



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Τομέας Μετεωρολογίας - Κλιματολογίας



ΠΑΝΤΟΥΔΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΕ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΠΟ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ
ΠΟΛΕΙΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2020



Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ	8
2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ	8
2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ	11
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	12
3.1 Ανάλυση σταθμών (Site analysis)	12
3.1.1 Αυστρία	12
3.1.2 Κροατία	15
3.1.3 Δανία	18
3.1.4 Γερμανία (Fichtelberg)	21
3.1.5 Ουγγαρία	24
3.1.6 Ιρλανδία	27
3.1.7 Ιταλία	30
3.1.8 Πορτογαλία	33
3.1.9 Ρωσία	36
3.1.10 Ισπανία	39
3.1.11 Ελβετία	42
3.1.12 Ουκρανία	45
3.1.13 Ηνωμένο Βασίλειο	48
3.1.14 Νορβηγία	51
3.1.15 Γαλλία	54
3.1.16 Ολλανδία	57
3.1.17 Γερμανία (Berlin)	60
3.2 Χωρική ανάλυση (Spatial analysis)	62
3.2.1 ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	62
3.2.2 ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	72
3.2.3 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	78
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	80



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. Μαυρομάτη Θεόδωρο για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε, το χρόνο που δαπάνησε για την πλήρη διεκπεραίωση του ερευνητικού αντικειμένου και την εμπιστοσύνη προς το πρόσωπο μου καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησής της, καθώς και για την πολύ καλή συνεργασία και επικοινωνία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη και τη βοήθειά τους σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα το οποίο χρειάστηκα για να ολοκληρώσω τη διπλωματική εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορά την ανίχνευση της κλιματικής αλλαγής σε χρονοσειρές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης σε επιλεγμένες πόλεις. Χρησιμοποιήθηκαν από 17 ευρωπαϊκούς σταθμούς 16 χώρες για στοιχεία. Οι θερμοκρασιακές και βροχομετρικές μεταβολές των σταθμών υπολογίστηκαν σύμφωνα με την μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης.

Τα αποτελέσματα της θερμοκρασιακής μεταβολής στους 17 σταθμούς έδειξαν ότι τον χειμώνα κυμαίνονται από $-0,02^{\circ}\text{C}$ έως $0,23^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία, την άνοιξη από $-0,01^{\circ}\text{C}$ μέχρι $0,22^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία, το καλοκαίρι κυμαίνονται ανάμεσα στους 0°C με $0,21^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία, ενώ το φθινόπωρο από $0,01^{\circ}\text{C}$ έως $0,22^{\circ}\text{C}$. Τα αποτελέσματα βροχομετρικής μεταβολής για τους αντίστοιχους σταθμούς έδειξαν ότι τον χειμώνα εμφανίζουν μεταβολή από $-9,80\text{mm}$ έως $13,10\text{mm}$ ανά δεκαετία, την άνοιξη από $-4,59\text{mm}$ μέχρι $4,72\text{mm}$ ανά δεκαετία, το καλοκαίρι κυμαίνεται από $-5,99\text{mm}$ μέχρι $6,08\text{mm}$, ενώ το φθινόπωρο από $-2,84\text{mm}$ έως $6,33\text{mm}$. Επομένως προκύπτει ότι τον χειμώνα παρουσιάζεται η υψηλότερη θερμοκρασιακή μεταβολή ($0,25^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία), αντίθετα η χαμηλότερη να εμφανίζεται το καλοκαίρι ($0,21^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία). Σχετικά με την βροχομετρική μεταβολή ο χειμώνας παρουσιάζει την υψηλότερη μεταβολή ($22,90\text{mm}$ ανά δεκαετία), ενώ η άνοιξη εμφανίζει την χαμηλότερη μεταβολή ($9,17\text{mm}$ ανά δεκαετία).

Συμπερασματικά, η θερμοκρασιακή μεταβολή στους 17 σταθμούς ακολουθεί ανοδική πορεία. Όσον αφορά την βροχομετρική μεταβολή στους αντίστοιχους σταθμούς, στην πλειοψηφία τους ακολουθούν ανοδική τάση με εξαίρεση ορισμένους σταθμούς. Η περιοχική ανάλυση έδειξε ότι η θερμοκρασιακή μεταβολή στη νότια Ευρώπη είναι υψηλότερη τον χειμώνα, αντίθετα στην βόρεια Ευρώπη η χαμηλότερη μεταβολή υφίστανται το καλοκαίρι. Η βροχομετρική μεταβολή στην νότια Ευρώπη παρουσιάζει τις χαμηλότερες μεταβολές το καλοκαίρι, ενώ τον χειμώνα πραγματοποιείται η μεγαλύτερη μεταβολή. Τέλος η κεντρική και δυτική Ευρώπη το καλοκαίρι υφίστανται την ταχύτερη ξήρανση.



ABSTRACT

The topic of this dissertation is the detection of climate change in temperature and rainfall time series in selected cities. Data from 16 countries were used by 17 European stations. The temperature and rainfall changes of the stations were calculated according to the regression analysis method.

The results of the temperature change in the 17 stations showed that in winter they range from -0.02°C to 0.23°C per decade, in spring from -0.01°C to 0.22°C per decade, in summer they range between 0°C at 0.21°C per decade, while in autumn from 0.01°C to 0.22°C . The results of rainfall change for the same stations showed that in winter the change is from -9.80mm to 13.10mm per decade, in spring from -4.59mm to 4.72mm per decade, in summer is ranging from -5.99mm to 6.08mm and in autumn from -2.84mm to 6.33mm . Therefore, it appears that in winter the highest temperature change occurs (0.25°C per decade), instead the lowest occurs in summer (0.21°C per decade). Regarding the rainfall change, winter shows the highest change (22.90mm per decade), while spring shows the lowest change (9.17mm per decade).

