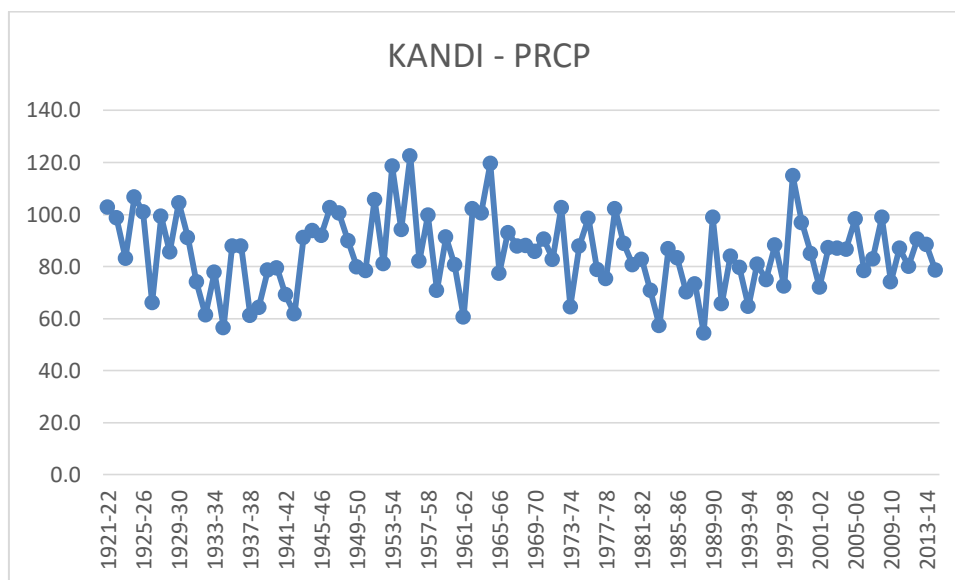


Διάγραμμα 35.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Jacobabad.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

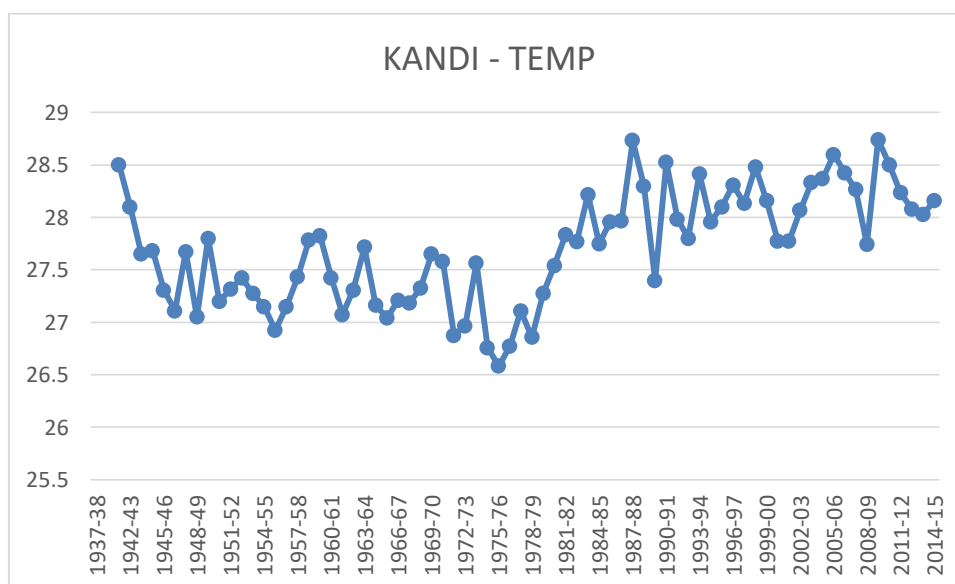


### 36. KANDI (BENIN)



Διάγραμμα 36.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Kandi.

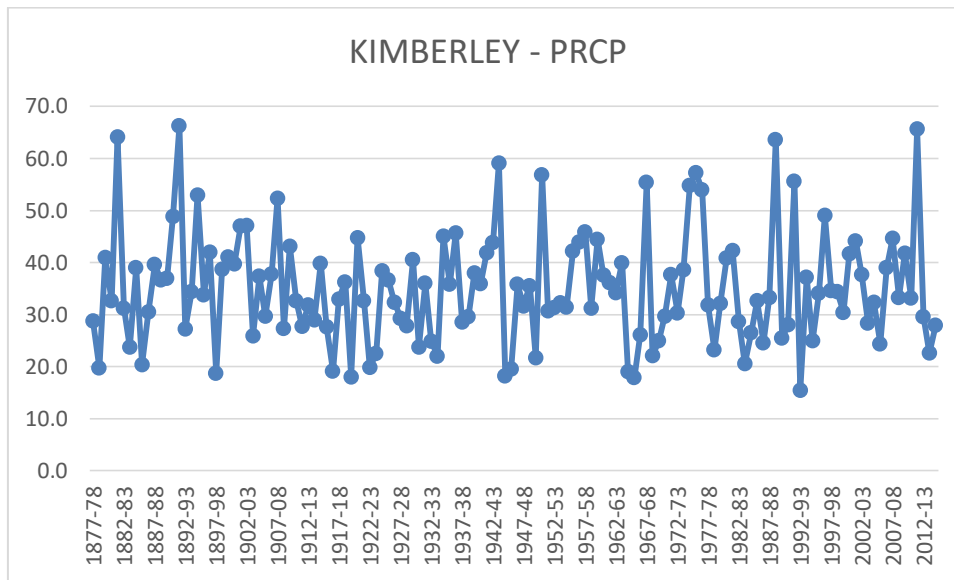
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 36.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Kandi.

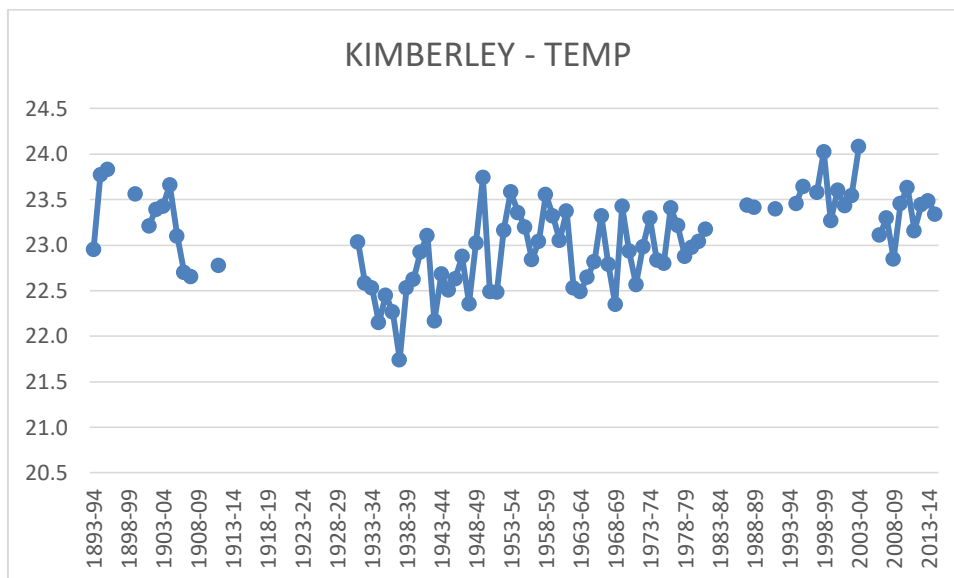
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 37. KIMBERLEY (SOUTH AFRICA)



Διάγραμμα 37.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Kimberley.

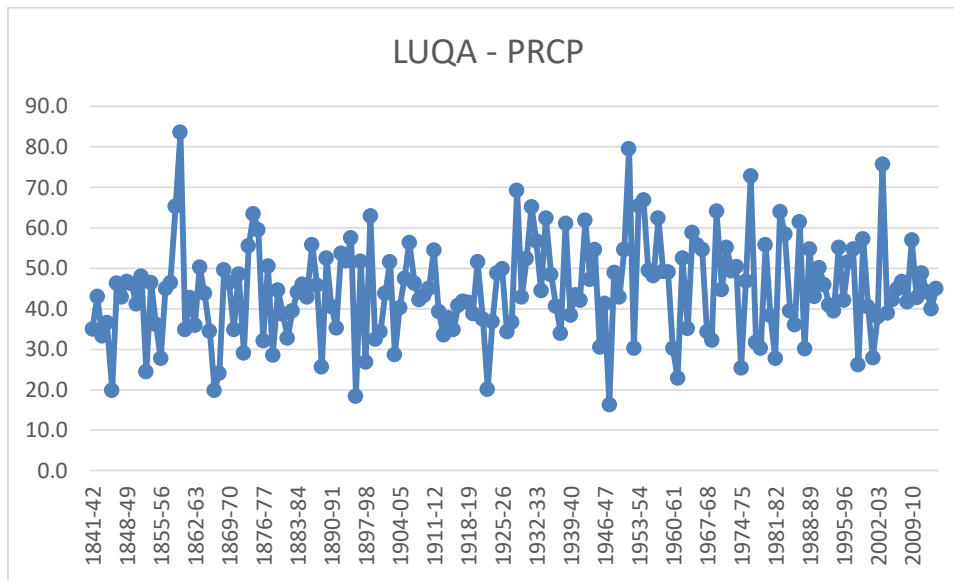
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 37.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Kimberley.

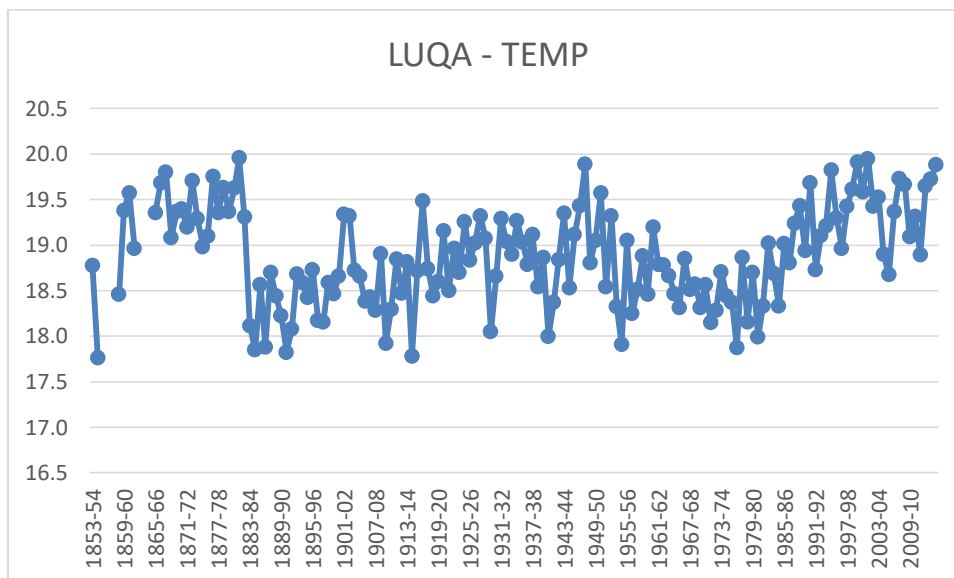
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 38. LUQA (MALTA)



Διάγραμμα 38.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Luqa.

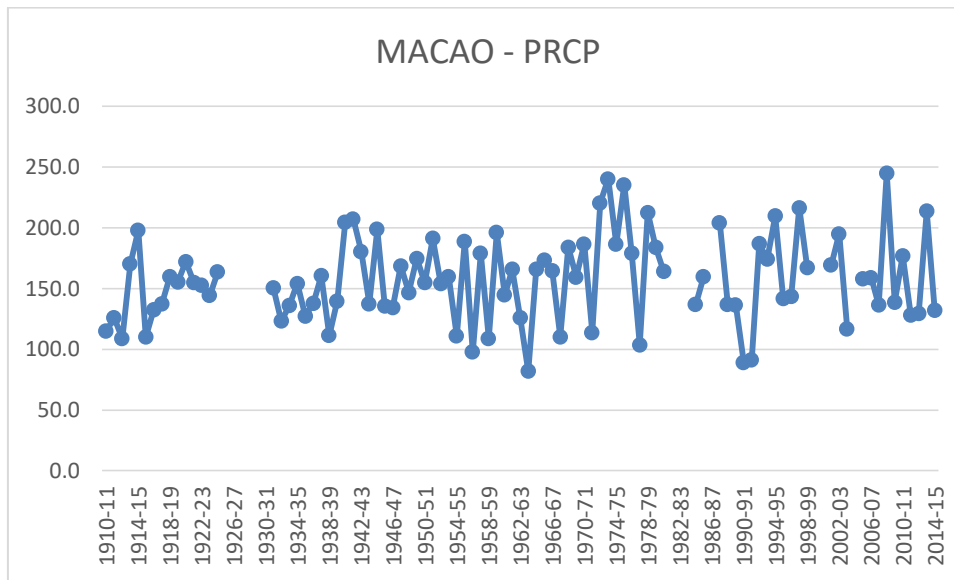
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 38.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Luqa.

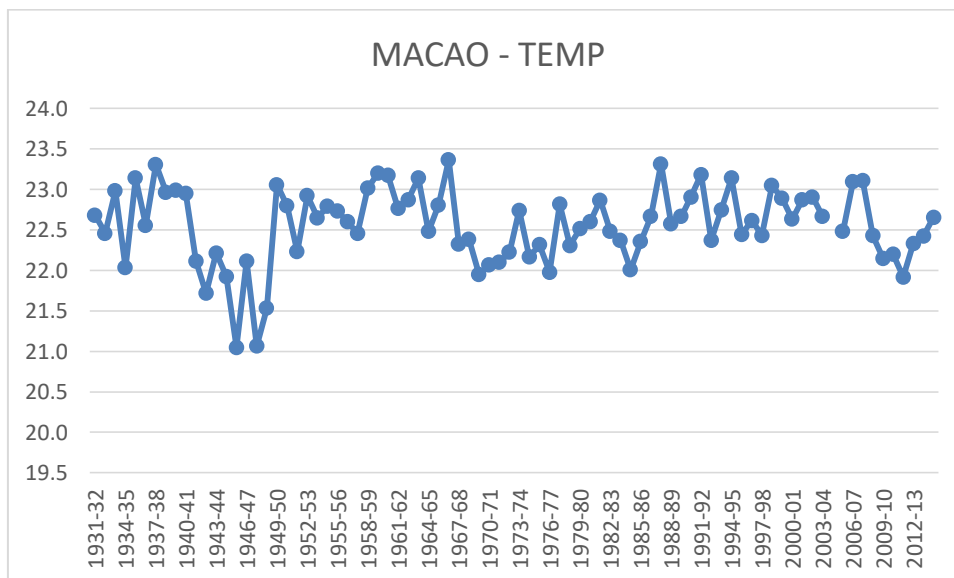
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 39. MACAO (PORTUGAL)



Διάγραμμα 39.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Macao.

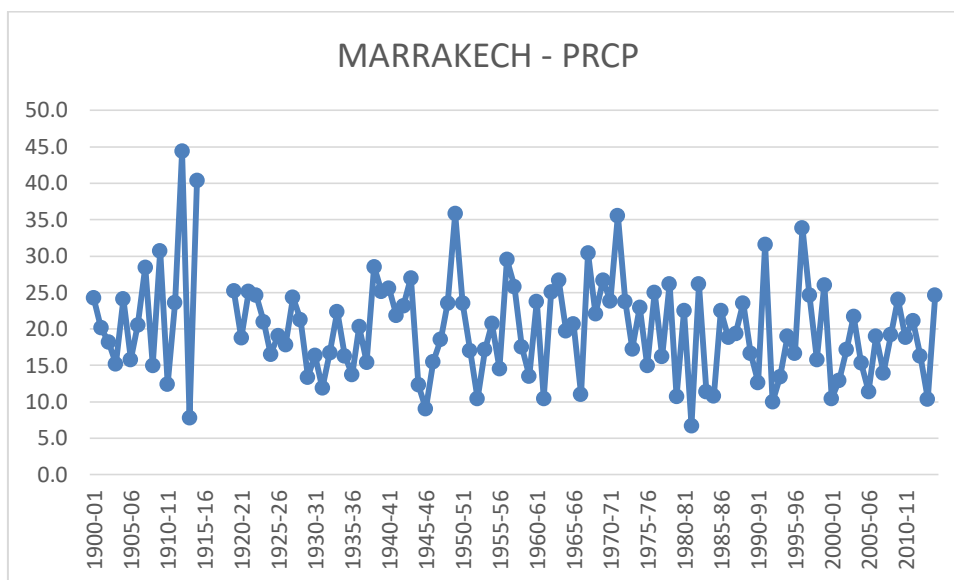
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 39.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Macao.