In conclusion, the temperature change in the 17 stations follows an upward trend. Regarding the precipitation change in the respective stations, most of them follow an upward trend except for some stations. The spatial analysis showed that the temperature change in southern Europe is higher in winter, in contrast to northern Europe the lowest change is in summer. The rainfall change in southern Europe shows the lowest changes in summer, while in winter the fastest humidification takes place. Finally, central and western Europe in the summer are experiencing the fastest drying.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη του κλίματος αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την κατανόηση της κλιματικής αλλαγής. Ο έλεγχος της κλιματικής αλλαγής είναι χωρίς αμφιβολία μια από τις μεγαλύτερες επιστημονικές προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα. Σύμφωνα με τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές, η κλιματική αλλαγή είναι η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διαχωρίζοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια (UNFCCC, 1992). Επιπλέον σύμφωνα με την Υπηρεσία προστασίας του περιβάλλοντος των ΗΠΑ οι μεταβολές του κλίματος προέρχονται από την αύξηση στην συγκέντρωση των αέριων του θερμοκηπίου όπως του διοξειδίου του άνθρακα κατά 76%, μεθανίου με 16% και οξείδια του αζώτου κατά 6% (EPA, 2020).

Από δεδομένα που προέκυψαν από τις μελέτες του National Climatic Data Center των ΗΠΑ η μέση παγκόσμια θερμοκρασία της ατμόσφαιρας έχει σημειώσει άνοδο 0,7 °C από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Η αύξηση αυτή σχετίζεται με το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, καθώς από 280ppm (particles per million) (CO₂) το 1750 αυξήθηκαν σε 375ppm το 2005, ενώ η συγκέντρωση του μεθανίου αυξήθηκε από 715ppb (particles per billion) το 1750 σε 1774ppb το 2005. (Πηγή: <https://www.ncdc.noaa.gov/>)

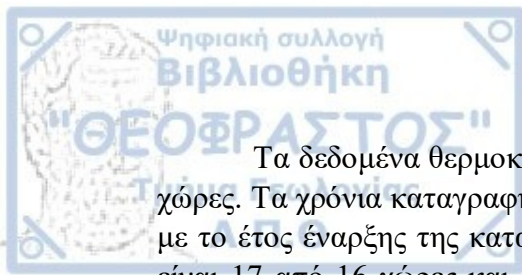
Σε αντίθεση με την θερμοκρασία, η βροχόπτωση ακολουθεί πιο σύνθετο μοτίβο εξέλιξης στο πέρασμα των ετών. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την βροχόπτωση ανάλογα με την γεωγραφία της εκάστοτε περιοχής. Η δυτική Ευρώπη που περιβάλλεται από τον βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό παρουσιάζει εντονότερες βροχοπτώσεις συγκριτικά με την νότια Ευρώπη που βρέχεται από την Μεσόγειο. Η άνοδος της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την θέρμανση του ρεύματος του κόλπου το οποίο είναι υπεύθυνο για την αύξηση της βροχόπτωσης στη δυτική Ευρώπη (Bolle, H.J, 2003).

Οι μεταβολές παγκόσμιας κλίμακας περιέχουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις σε σχέση με την μέση κατάσταση του κλίματος και τη μεταβλητότητά του σε βάθος χρόνου δεκαετιών. Ο προσδιορισμός και η μελέτη του κλίματος πραγματοποιείται με την ανάλυση μετρήσεων και μαθηματικών μοντέλων. Τα δεδομένα των μετρήσεων προέρχονται από επιλεγμένους μετεωρολογικούς σταθμούς και αφορούν θερμοκρασία, κατακρημνίσματα κ.α. (Οικονόμου Π., Καρώνη Χ. 2010)

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της εξέλιξης τάσης της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για κάθε σταθμό με σκοπό να εξαχθούν συμπεράσματα για την κλιματική αλλαγή.

Από την μακροπρόθεσμη μεταβολή της θερμοκρασίας σε επιλεγμένους ευρωπαϊκούς σταθμούς, παρατηρείται η σημαντικότητα της ανθρώπινης επιρροής στις συγκεντρώσεις των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα. (Madden, R. A., Ramanathan V., 1980).

Η μεταβολή της βροχόπτωσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Η αυξανόμενη θερμοκρασία εντείνει την εξάτμιση η οποία με την σειρά της προκαλεί περισσότερες βροχοπτώσεις, η κλιματική αλλαγή οδήγησε την βροχόπτωση να αυξηθεί πάνω από τις 30ο N, αλλά να μειωθεί πάνω από τον Ισημερινό (CCD, 2008, USEPA, 2009).



Τα δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης προκύπτουν από 17 ευρωπαϊκές χώρες. Τα χρόνια καταγραφής των δεδομένων ποικίλουν από χώρα σε χώρα ανάλογα με το έτος έναρξης της καταγραφής. Οι σταθμοί που μελετήθηκαν και θα αναλυθούν είναι 17 από 16 χώρες και τα χρόνια λειτουργίας τους από 98 μέχρι 191 χρόνια. Η ανάλυση των τάσεων της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης θα γίνει με την μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης.