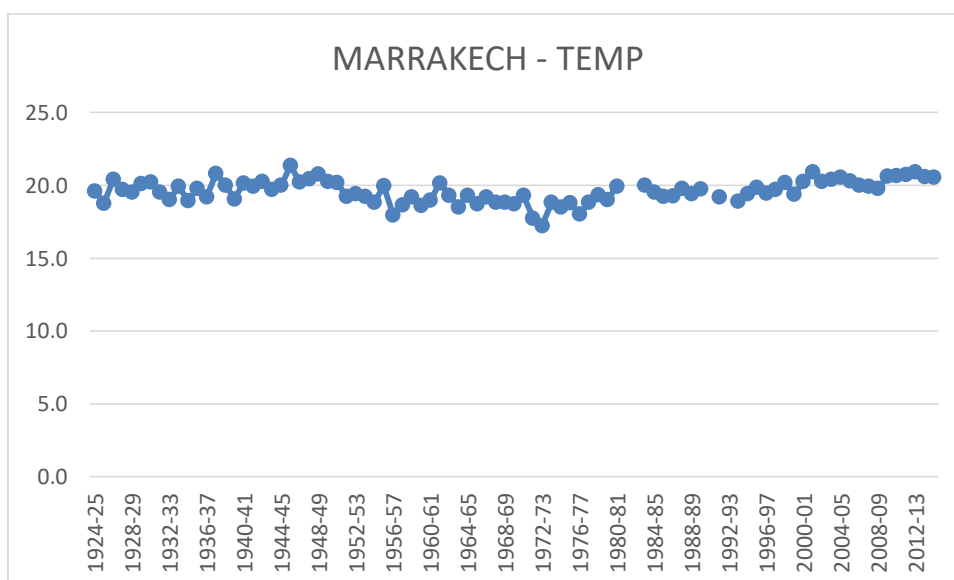
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 40. MARRAKECH (MOROCCO)



Διάγραμμα 40.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Marrakech.

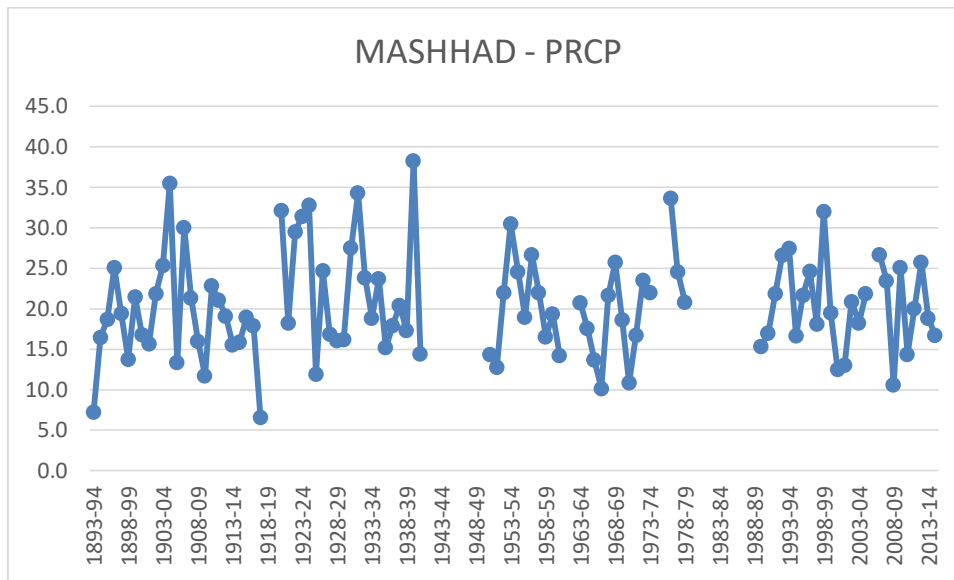
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 40.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Marrakech.

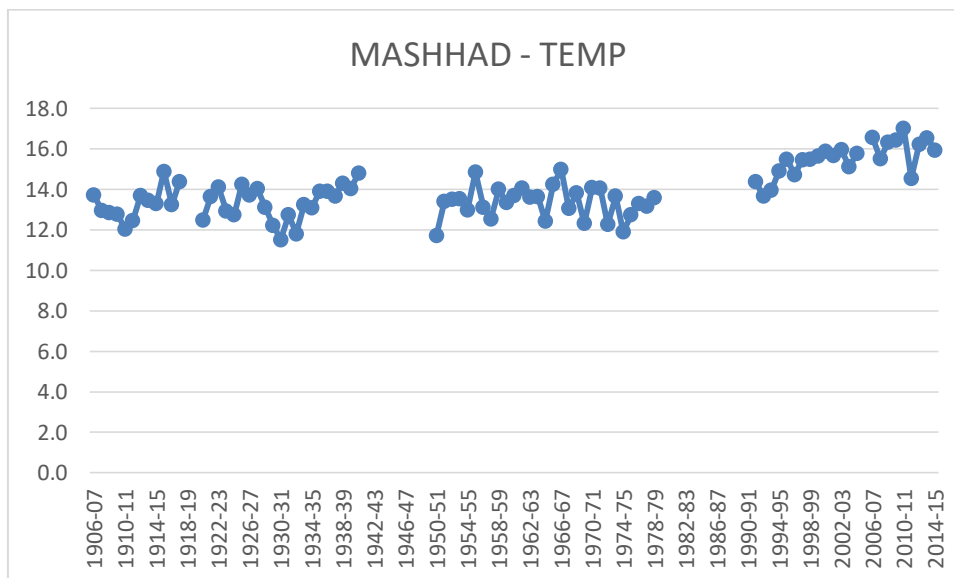
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 41. MASHHAD (IRAN)



Διάγραμμα 41.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Mashhad.

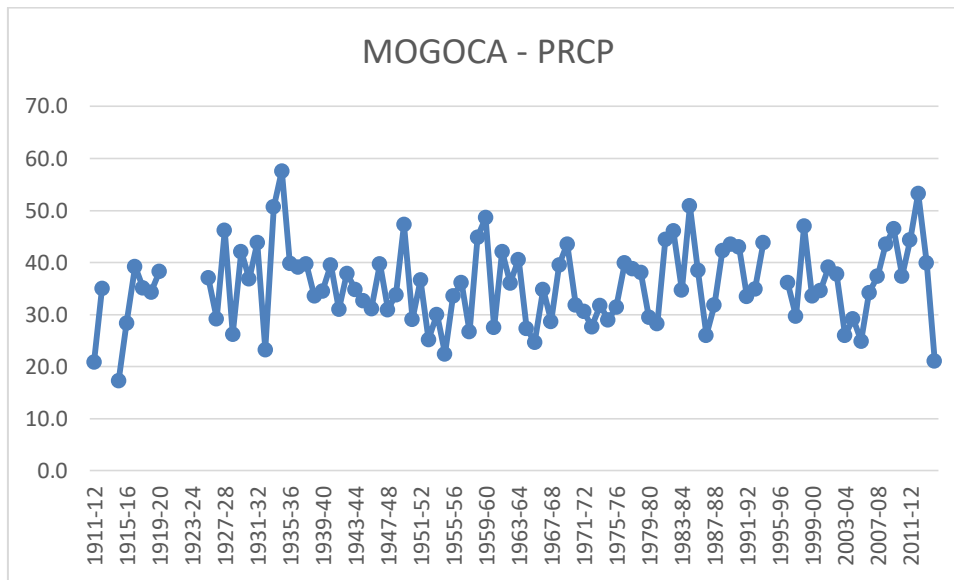
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 41.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Mashhad.

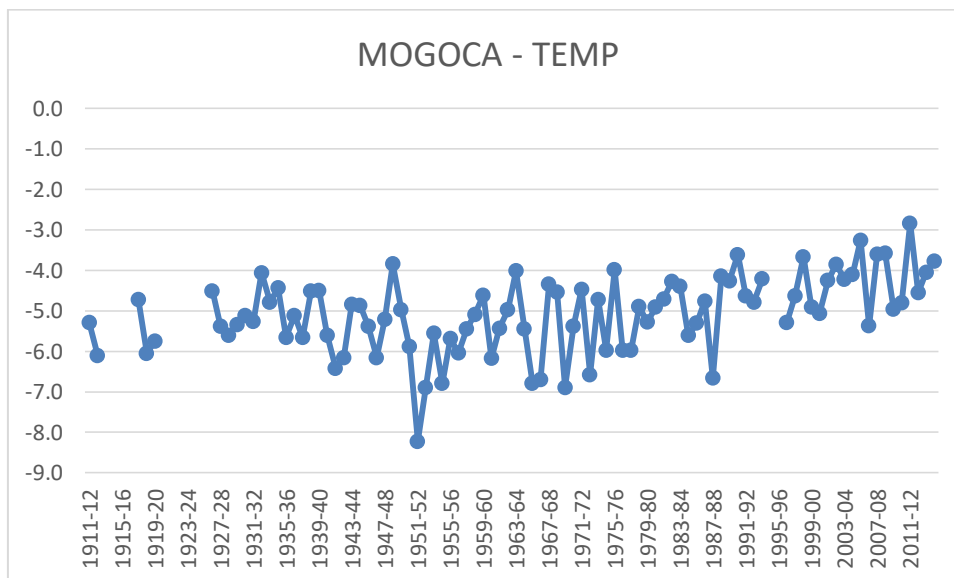
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 42. MOGOCA (RUSSIAN FEDERATION - ASIAN SECTOR)



Διάγραμμα 42.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Μογοσα.

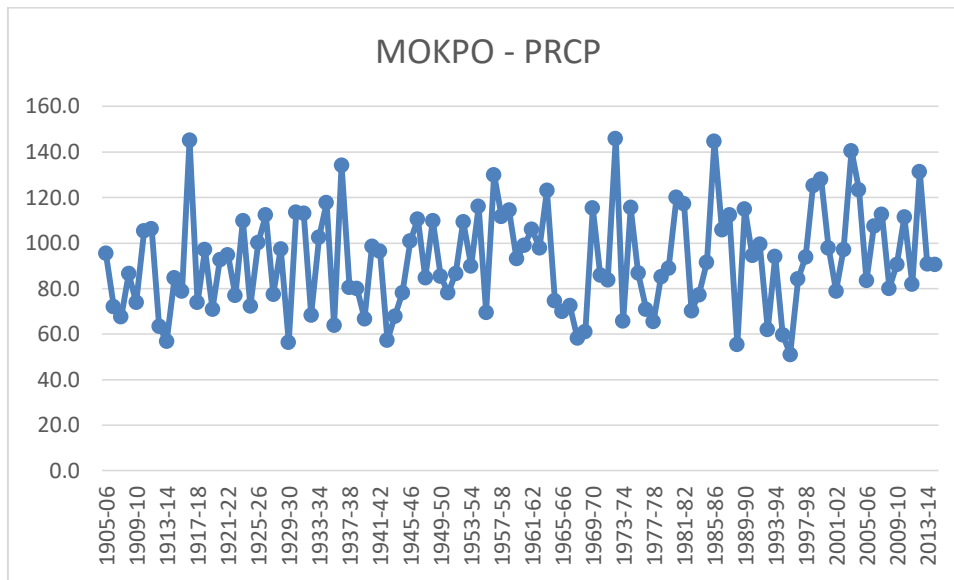
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 42.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Μογοσα.

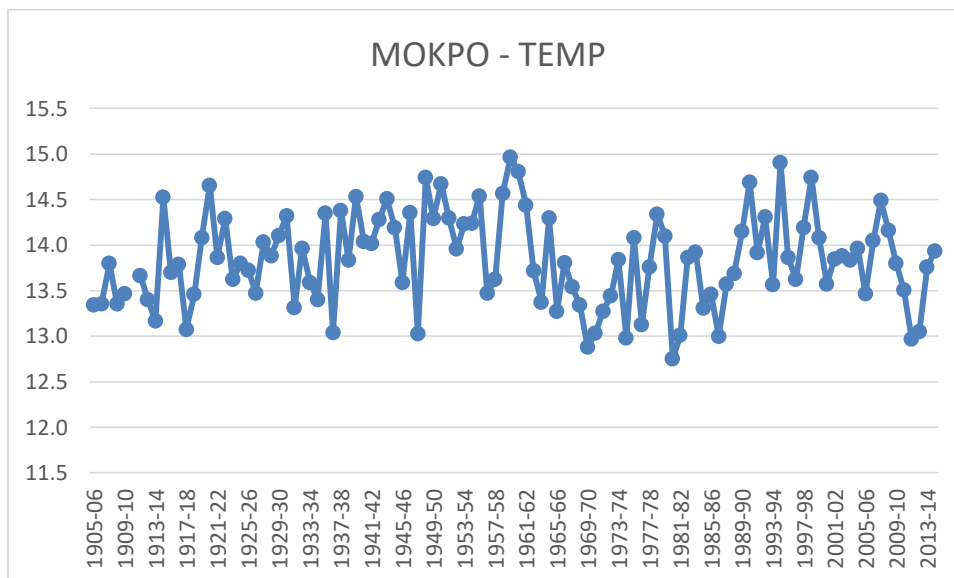
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 43. ΜΟΚΡΟ (REPUBLIC OF SOUTH KOREA)



Διάγραμμα 43.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Μοκρο.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

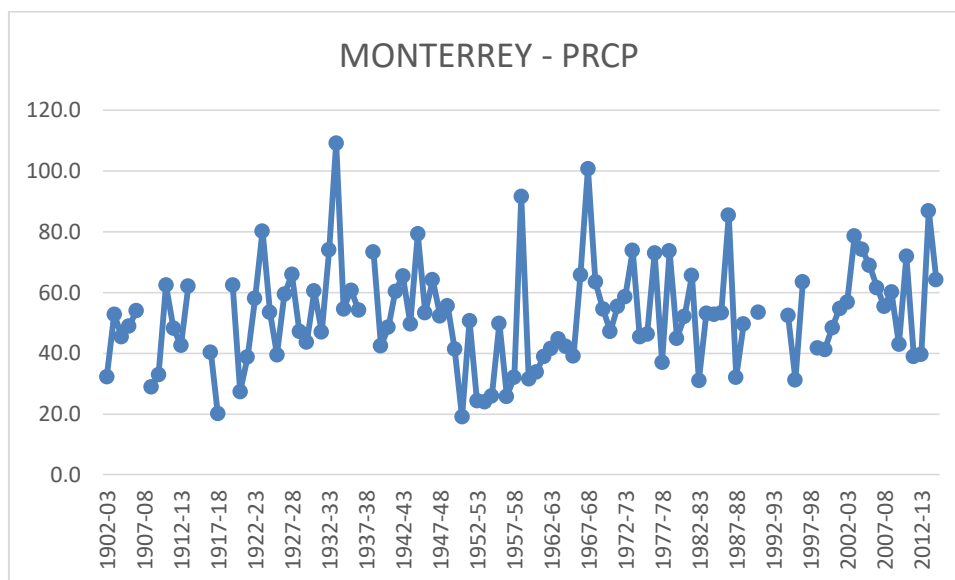


Διάγραμμα 43.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Μοκρο.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

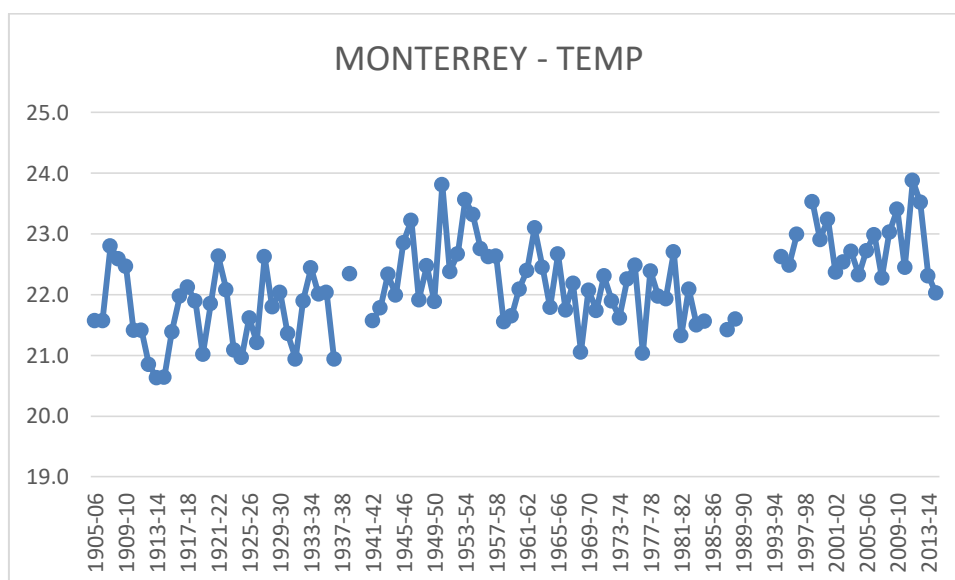


#### 44. MONTERREY (MEXICO)



Διάγραμμα 44.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Monterrey.

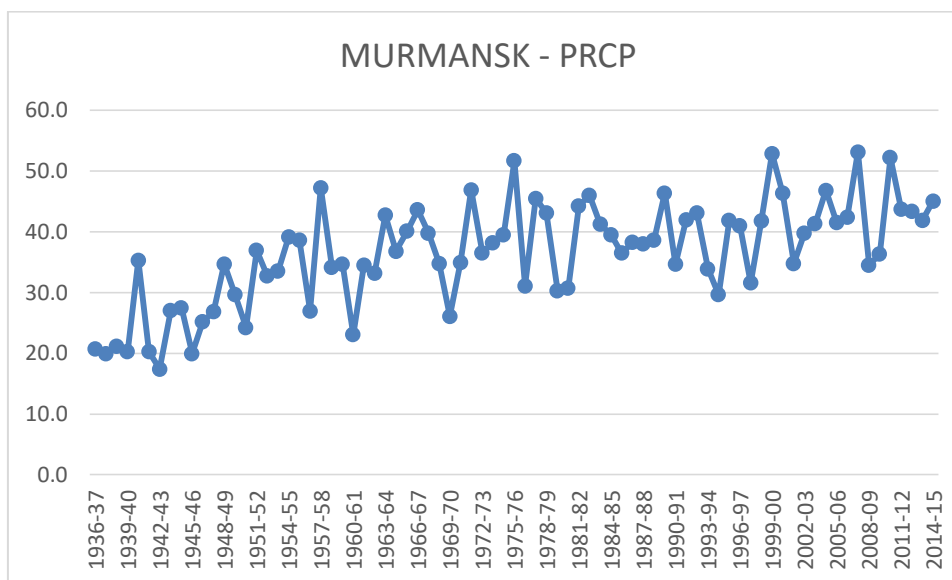
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 44.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Monterrey.

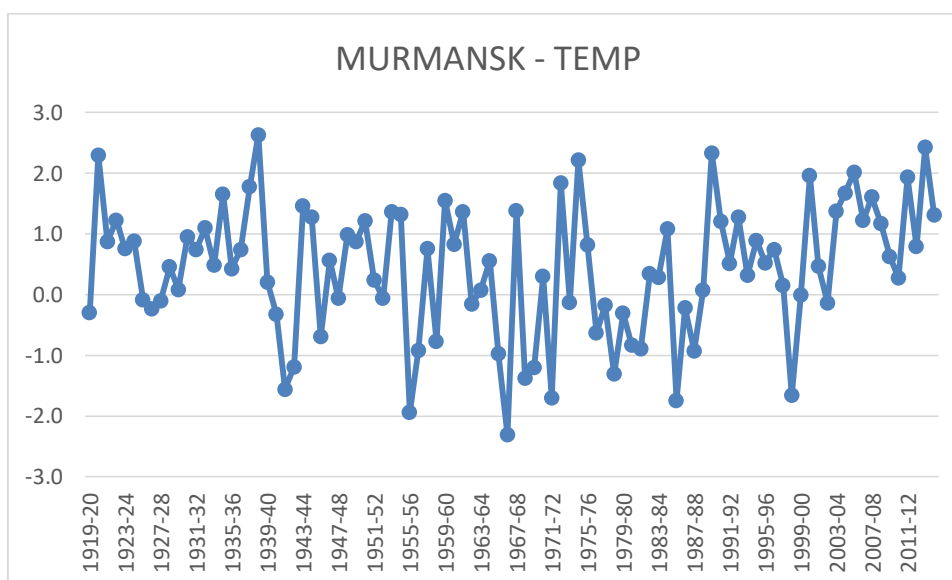
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 45. MURMANSK (RUSSIAN FEDERATION)



Διάγραμμα 45.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Murmansk.

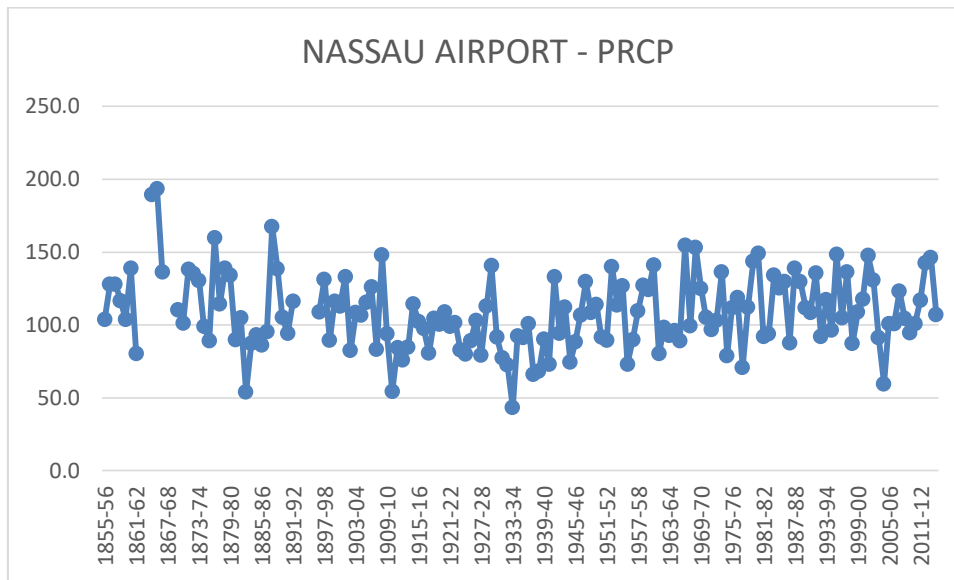
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 45.2: Χρονική διακύμανση μέσωσ θερμοκρασιών της Murmansk.

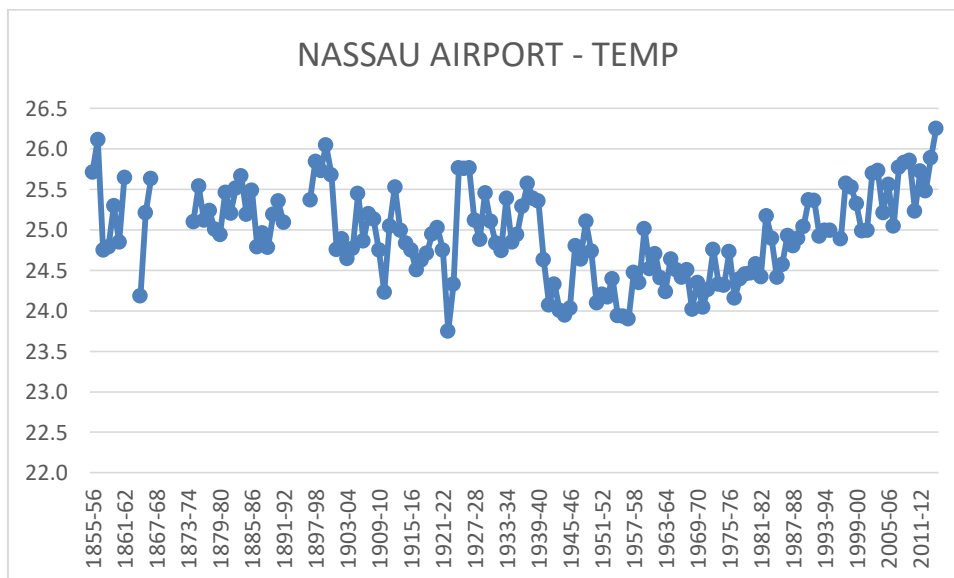
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 46. NASSAU AIRPORT (THE BAHAMAS)



Διάγραμμα 46.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Nassau Airport.

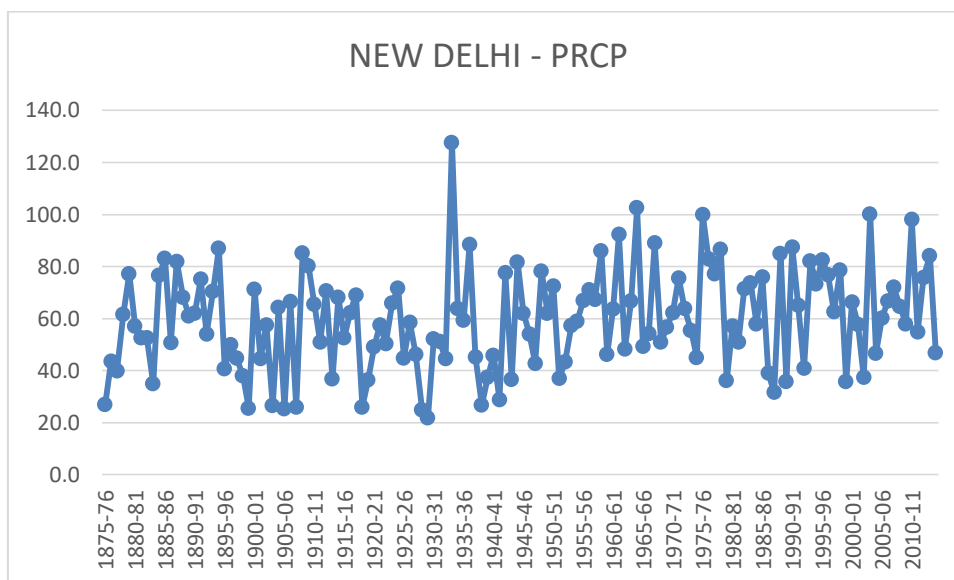
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 46.2: Χρονική διακύμανση μέσωσ θερμοκρασιών της Nassau Airport.

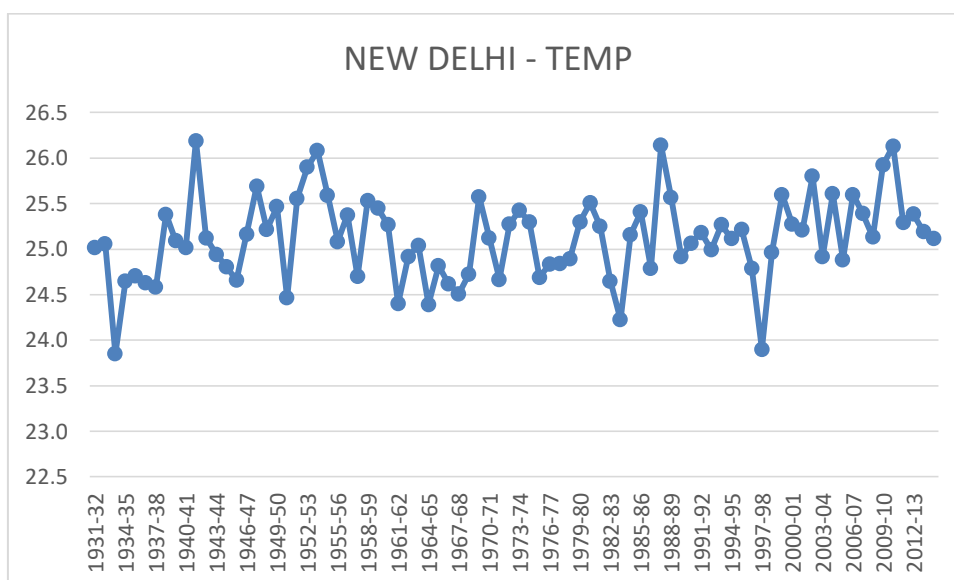
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 47. NEW DELHI (INDIA)



Διάγραμμα 47.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της New Delhi.

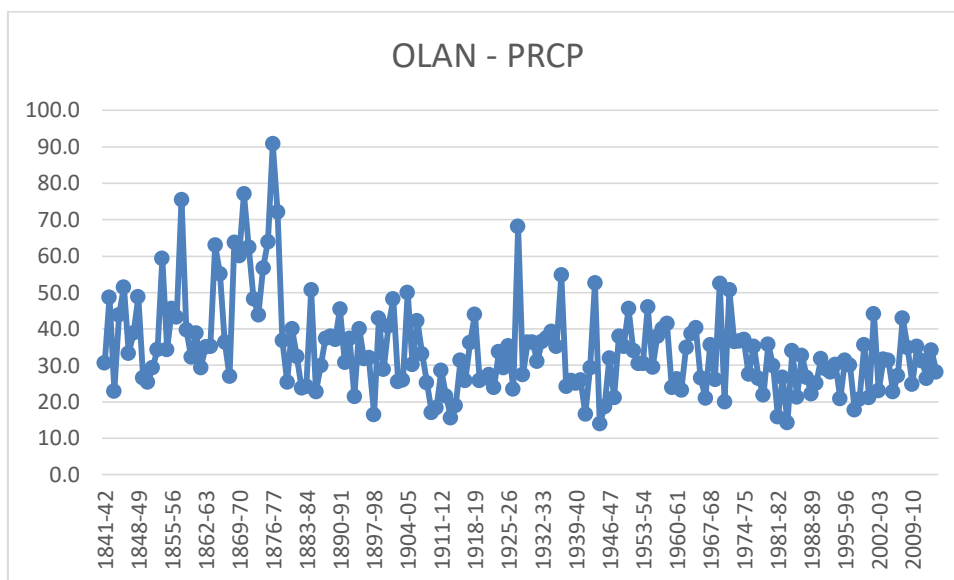
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 47.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της New Delhi.

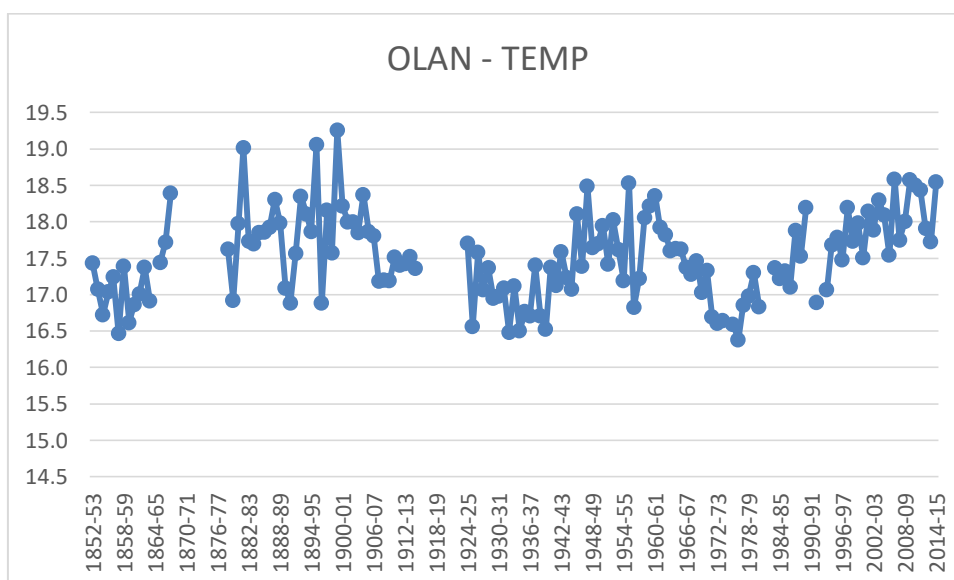
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 48. OLAN (ALGERIA)



Διάγραμμα 48.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Olan.