2.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ

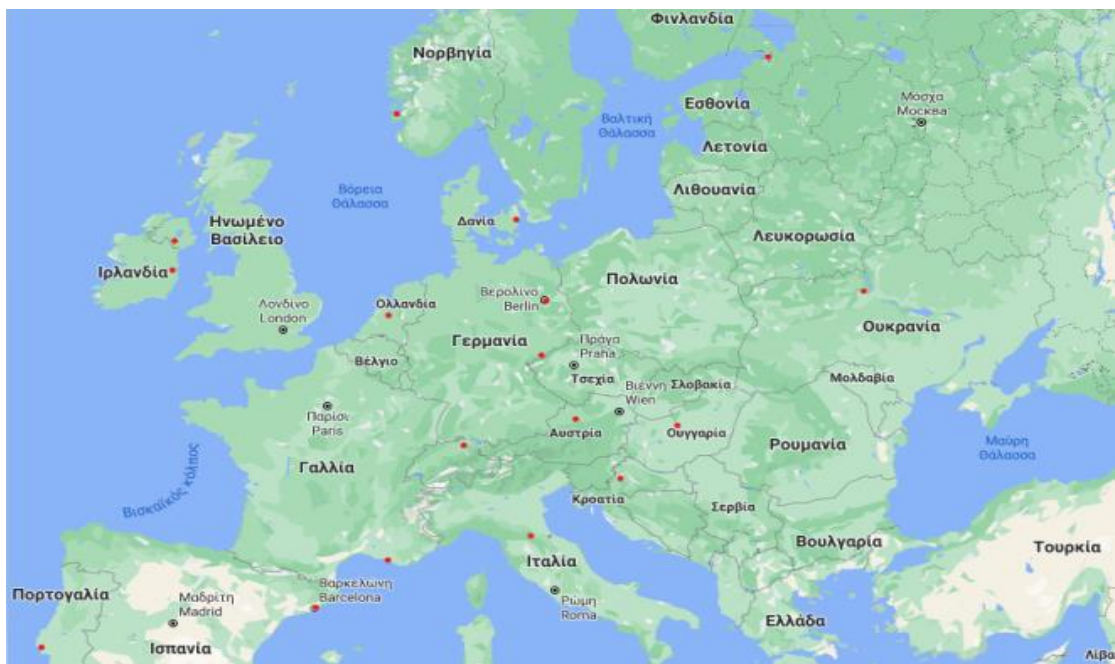
2.1

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα δεδομένα της εργασίας περιλαμβάνουν 17 σταθμούς οι οποίοι είναι το Kremsmuenster, Zagreb-Gric, Vestervig, Fichtelberg, Pecs Pogany, Dublin-Phoenix Park, Bologna, Lisboa Geofisica, St. Petersburg, Barcelona-Fabra, Zurich, Kiev, Armagh, Bergen-Sandsli, Marseille, De Bilt, Berlin – Lichtengrade (Σχήμα 2.1). Αναφέρεται το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο και το χρονικό διάστημα καταγραφής των σταθμών (Πίνακας 2.1).

Χώρα	Σταθμός	Γ. Πλάτος(°)	Γ. Μήκος(°)	Υψόμετρο(m)	Περίοδος(yr)
Austria	Kremsmuenster	48:03:00	14:08:00	383	1877-2019
Croatia	Zagreb-Gric	45:49:01	15:58:41	157	1862-2019
Denmark	Vestervig	56:46:00	8:19:00	18	1887-2018
Germany	Fichtelberg	50:25:46	12:57:19	1213	1916-2018
Hungary	Pecs Pogany	46:00:21	18:13:58	203	1902-2017
Ireland	Dublin-Phoenix Park	53:21:50	6:19:10	49	1882-2009
Italy	Bologna	44:30:00	11:20:46	53	1815-2003
Portugal	Lisboa Geofisica	38:43:00	9:09:00	77	1901-1998
Russia	St. Petersburg	59:58:00	30:18:00	3	1882-2019
Spain	Barcelona-Fabra	41:25:06	2:07:26	412	1914-2019
Switzerland	Zurich	47:23:00	8:34:00	555	1902-2016
Ukraine	Kiev	50:24:00	30:32:00	166	1885-2019
UK	Armagh	54:21:00	6:39:00	62	1865-2017
Norway	Bergen-Sandsli	60:30:25	5:27:00	50	1901-2019
France	Marseille	43:18:18	5:23:48	75	1901-2002
Netherlands	De Bilt	52:05:56	5:10:47	2	1907-2019
Germany	Berlin	52:40:00	13:37:00	20	1877-2019

Πίνακας 2.1 Οι συντεταγμένες των 17 σταθμών, το υψόμετρο και η χρονική περίοδο καταγραφής



Σχήμα 2.1 Οι Ευρωπαϊκοί σταθμοί (Συμβολίζονται με κουκίδες στον χάρτη).

Τα δεδομένα της εργασίας περιλαμβάνουν 17 σταθμούς οι οποίοι είναι το Kremsmuenster, Zagreb-Gric, Vestervig, Fichtelberg, Pecs Pogany, Dublin-Phoenix Park, Bologna, Lisboa Geofisica, St. Petersburg, Barcelona-Fabra, Zurich, Kiev, Armagh, Bergen-Sandsli, Marseille, De Bilt, Berlin – Lichtengrade (Σχήμα 2.1). Αναφέρεται η θερμοκρασία και η βροχόπτωση κάθε εποχής (χειμώνας, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο) και η χρονική περίοδος καταγραφής.

Η πλειοψηφία των σταθμών χαρακτηρίζονται από πεδινή-λοφώδης τοπογραφία με υψόμετρα που δεν ξεπερνούν τα 200 μέτρα. Οι σταθμοί της Ουγγαρίας, Αυστρίας, Ισπανίας και Ελβετίας είναι ημιορεινοί με το υψόμετρο να κυμαίνεται στα 200-600 μέτρα. Ο σταθμός με το μεγαλύτερο υψόμετρο είναι το Fichtelberg της Γερμανίας, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως ορεινός καθώς βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 600 μέτρων. Οι παραθαλάσσιοι σταθμοί είναι το Vestervig, Dublin-Phoenix Park, Lisboa Geofisica, St. Petersburg, Barcelona-Fabra, Bergen-Sandsli, Marseille, De Bilt.