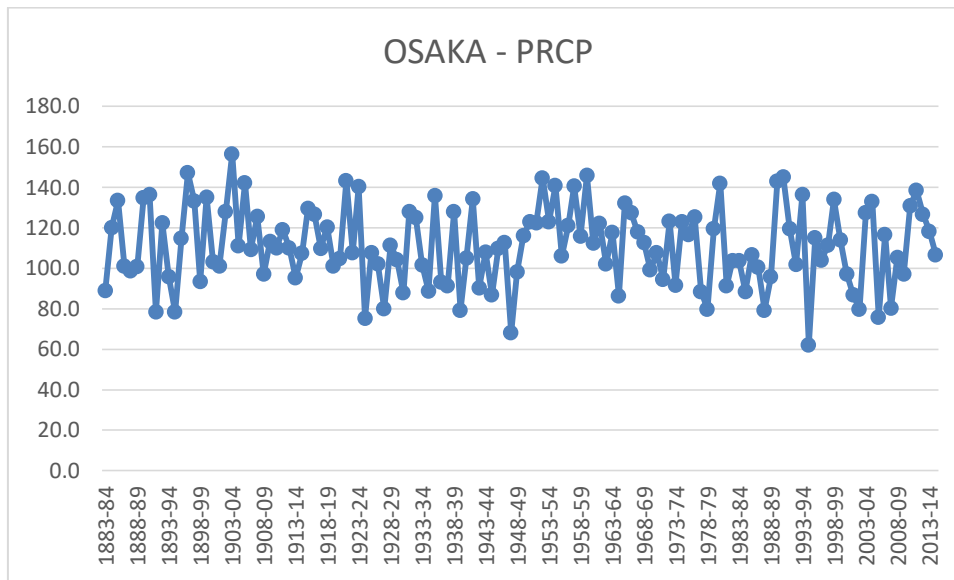
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 48.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Olan.

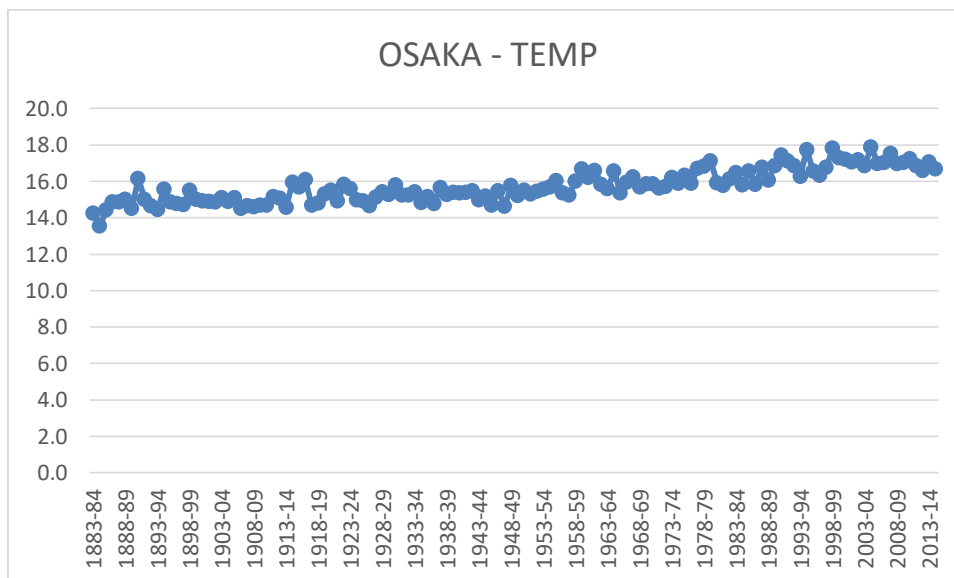
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 49. OSAKA (JAPAN)



Διάγραμμα 49.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Osaka.

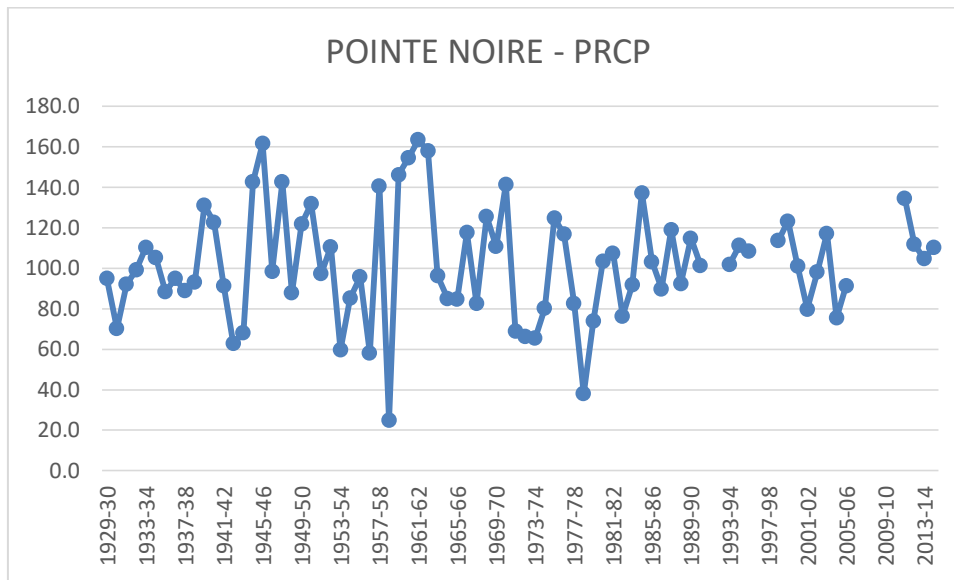
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 49.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Osaka.

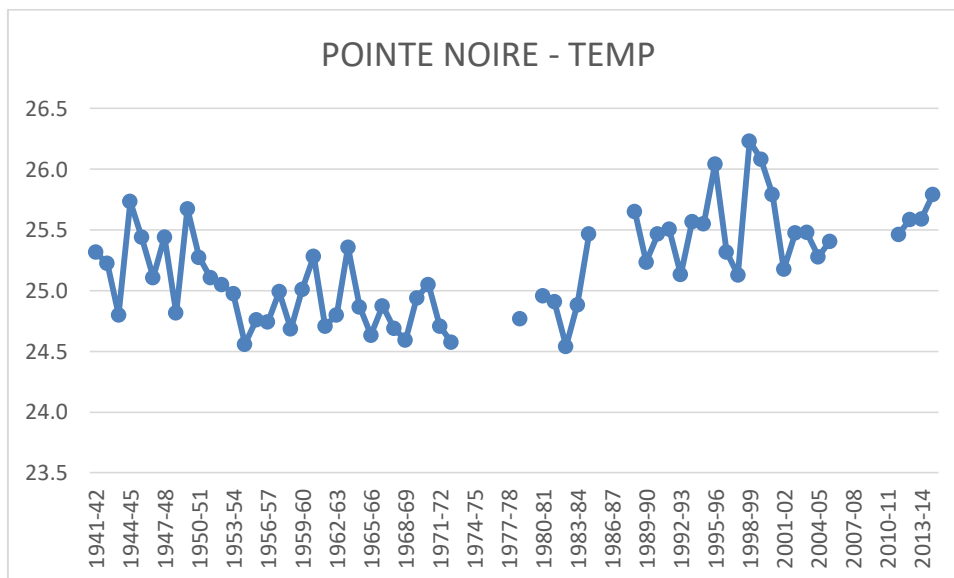
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 50. POINTE NOIRE (CONGO)



Διάγραμμα 50.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Pointe Noire.

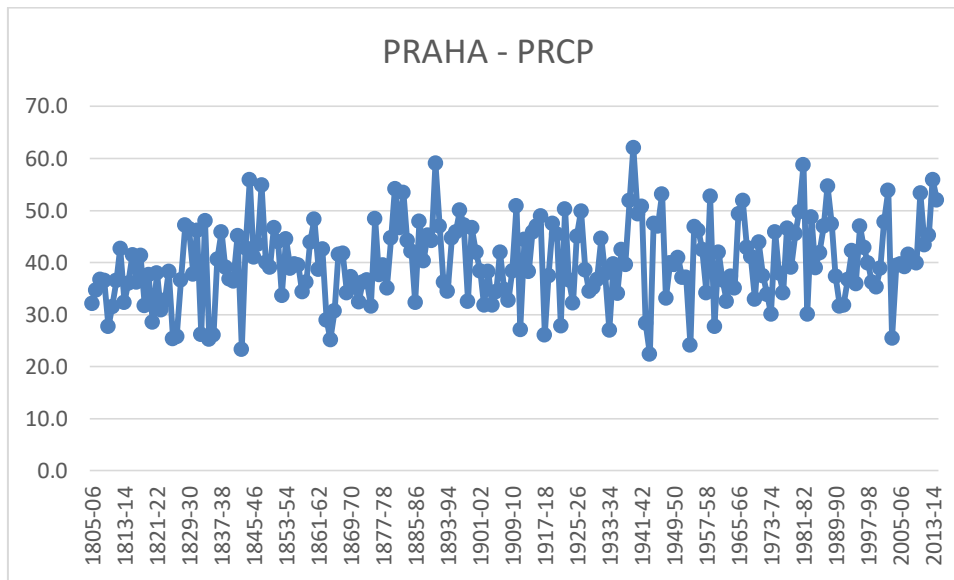
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 50.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Pointe Noire.

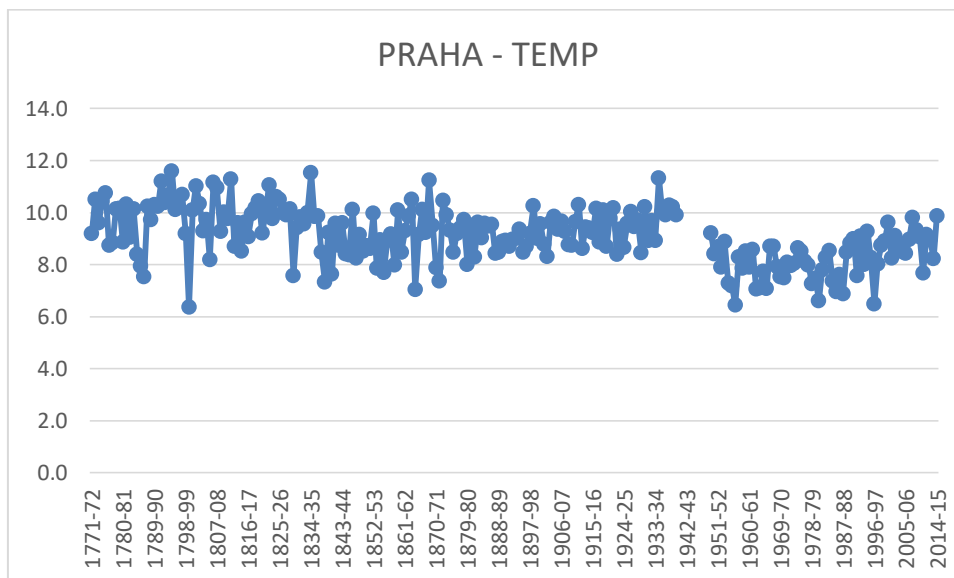
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 51. PRAHA (CZECH REPUBLIC)



Διάγραμμα 51.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Praha.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

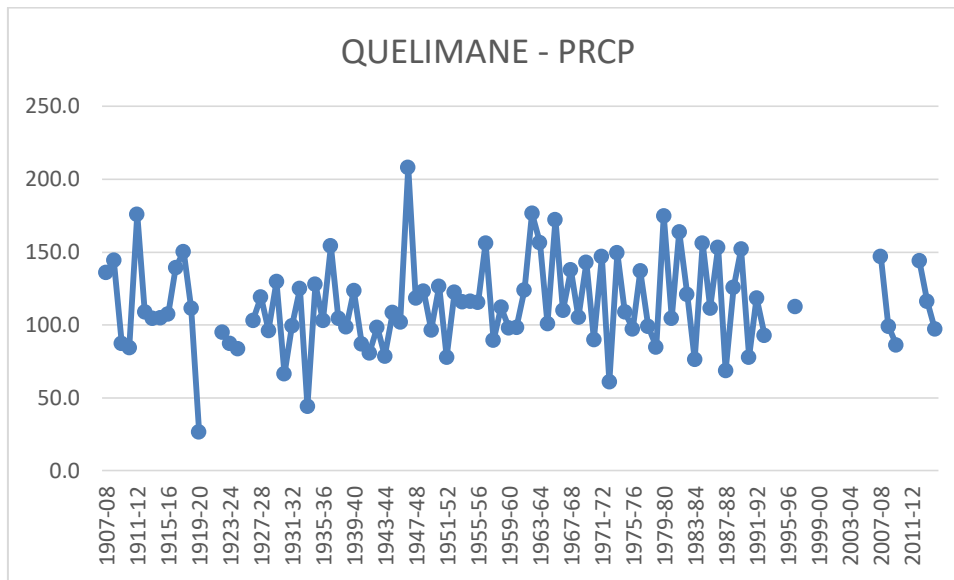


Διάγραμμα 51.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Praha.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

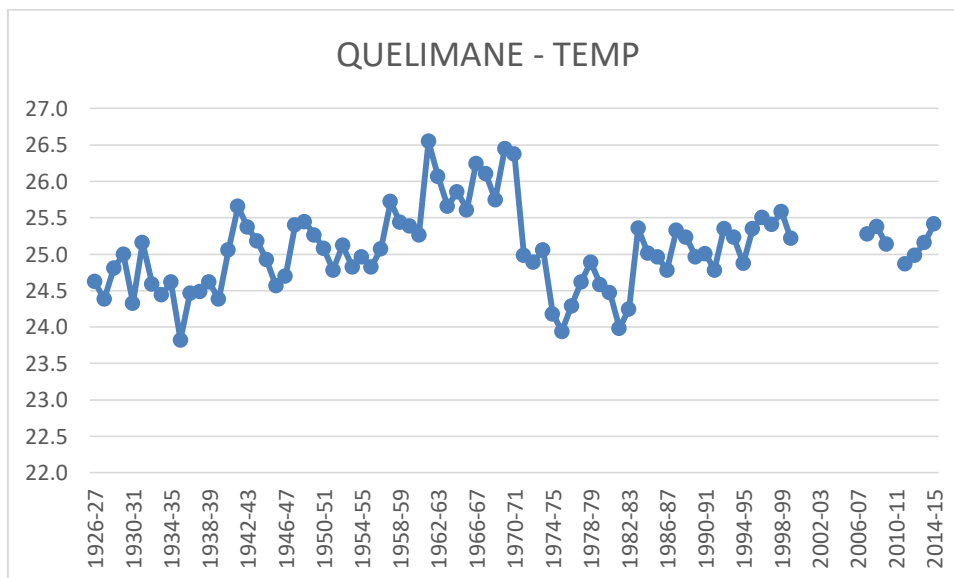


## 52. QUELIMANE (MOZAMBIQUE)



Διάγραμμα 52.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Quelimane.

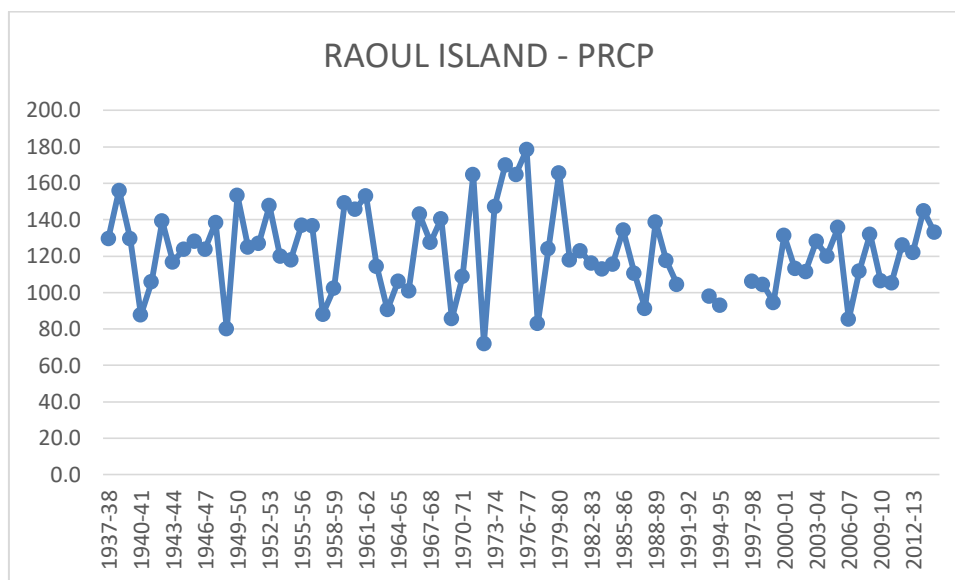
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 52.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Quelimane.