Η θερμοκρασία του φθινοπώρου είναι υψηλότερη από αυτήν της άνοιξης σε όλους τους σταθμούς εκτός από τον σταθμό της Ουκρανίας, ενώ πιο θερμή εποχή είναι το καλοκαίρι και η πιο ψυχρή ο χειμώνας. Σε ετήσια βάση οι πιο θερμοί σταθμοί είναι Lisboa Geofisica, Barcelona-Fabra, Marseille, Bologna, ενώ οι πιο ψυχροί είναι το Fichtelberg, St. Petersburg.

Οι εποχές που εμφανίζουν το μεγαλύτερο ύψος βροχής στους 17 σταθμούς είναι το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Ο πιο βροχερός σταθμός σε ετήσια βάση είναι το Bergen-Sandsli, ενώ οι πιο ξηροί σταθμοί είναι το Kiev, St. Petersburg, Berlin, Marseille (Πίνακας 2.1, Πίνακας 2.2 και Πίνακας 2.3).

Σταθμός	Χειμώνας(°C)	Άνοιξη (°C)	Καλοκαίρι (°C)	Φθινόπωρο (°C)	Περίοδος(yr)
Kremsmuenster	-0,7	8,9	17,9	9,1	1877-2019
Zagreb-Gric	1,8	11,9	21,0	11,9	1862-2019
Vestervig	1,2	6,3	15,2	9,1	1887-2018
Fichtelberg	-4,4	2,2	11,0	3,9	1916-2018
Pecs Pogany	0,7	11,1	20,6	11,3	1902-2017
Dublin-Phoenix P.	5,0	8,2	14,4	9,8	1882-2009
Bologna	3,4	13,5	24,0	14,5	1815-2003
Lisboa Geofisica	11,6	15,4	21,7	18,0	1901-1998
St. Petersburg	-6,2	3,7	16,7	5,5	1882-2019
Barcelona-Fabra	8,7	13,5	22,3	16,4	1914-2019
Zurich	0,7	8,9	17,2	9,2	1902-2016
Kiev	-4,1	8,0	19,3	7,9	1885-2019
Armagh	4,6	8,3	14,5	9,6	1865-2015
Bergen-Sandsli	1,7	6,0	13,6	8,0	1901-2019
Marseille	8,0	13,7	22,0	15,6	1901-2002
De Bilt	2,8	8,8	16,3	10,1	1907-2019
Berlin	0,6	8,9	18,0	9,3	1887-2019

Πίνακας 2.2 Μέσος όρος θερμοκρασίας σε κάθε σταθμό ανά εποχή για την χρονική περίοδο καταγραφής του.

Σταθμός	Χειμώνας(mm)	Άνοιξη (mm)	Καλοκαίρι (mm)	Φθινόπωρο (mm)	Περίοδος
Kremsmuenster	182,9	239,8	377,1	214,0	1877-2019
Zagreb-Gric	160,8	203,5	262,2	259,7	1862-2019
Vestervig	184,7	129,7	192,1	255,0	1887-2018
Fichtelberg	271,3	265,9	349,2	259,3	1916-2018
Pecs Pogany	120,9	165,7	200,2	172,4	1902-2017
Dublin-Phoenix P.	190,1	159,3	196,4	205,9	1882-2009
Bologna	140,1	176,0	134,3	221,5	1815-2003
Lisboa Geofisica	281,7	172,1	26,2	211,4	1901-1998
St. Petersburg	105,6	107,1	211,3	165,6	1882-2019
Barcelona-Fabra	124,1	164,2	108,0	219,5	1914-2019
Zurich	205,9	263,2	381,6	246,0	1902-2016
Kiev	113,9	123,4	184,8	125,6	1885-2019
Armagh	213,3	169,7	216,0	224,6	1865-2015
Bergen-Sandsli	570,5	360,8	430,5	678,2	1901-2019
Marseille	155,6	145,0	67,3	226,7	1901-2002
De Bilt	194,3	158,0	226,9	220,0	1907-2019
Berlin	125,8	125,1	190,9	132,0	1887-2019

Πίνακας 2.3 Μέσος όρος βροχόπτωσης σε κάθε σταθμό ανά εποχή για την χρονική περίοδο λειτουργίας του.

Το στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή της διπλωματικής εργασίας είναι η γραμμική παλινδρόμηση. Η κατασκευή του μοντέλου απαιτεί γνώση της φύσης της σχέσης των μεταβλητών, όχι της συναρτησιακή τους σχέσης (Πανάρετος Ι. 2001). Ιστορικά, ο όρος παλινδρόμηση προέρχεται από τον Francis Galton και αναφέρεται για πρώτη φορά σε μια μελέτη του (1869) ανάμεσα στο ύψος των παιδιών και στο ύψος των γονέων (Galton .F.1869).