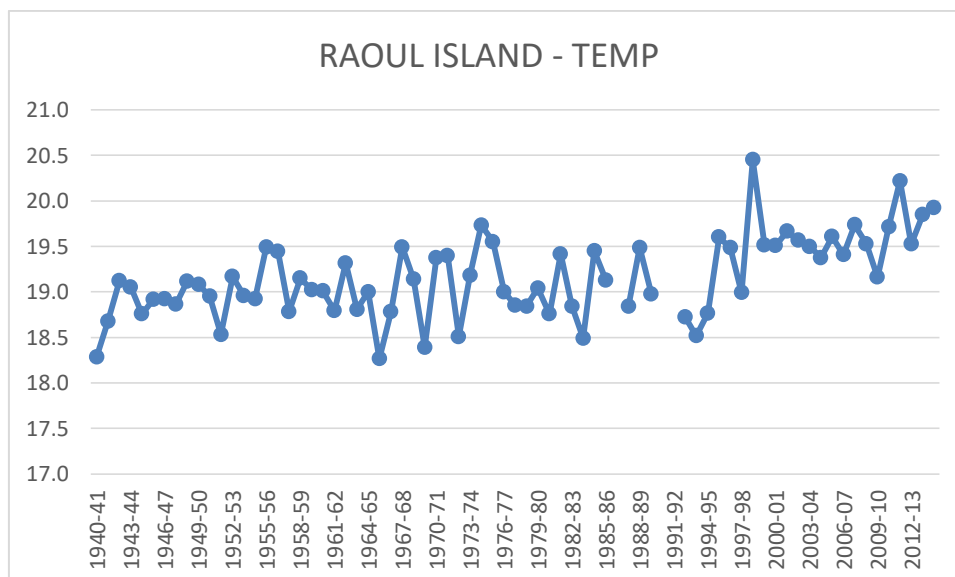
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 53. RAOUL ISLAND (NEW ZEALAND)



Διάγραμμα 53.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Raoul Island.

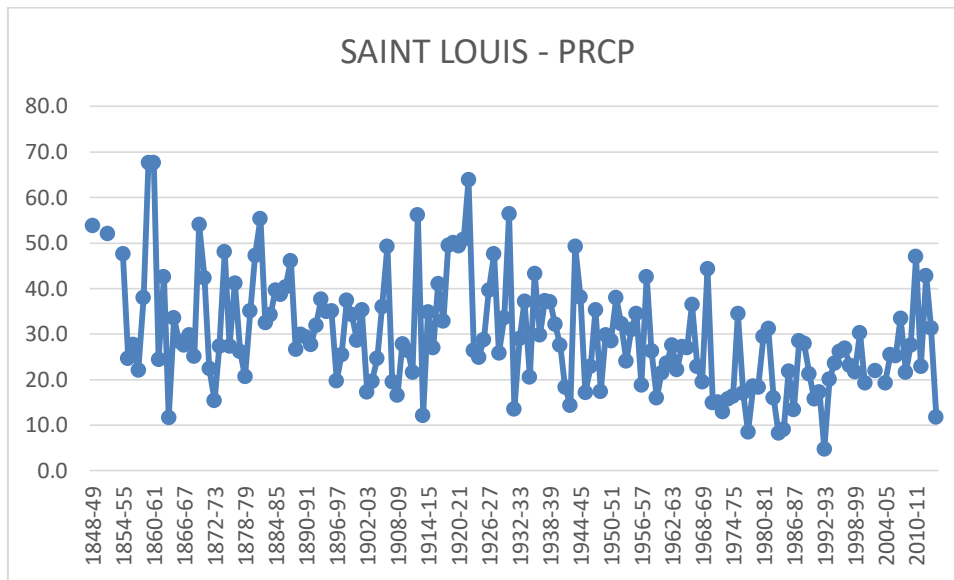
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 53.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Raoul Island.

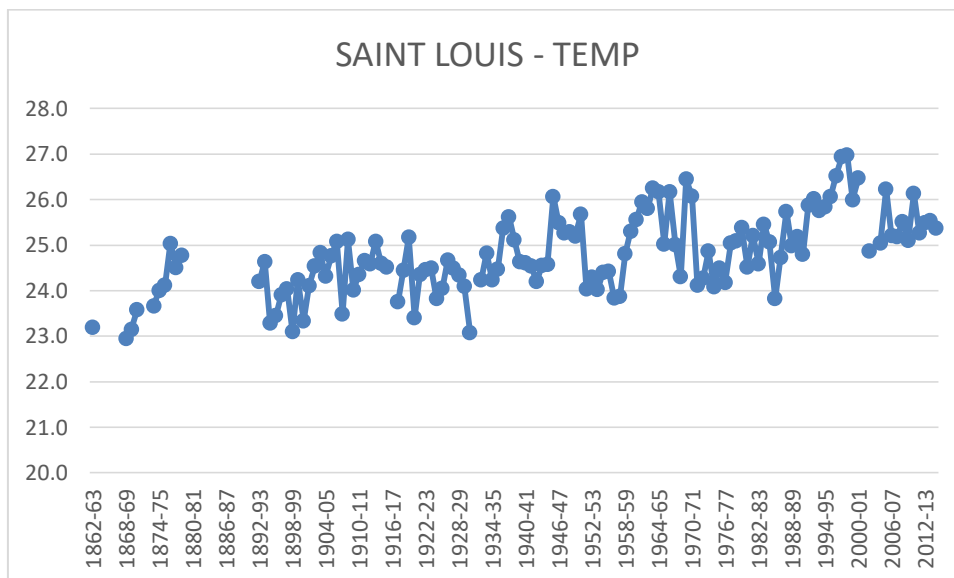
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

#### 54. SAINT LOUIS (SENEGAL)



Διάγραμμα 54.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Saint Louis.

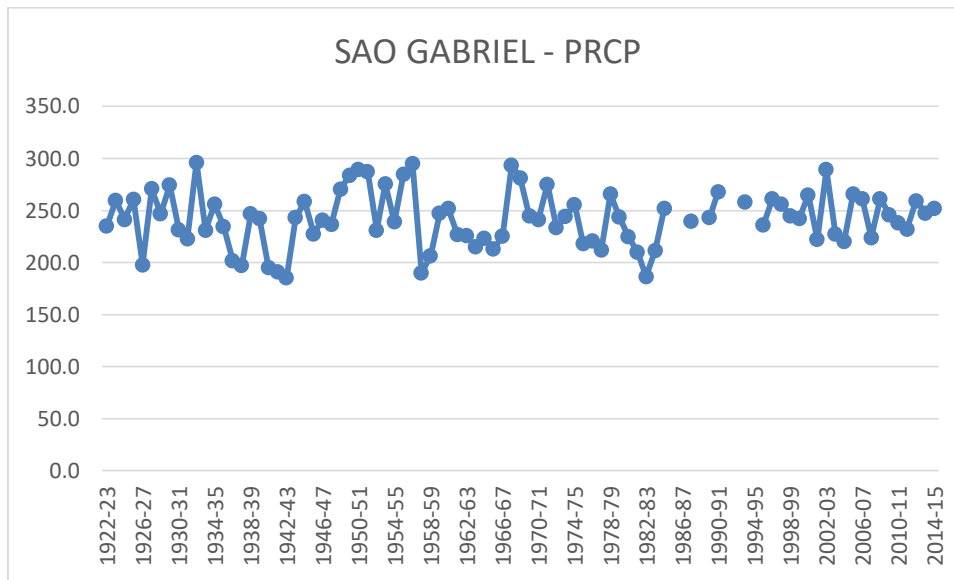
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 54.2: Χρονική διακύμανση μέσωσ θερμοκρασιών της Saint Louis.

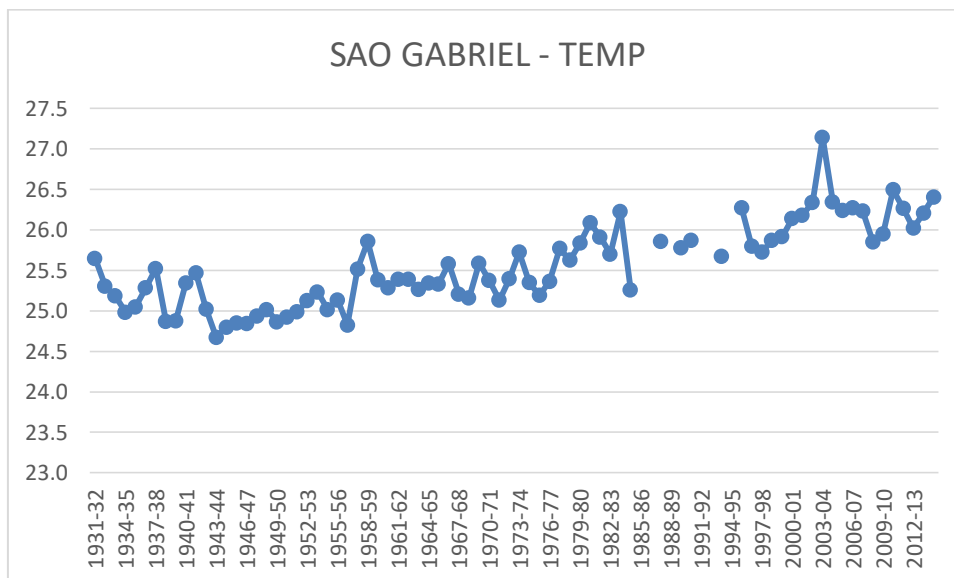
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 55. SAO GABRIEL (BRASIL)



Διάγραμμα 55.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Sao Gabriel.

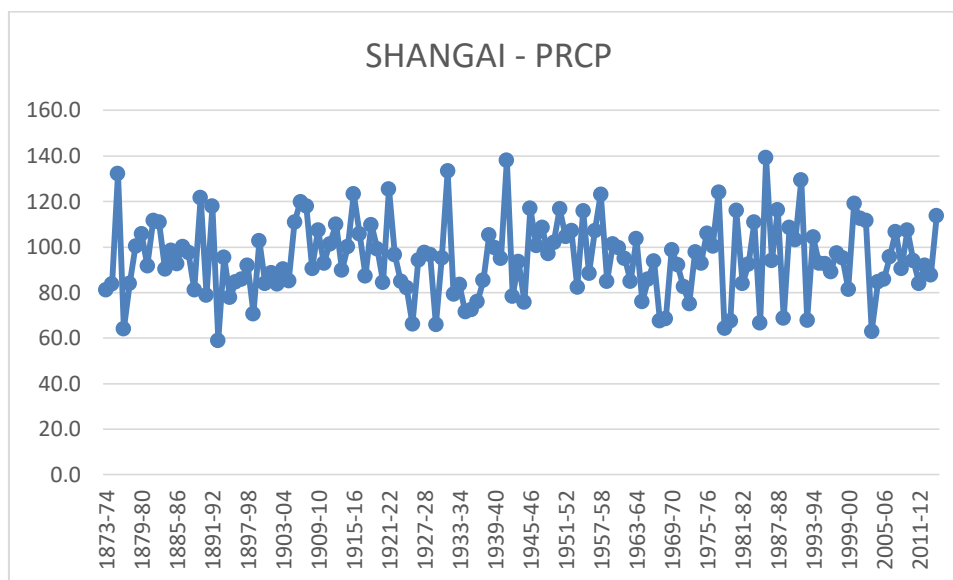
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 55.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Sao Gabriel.

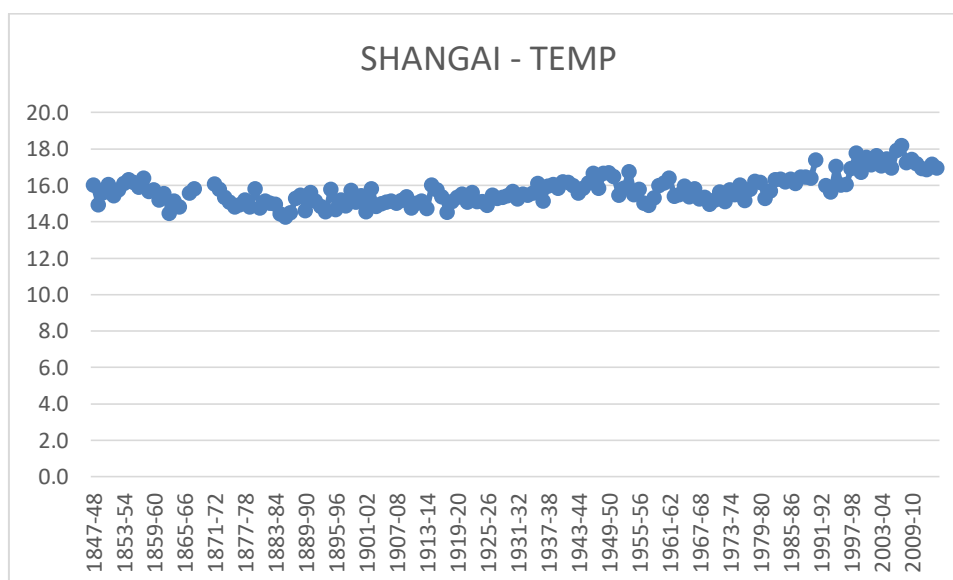
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 56. SHANGAI (CHINA)



Διάγραμμα 56.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Shanghai.

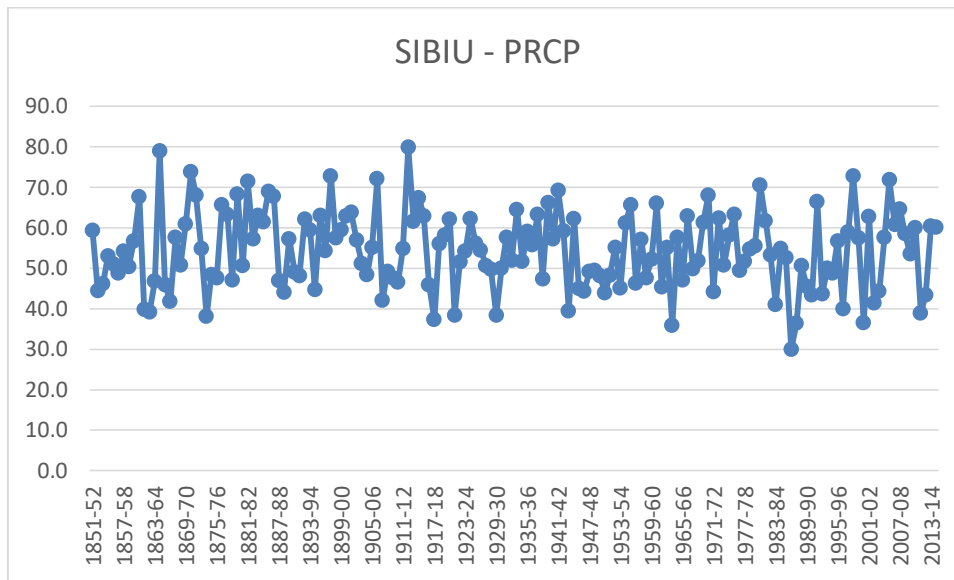
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 56.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Shanghai.

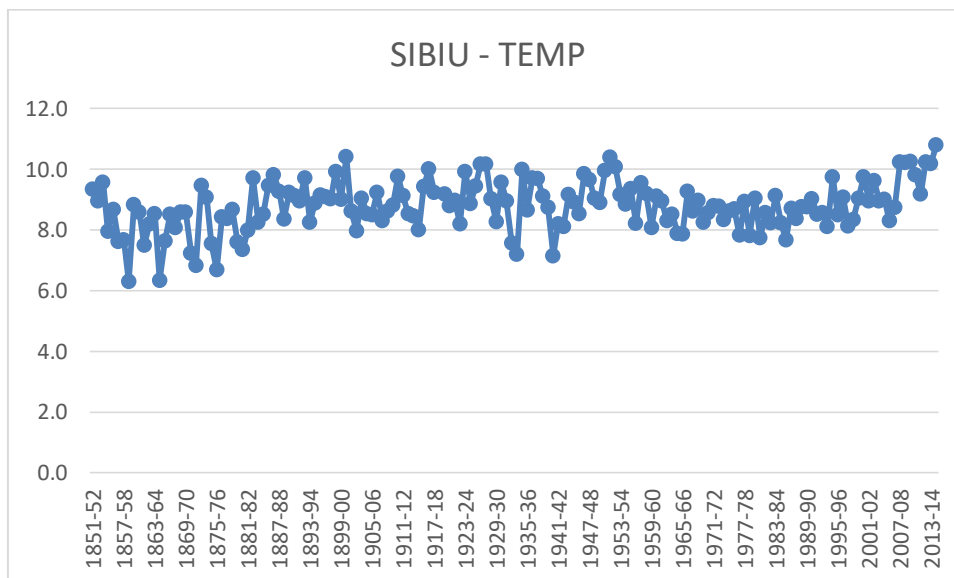
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 57. SIBIU (ROMANIA)



Διάγραμμα 57.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Sibiu.