Αναλυτικά, στην στατιστική, η γραμμική παλινδρόμηση είναι μια προσέγγιση μοντελοποίησης της σχέσης μιας απλής εξαρτημένης μεταβλητής y με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Η μεταβλητή x δεν θεωρείται τυχαία, ενώ η y θεωρείται τυχαία μεταβλητή. Στη περίπτωση που έχουμε μία μόνο μεταβλητή x τότε η μοντελοποίηση ονομάζεται απλή γραμμική παλινδρόμηση (Ορισμός κατά Μπούτσικας Μ. ,2013). Δηλαδή η μορφή εξίσωσης της ευθείας που προκύπτει από την εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης είναι $y = \alpha + \beta x$. (Αδαμόπουλος Λεωνίδας et. al. 2013) Όπου α είναι η μετατόπιση της ευθείας στον άξονα της θερμοκρασίας και βροχόπτωσης (y'), β είναι ο συντελεστής της ευθείας (T-P) και x είναι το έτος (year).

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία η παραπάνω εξίσωση διαμορφώνεται ως εξής:

$$T = (^\circ\text{C}/\text{yr}) * (\text{year}) + \alpha \text{ και } P = (\text{mm}/\text{yr}) * (\text{year}) + \alpha$$

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης ήταν οι ανεξάρτητες μεταβλητές, θερμοκρασία και βροχόπτωση ως προς την εξαρτημένη μεταβλητή, χρόνο (εποχή). Η επιλογή των σταθμών έγινε με βάση το ευρύ χρονικό διάστημα δεδομένων που τους διέκρινε (98+ χρόνια) με σκοπό τα ακριβέστερα συμπεράσματα.

3.1 Ανάλυση σταθμών (Site analysis)

3.1.1 Αυστρία

Η Αυστρία εντοπίζεται στην κεντρική Ευρώπη, είναι ορεινή χώρα με χερσαία σύνορα και χωρίς έξοδο στην θάλασσα (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Kremsmuenster της Αυστρίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1877-2019. Ο συγκεκριμένος σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (48:03:00 Β, 14:08:00 Α) στα 383 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη εποχή, ενώ ο χειμώνας η ψυχρότερη και η άνοιξη με τον χειμώνα έχουν παρόμοια θερμοκρασία (Πίνακας 3.1.1)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	-0,7	8,9	17,9	9,1

Πίνακας 3.1.1 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Kremsmuenster της Αυστρίας την χρονική περίοδο 1877-2019 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.1).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,15 °C/10yrs, το φθινόπωρο η μεταβολή είναι 0,12 °C/10yrs. Την άνοιξη και το καλοκαίρι η μέση αυξητική τάσης της θερμοκρασίας είναι 0,14 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

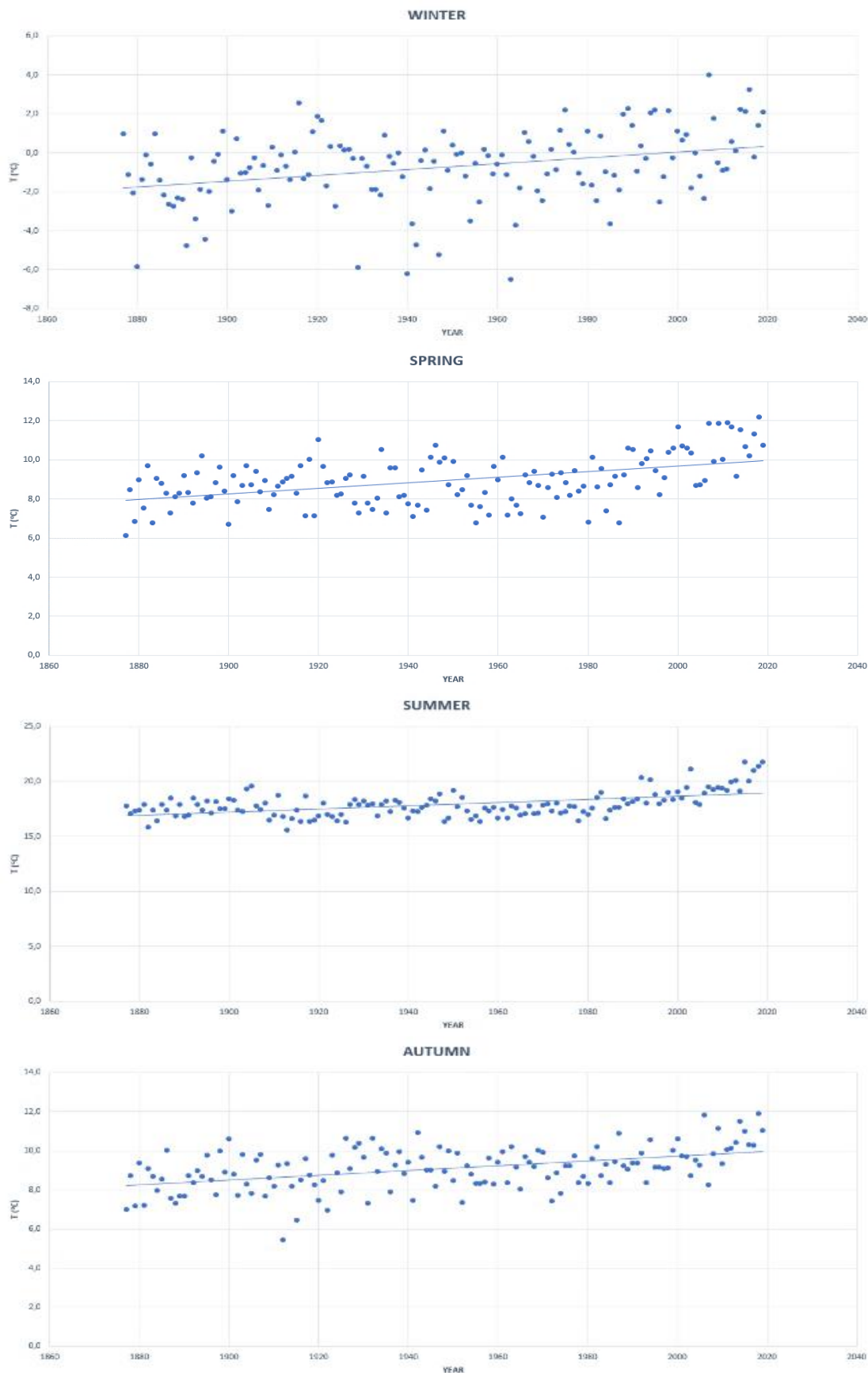
Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη εποχή, ενώ ο χειμώνας η ξηρότερη, η άνοιξη και το φθινόπωρο παρουσιάζουν παρόμοια επίπεδα βροχόπτωσης (Πίνακας 3.1.2).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	182,9	239,8	377,1	214,0