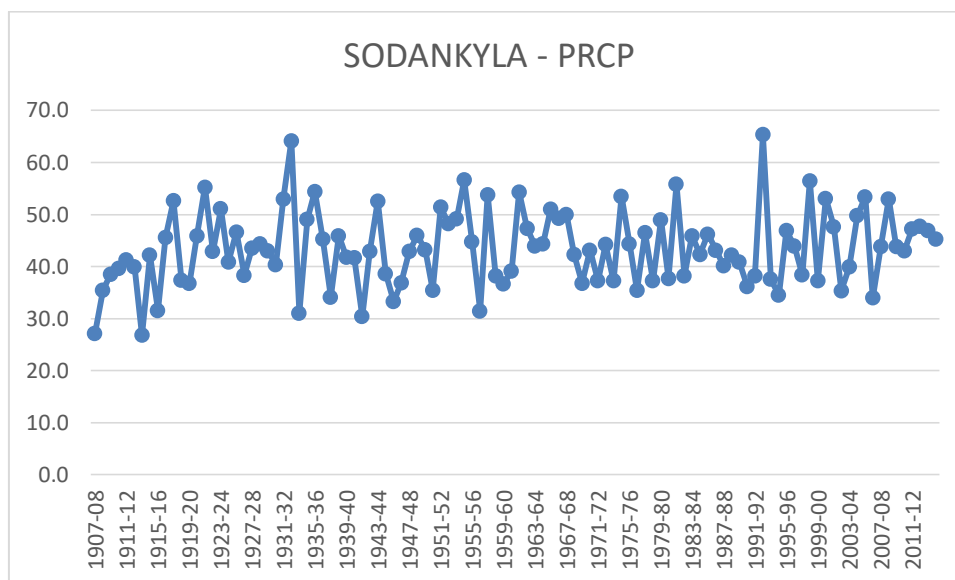
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 57.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Sibiu.

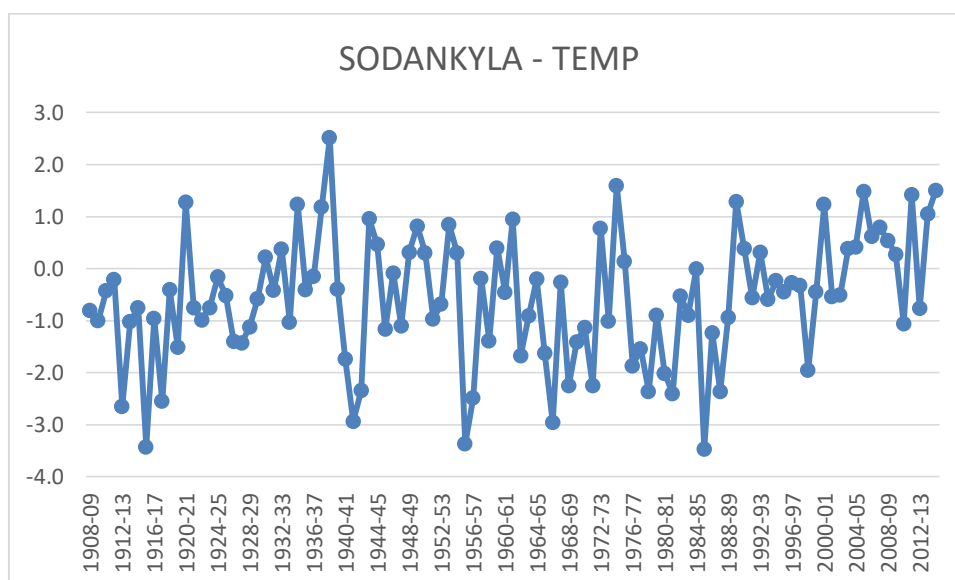
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 58. SODANKYLA (FINLAND)



Διάγραμμα 58.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Sodankyla.

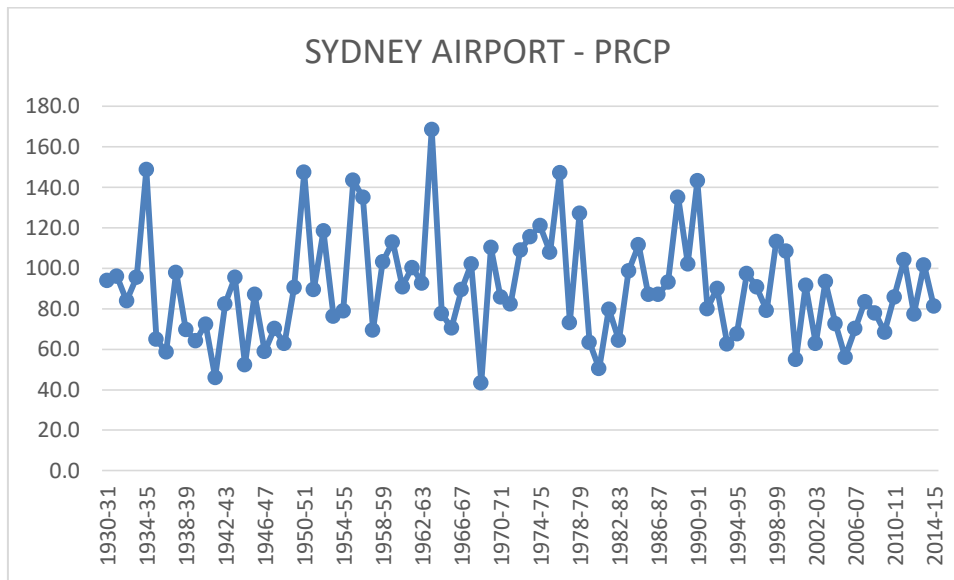
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 58.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Sodankyla.

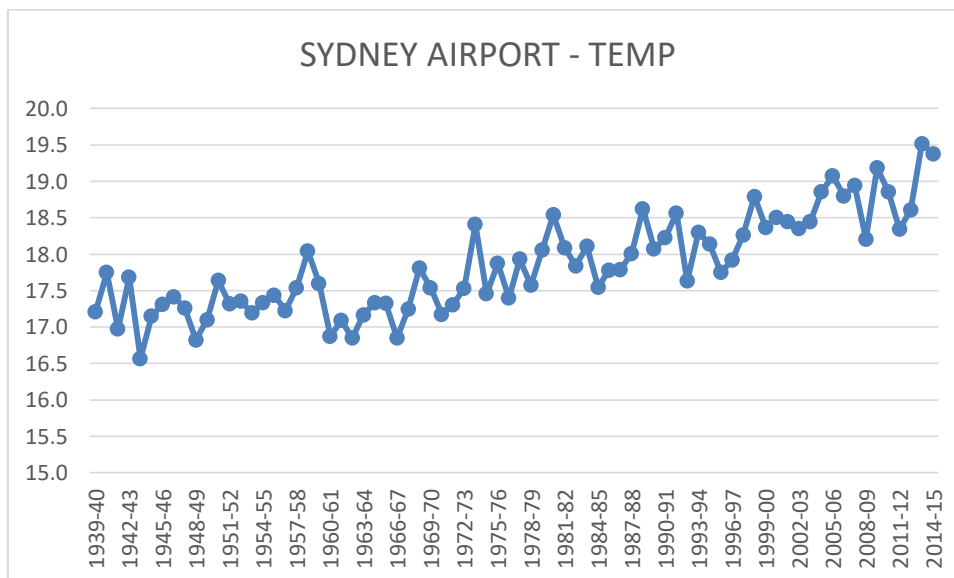
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 59. SYDNEY AIRPORT (AUSTRALIA)



Διάγραμμα 59.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Sydney Airport.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

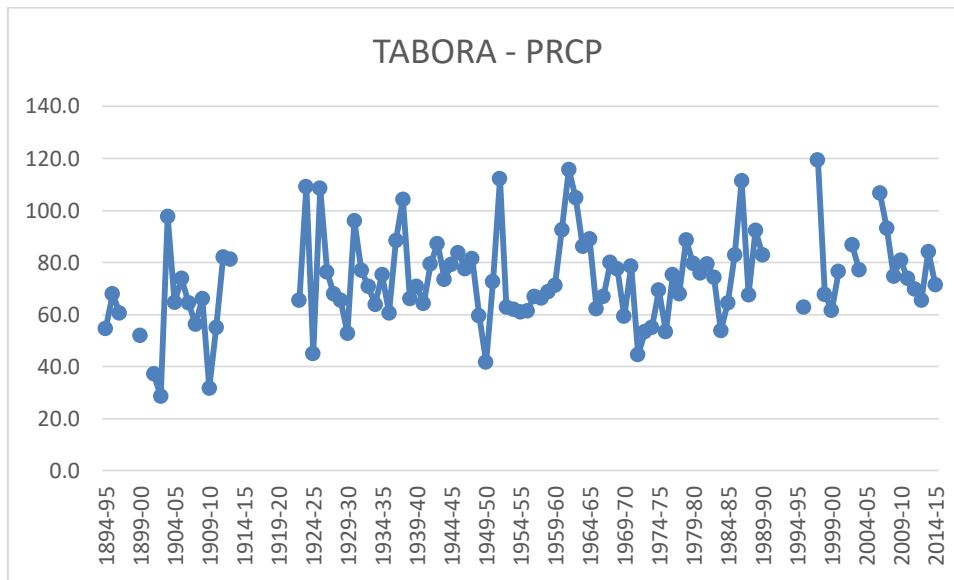


Διάγραμμα 59.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Sydney Airport.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

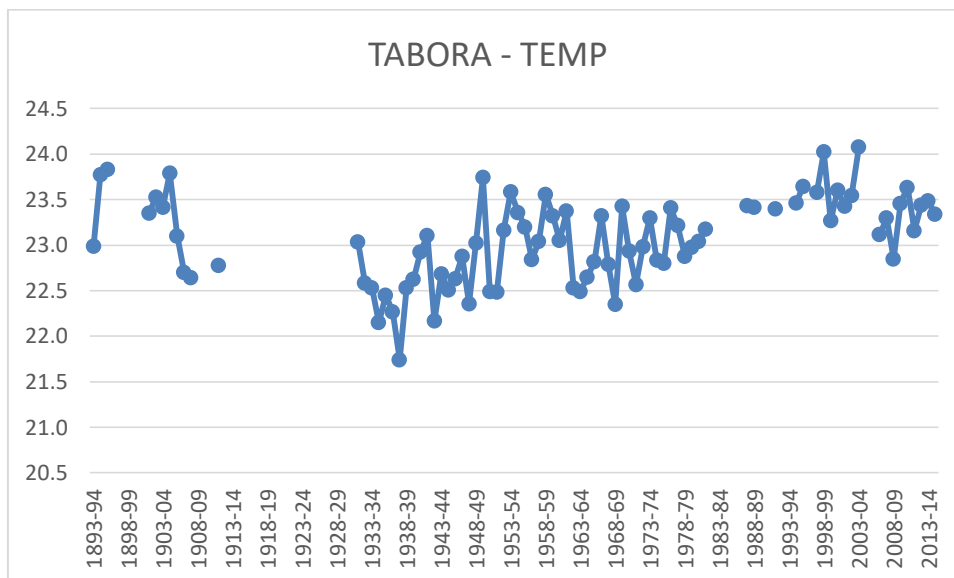


## 60. TABORA (TANZANIA)



Διάγραμμα 60.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Tabora.

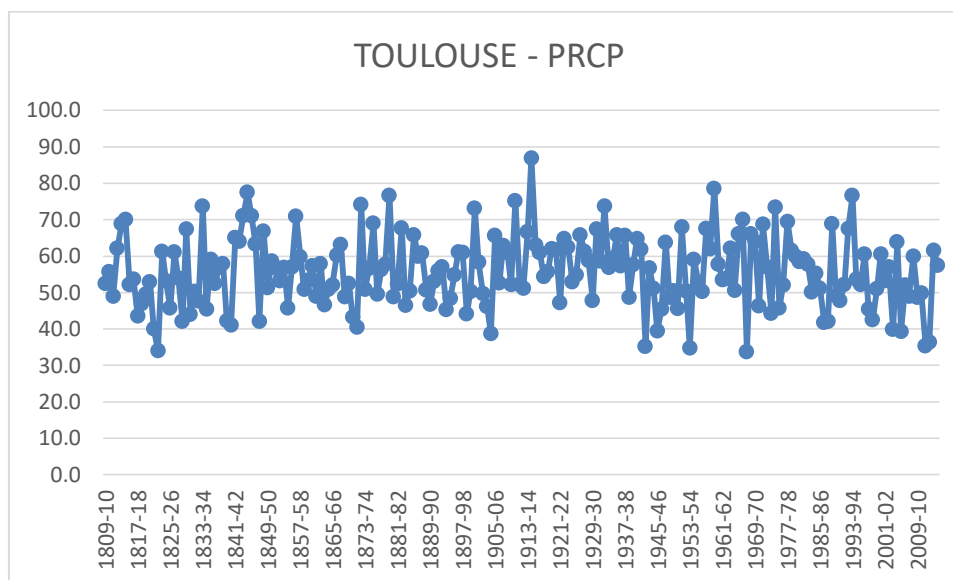
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 60.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Tabora.

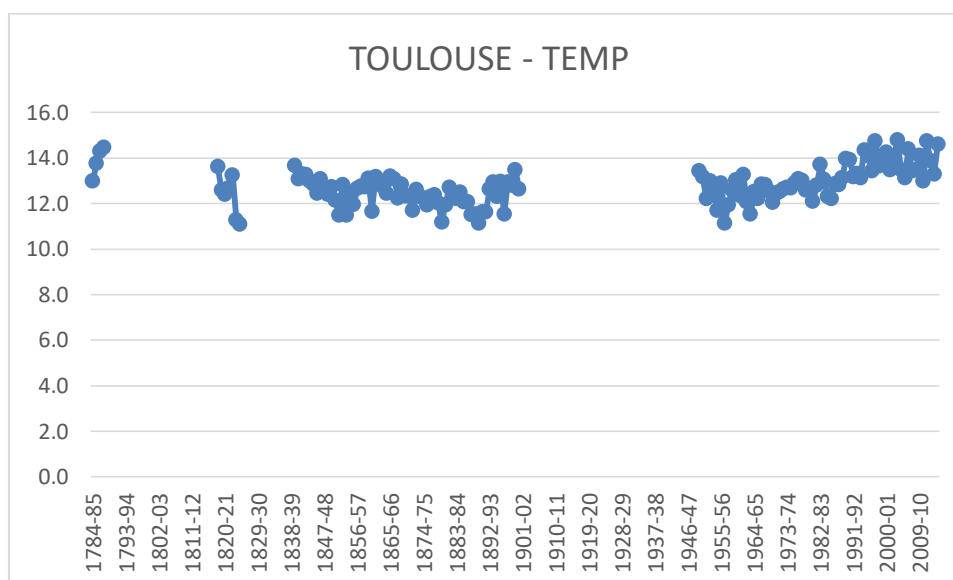
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 61. TOULOUSE (FRANCE)



Διάγραμμα 61.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Toulouse.

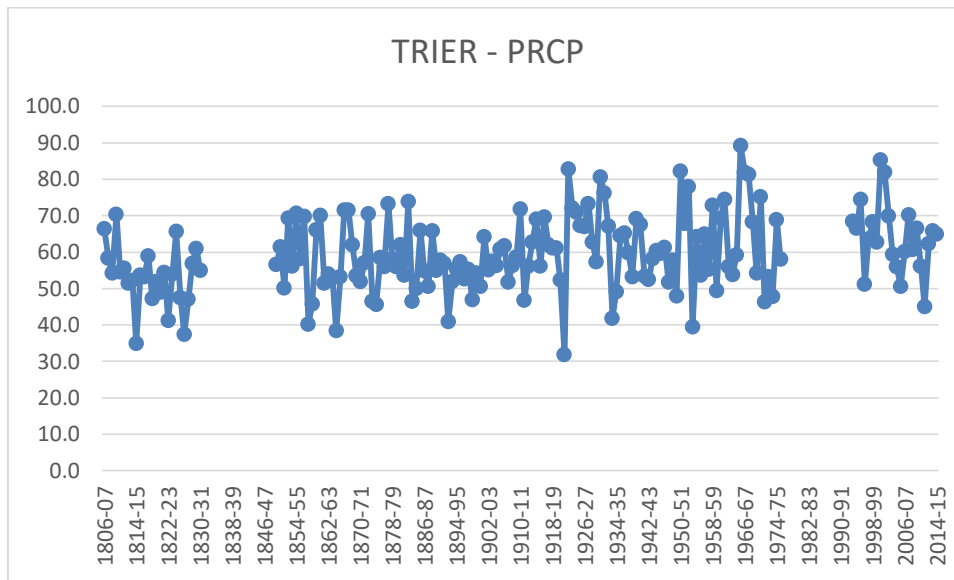
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 61.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Toulouse.