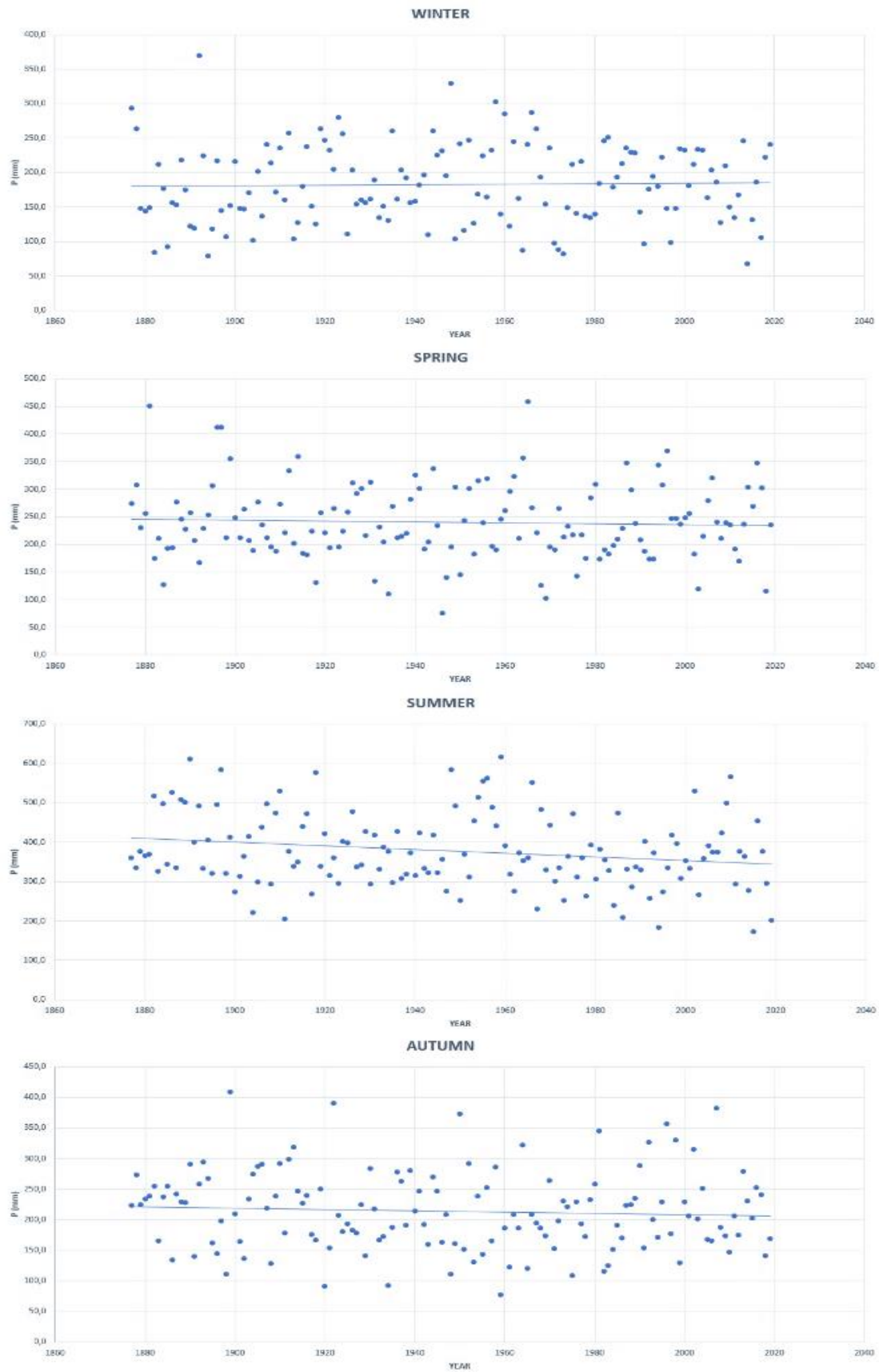
Πίνακας 3.1.2 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Kremsmuenster της Αυστρίας την χρονική περίοδο 1877-2019 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ενώ αυξητική τάση τον χειμώνα (Σχήμα 3.1.2).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,39 mm/10yrs, ενώ τις υπόλοιπες εποχές η βροχόπτωση ακολουθεί πτωτική τάση. Την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,81 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 4,67 mm/10yrs και το φθινόπωρο μειώνεται κατά μέσο όρο 1,03 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.1 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,015 \cdot year - 29$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,014 \cdot year - 18$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,014 \cdot year - 10$, Φθινόπωρο $T_{\varphi} = 0,012 \cdot year - 15$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.2 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο (year). Για τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,038 \cdot \text{year} + 107$, Άνοιξη $P_{\alpha} = -0,081 \cdot \text{year} + 398$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = -0,466 \cdot \text{year} + 1285$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = -0,103 \cdot \text{year} + 414$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Κροατία είναι στα Βαλκάνια βόρεια, νότια και ανατολικά έχει χερσαία σύνορα ενώ στα δυτικά βρέχεται από την Αδριατική θάλασσα (Σχήμα2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Zagreb-Gric της Κροατίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1862-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (45:49:01 Β,15:58:41 Α) στα 157 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι αποτελεί την θερμότερη εποχή, ο χειμώνας την ψυχρότερη και το φθινόπωρο με την άνοιξη έχουν ίδια θερμοκρασία (πίνακα 3.1.3).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	1,8	11,9	21,0	11,9

Πίνακας 3.1.3 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Zagreb-Gric της Κροατίας την χρονική περίοδο 1862-2019 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.3).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,17 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το φθινόπωρο η μεταβολή είναι 0,08 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$. Την άνοιξη η μέση αυξητική τάσης της θερμοκρασίας είναι 0,11 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το καλοκαίρι 0,1 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Ο χειμώνας είναι η ξηρότερη εποχή με το Καλοκαίρι και το Φθινόπωρο να είναι οι δύο υγρότερες εποχές με την βροχόπτωση αυτές τις εποχές να κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα (Πίνακας 3.1.4).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	160,8	203,5	262,2	259,7

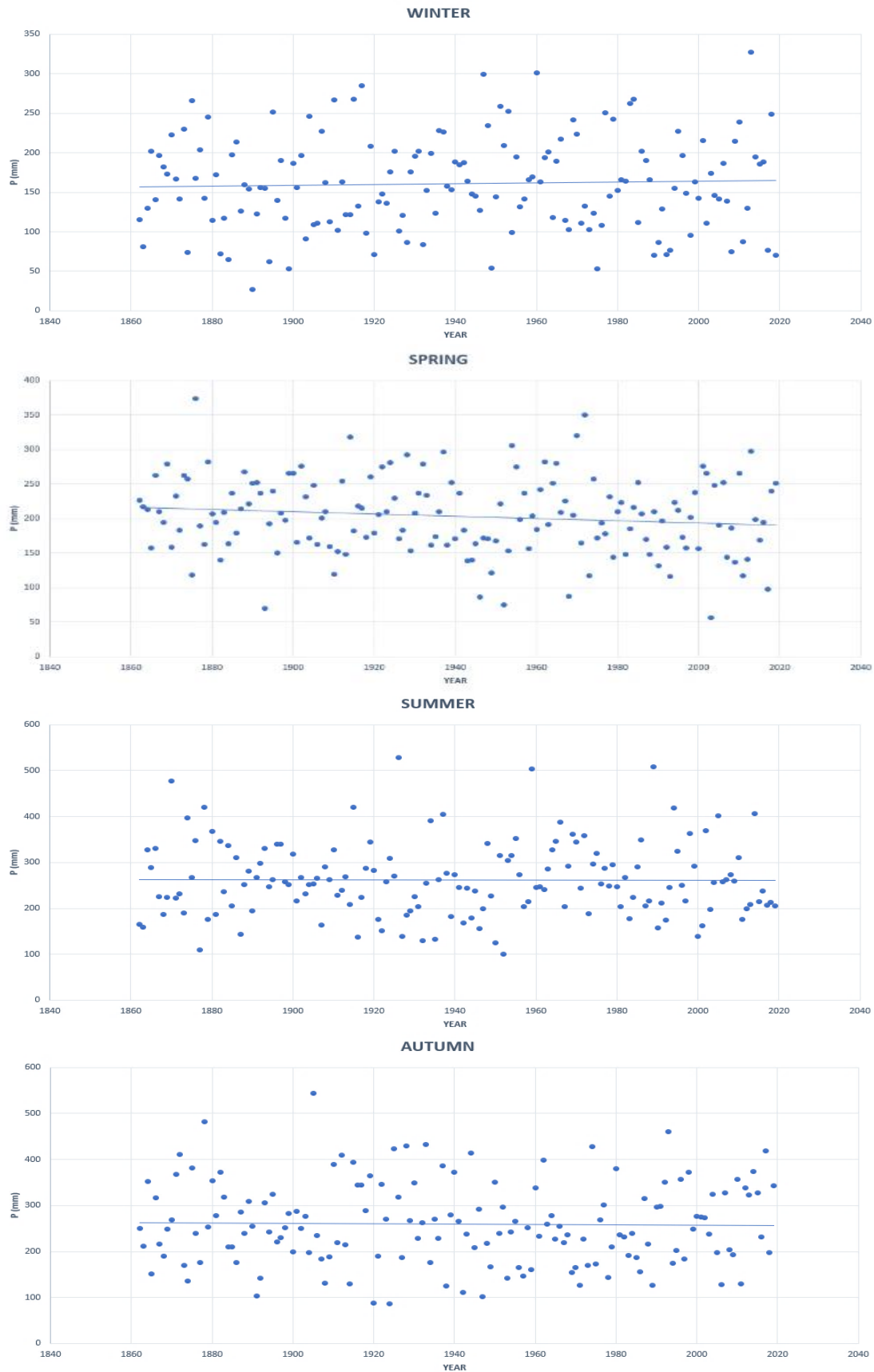
Πίνακας 3.1.4 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Zagreb-Gric της Κροατίας την χρονική περίοδο 1862-2019 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ενώ αυξητική τάση τον χειμώνα (3.1.4).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,57 mm/10yrs, ενώ τις υπόλοιπες εποχές η βροχόπτωση ακολουθεί πτωτική τάση. Την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1,63 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 0,07 mm/10yrs και το φθινόπωρο μειώνεται κατά μέσο όρο 0,39 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.3 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_w = 0,017 \cdot \text{year} - 30$, Άνοιξη $T_a = 0,011 \cdot \text{year} - 10$, Καλοκαίρι $T_k = 0,01 \cdot \text{year} + 2$, Φθινόπωρο $T_\phi = 0,008 \cdot \text{year} - 4$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.4 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,057 \cdot \text{year} + 50$, Άνοιξη $P_{\alpha} = -0,163 \cdot \text{year} + 520$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = -0,007 \cdot \text{year} + 276$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = -0,039 \cdot \text{year} + 334$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Δανία εντοπίζεται στην Σκανδιναβία βρέχεται από την Βαλτική και την Βόρεια θάλασσα, έχει χερσαία σύνορα νότια με την Γερμανία. Το σύνολο την Δανίας είναι πεδινό με ήπιο ανάγλυφο (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Vestervig της Δανίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1887-2018. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (56:46:00 Β, 8:19:00 Α) στα 18 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Η θερμότερη εποχή είναι το καλοκαίρι, ενώ η ψυχρότερη ο χειμώνας, Το φθινόπωρο είναι αρκετά θερμότερο συγκριτικά της άνοιξης (3.1.5).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	1,2	6,3	15,2	9,1