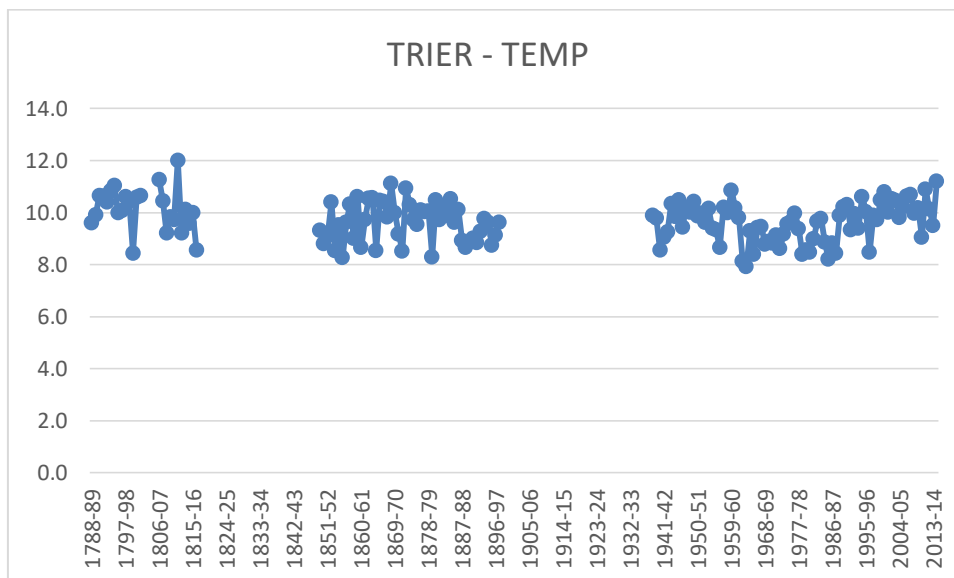
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 62. TRIER (GERMANY)



Διάγραμμα 62.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Trier.

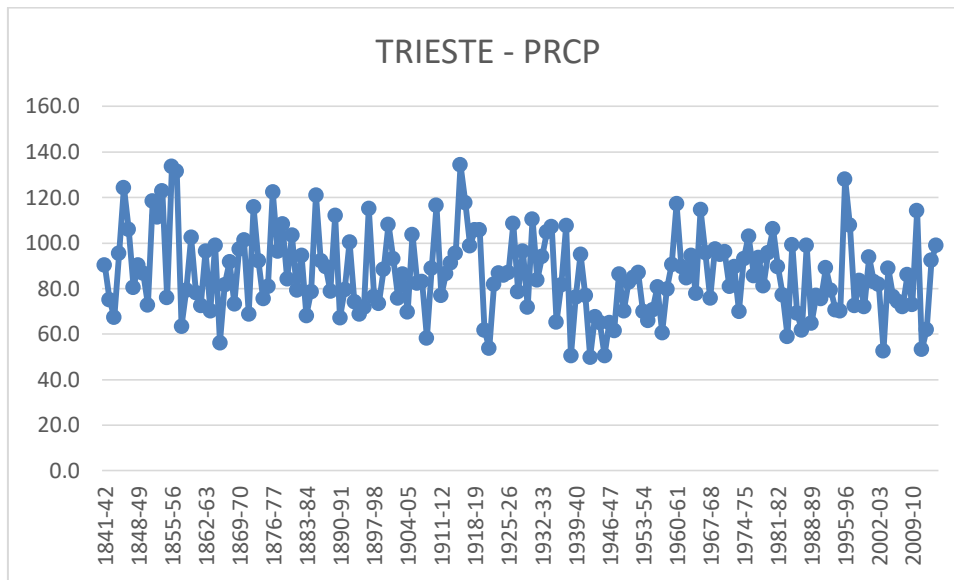
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 62.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Trier.

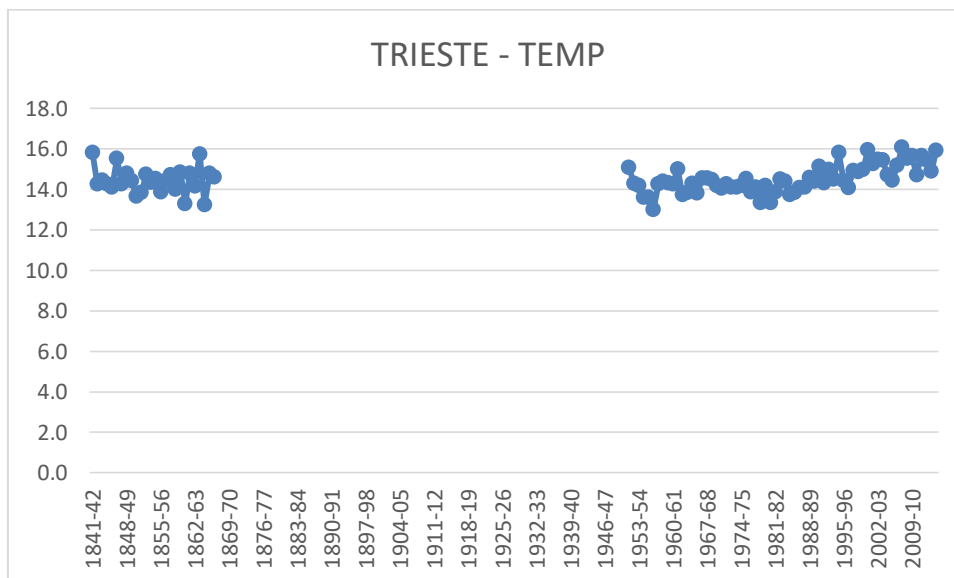
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

### 63. TRIESTE (ITALIA)



Διάγραμμα 63.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Trieste.

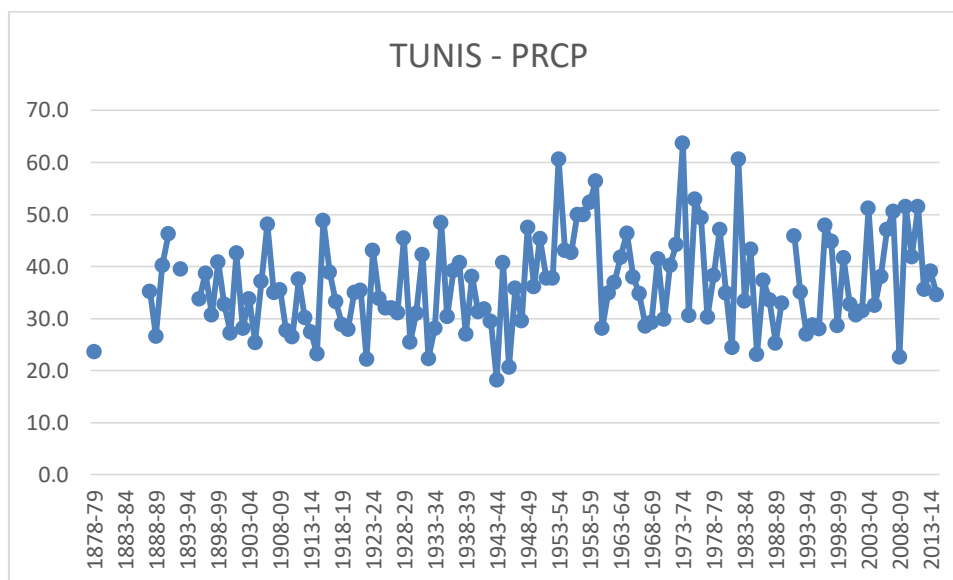
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 63.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Trieste.

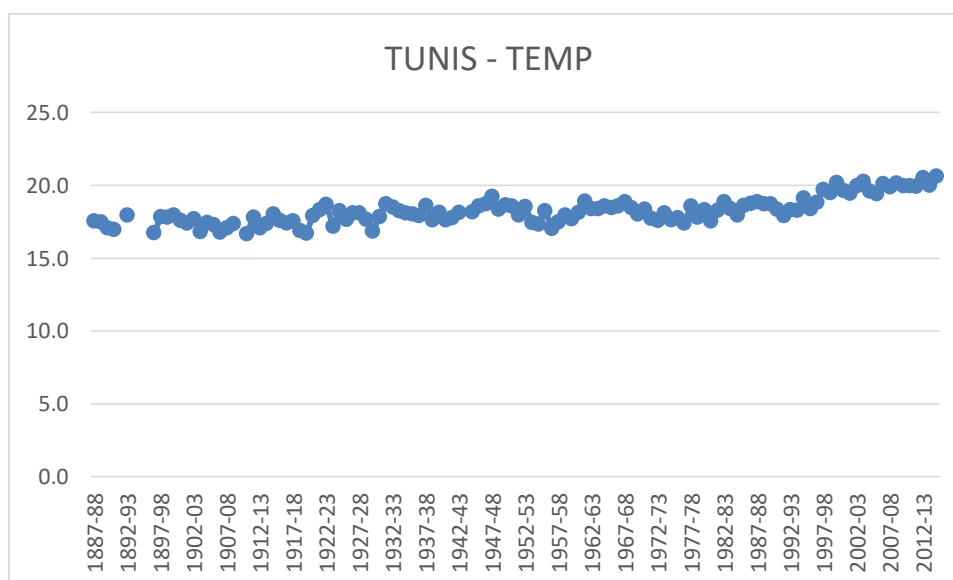
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 64. TUNIS (TUNISIA)



Διάγραμμα 64.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Tunis.

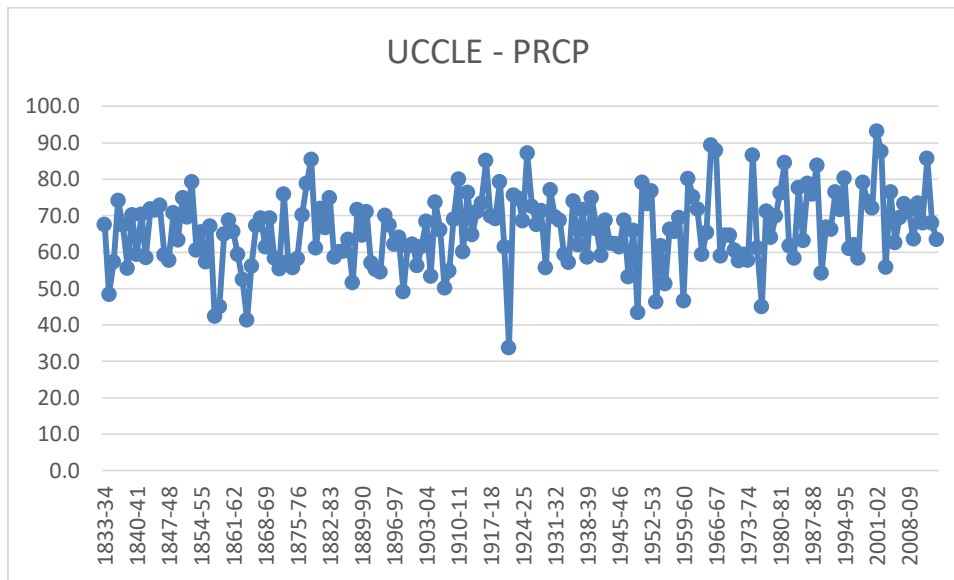
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 64.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Tunis.

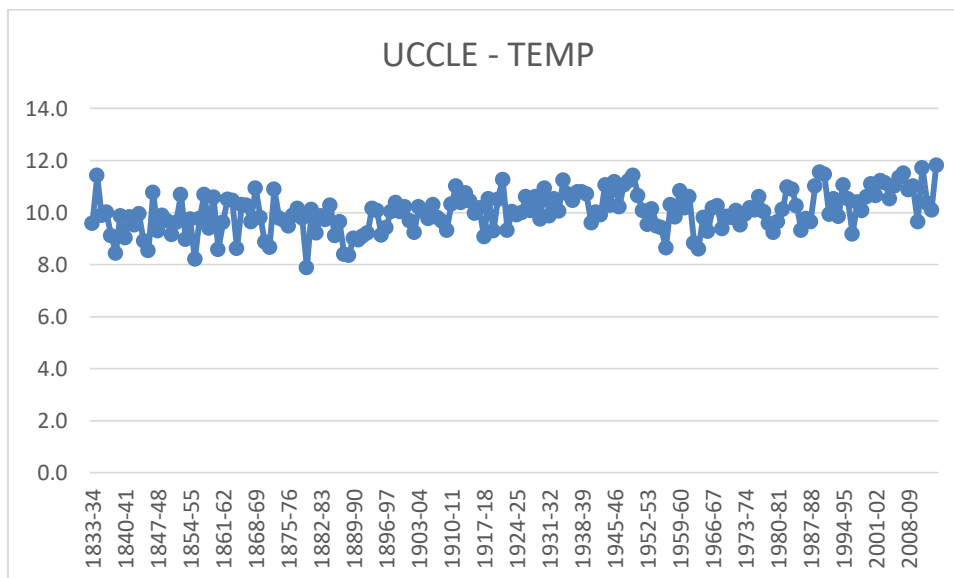
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 65. UCCLE (BELGIUM)



Διάγραμμα 65.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Uccle.

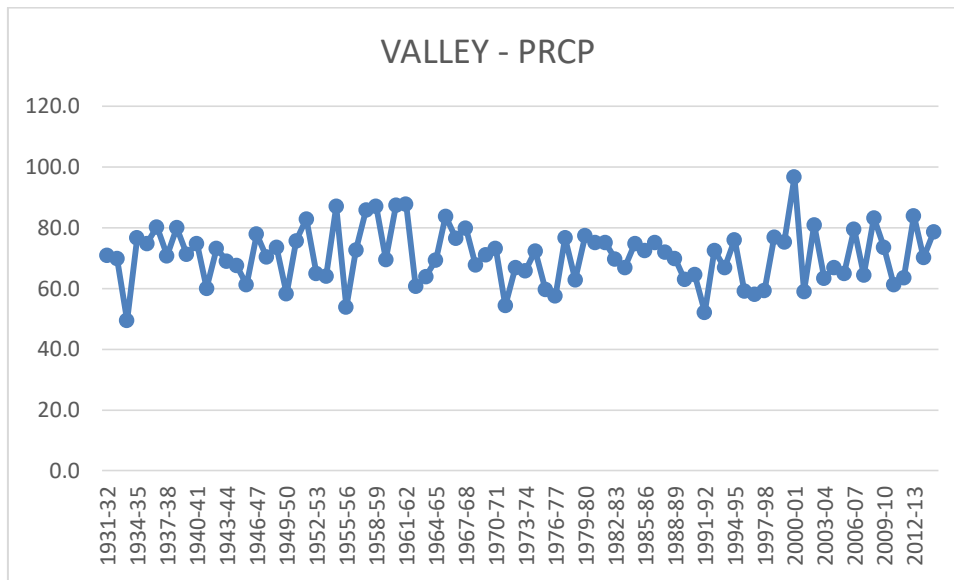
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 65.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Uccle.

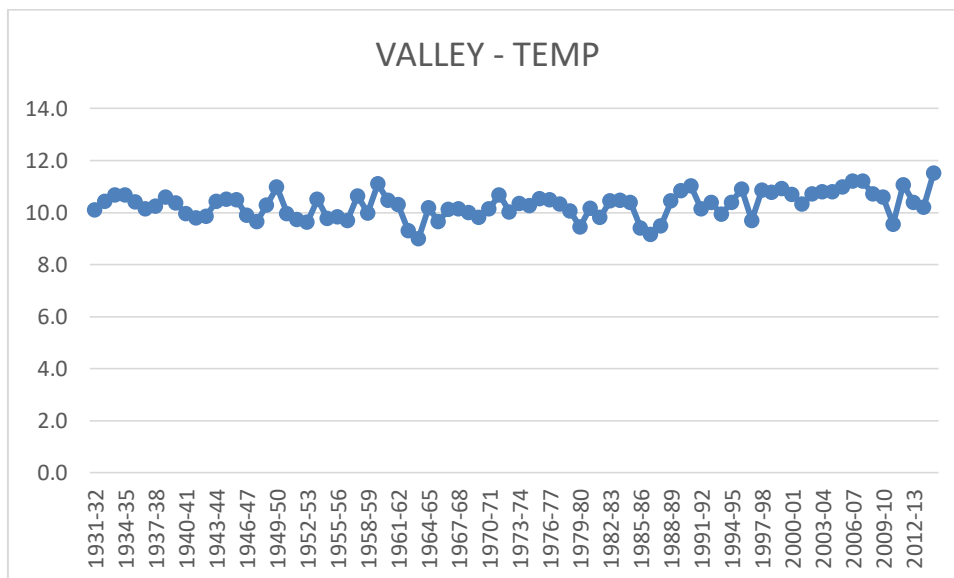
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 66. VALLEY (UK)



Διάγραμμα 66.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Valley.

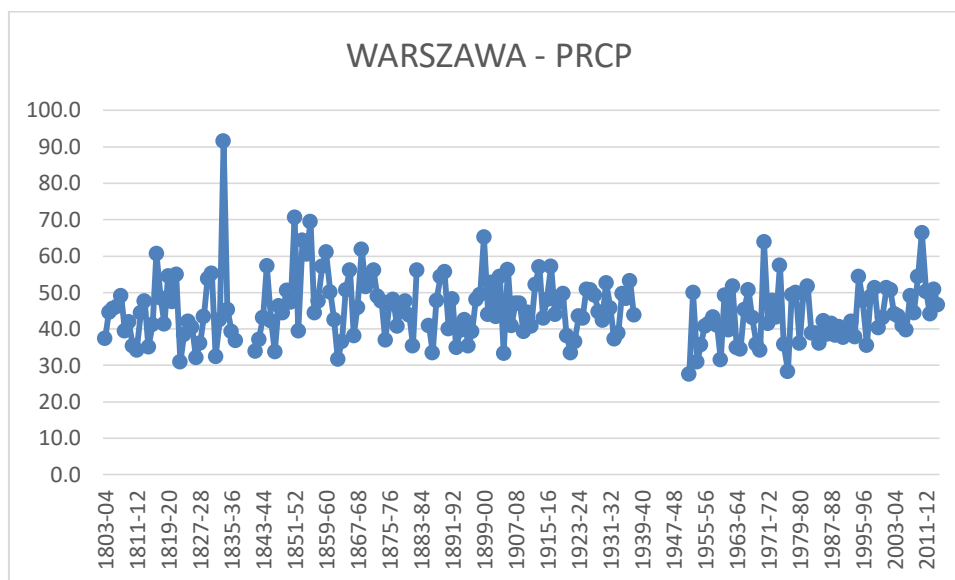
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 66.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Valley.

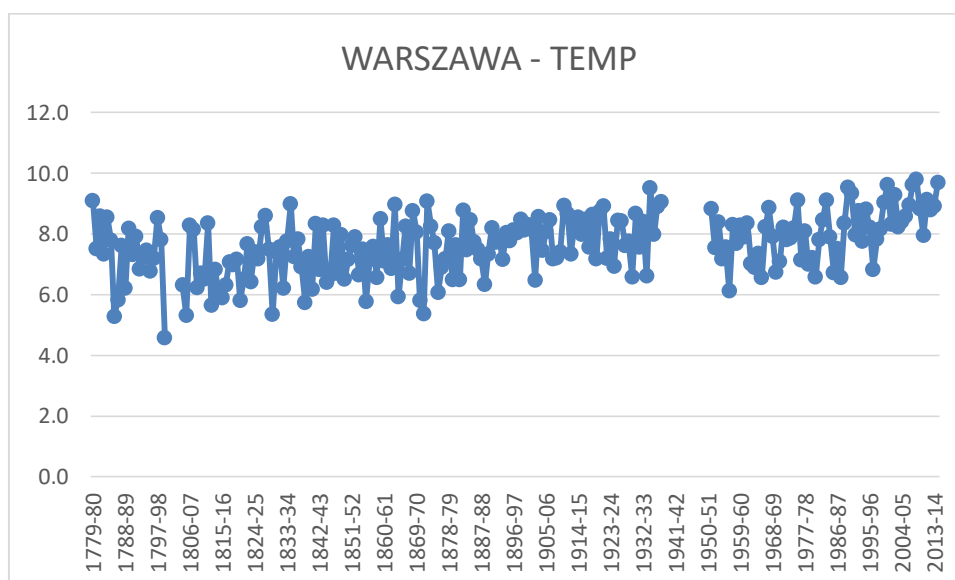
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 67. WARSZAWA (POLAND)



Διάγραμμα 67.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Warszawa.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

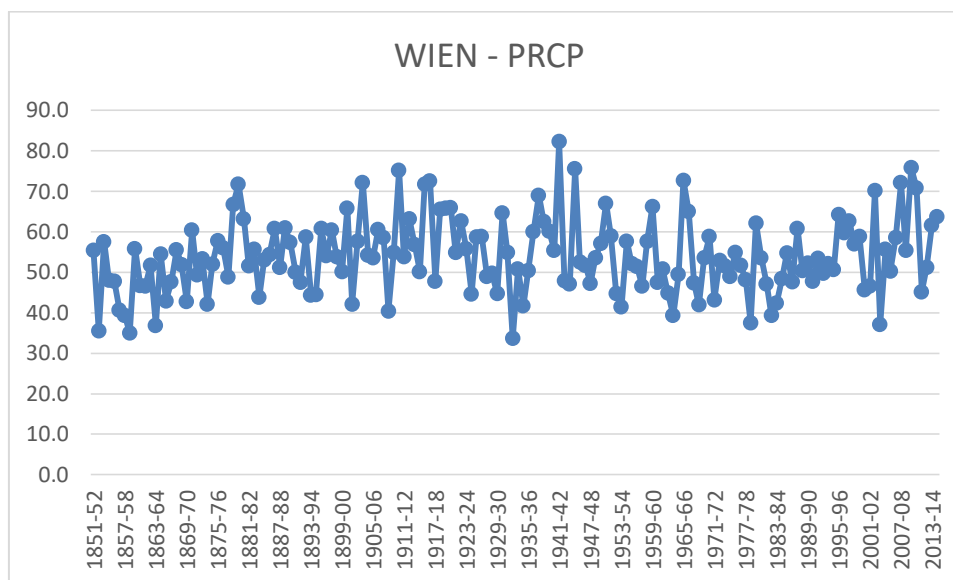


Διάγραμμα 67.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Warszawa.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

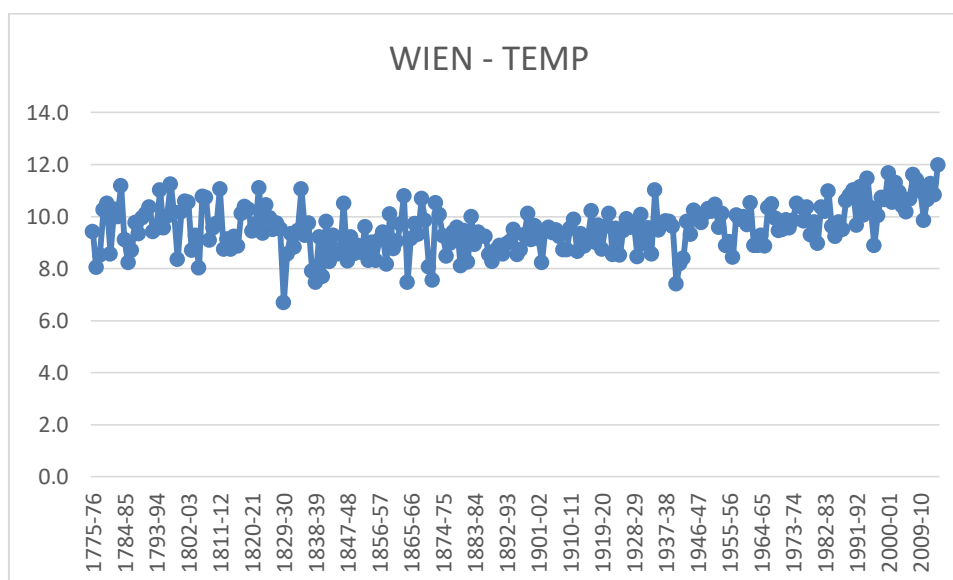


## 68. WIEN (AUSTRIA)



Διάγραμμα 68.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Wien.

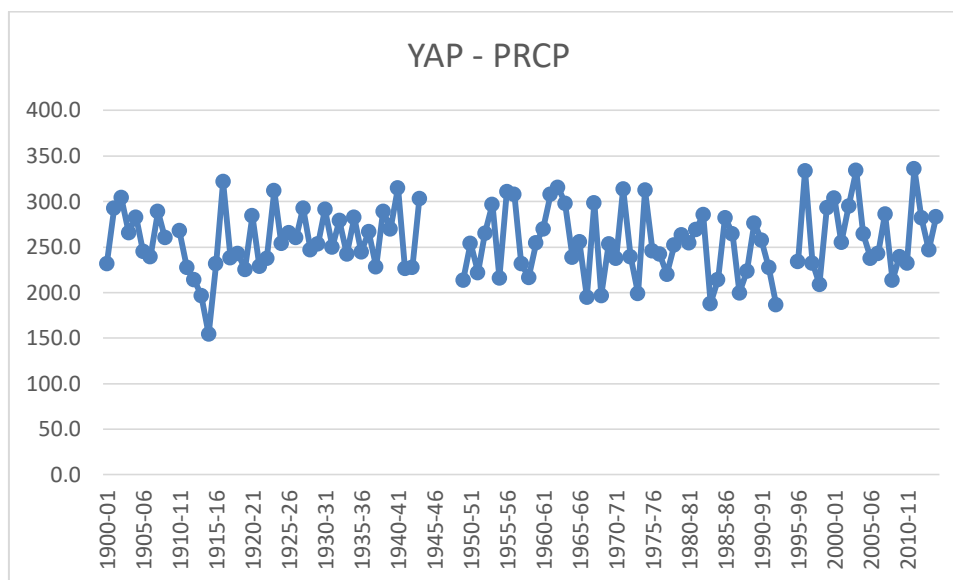
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 68.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Wien.

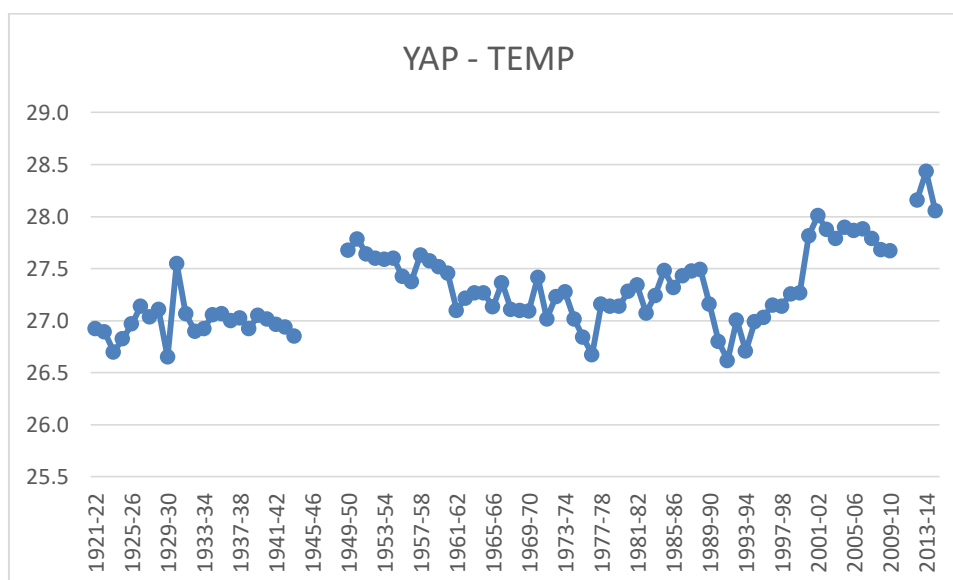
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 69. YAP (FEDERATED STATES OF MICRONESIA)



Διάγραμμα 69.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Yap.

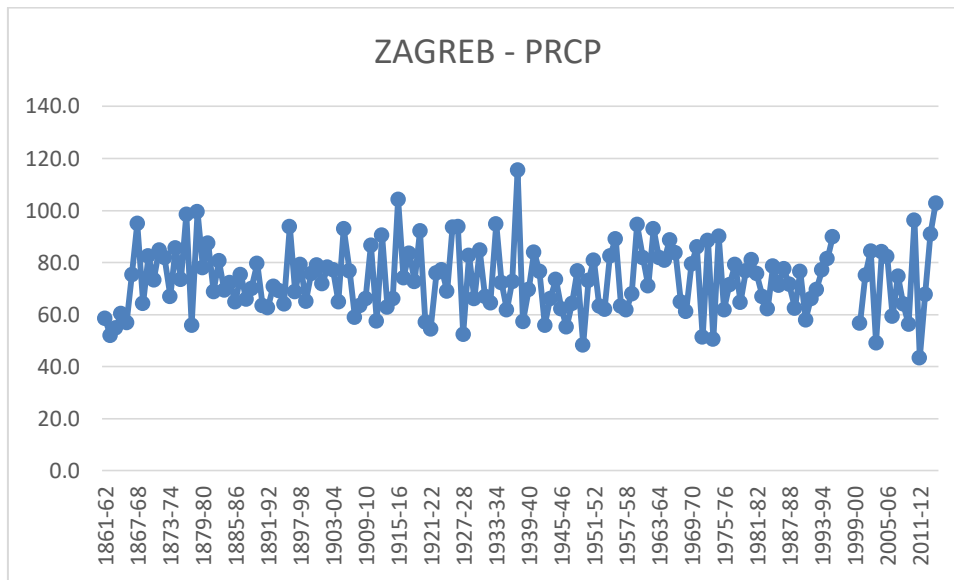
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 69.2: Χρονική διακύμανση μέσω των θερμοκρασιών της Yap.

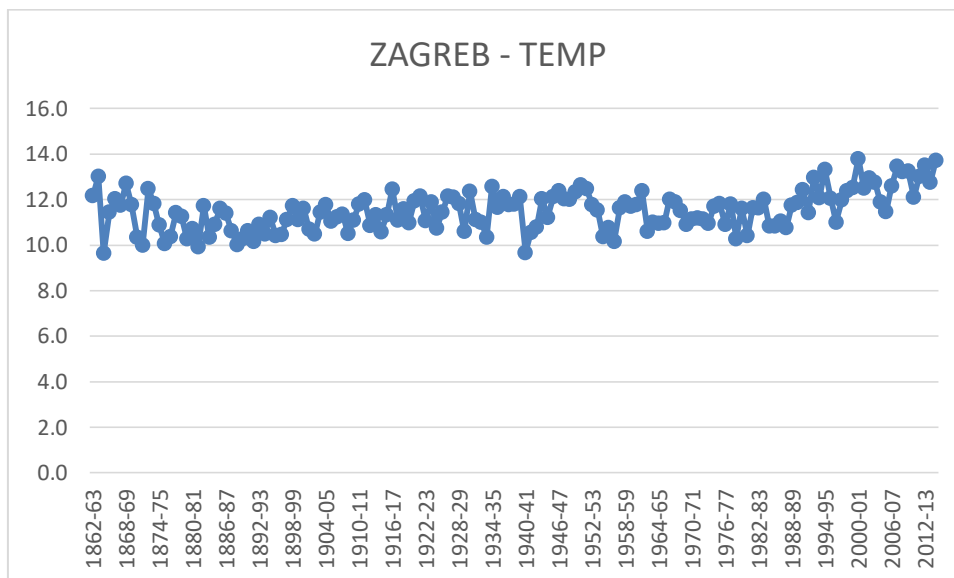
(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)

## 70. ZAGREB (CROATIA)



Διάγραμμα 70.1: Χρονική διακύμανση κατακρημνίσεων της Zagreb.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)



Διάγραμμα 70.2: Χρονική διακύμανση μέσων θερμοκρασιών της Zagreb.

(Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τον ιστότοπο KNMI Climate Explorer)