Πίνακας 3.1.5 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Vestervig της Δανίας την χρονική περίοδο 1887-2018 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.5).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,1 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,13 °C/10yrs, ενώ το καλοκαίρι 0,09 °C/10yrs, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,12 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

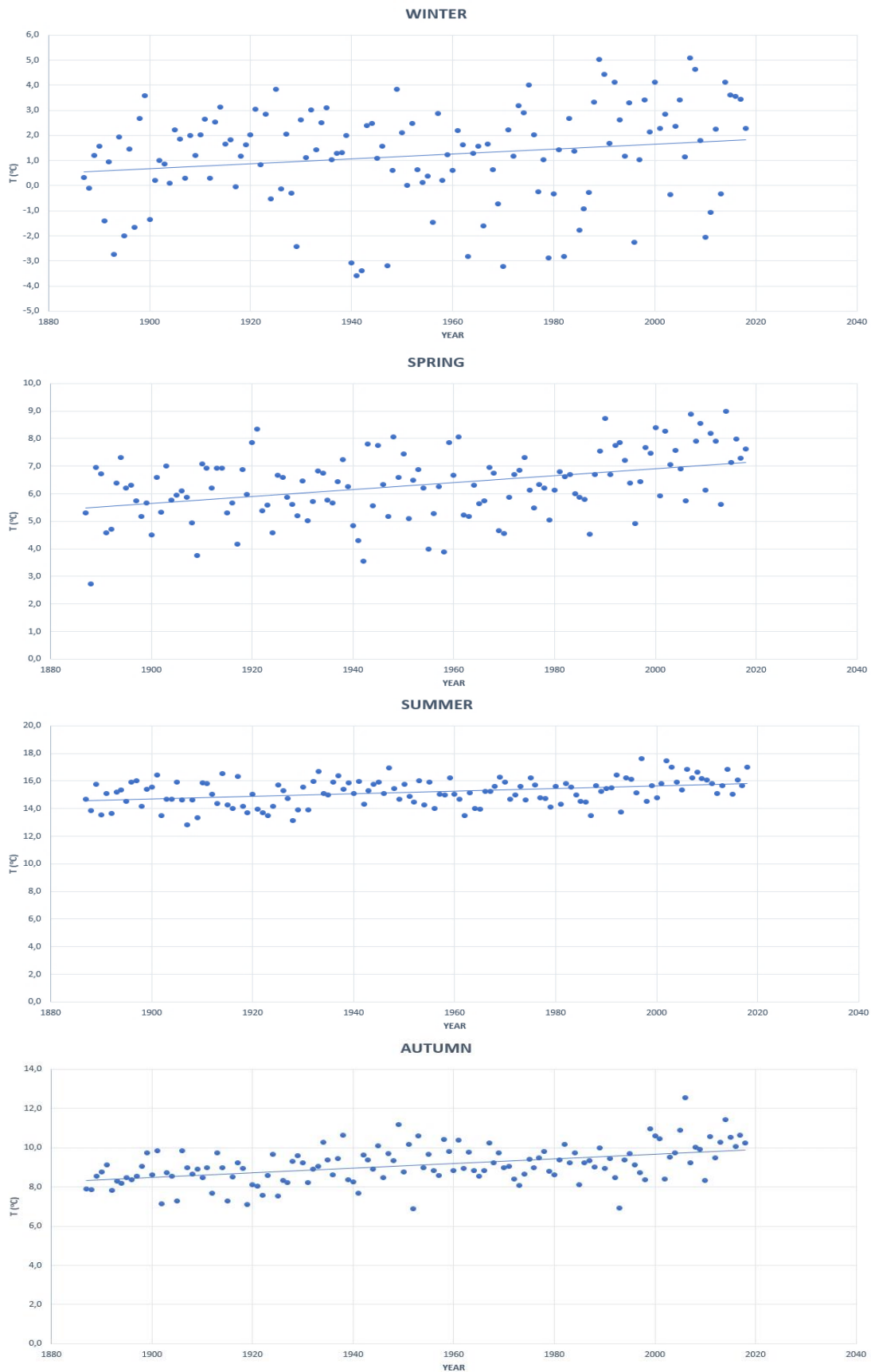
Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη εποχή, η άνοιξη η ξηρότερη, ενώ ο χειμώνας και το καλοκαίρι παρουσιάζουν αντίστοιχα επίπεδα βροχόπτωσης (Πίνακας 3.1.6)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	184,7	129,7	192,1	255,0

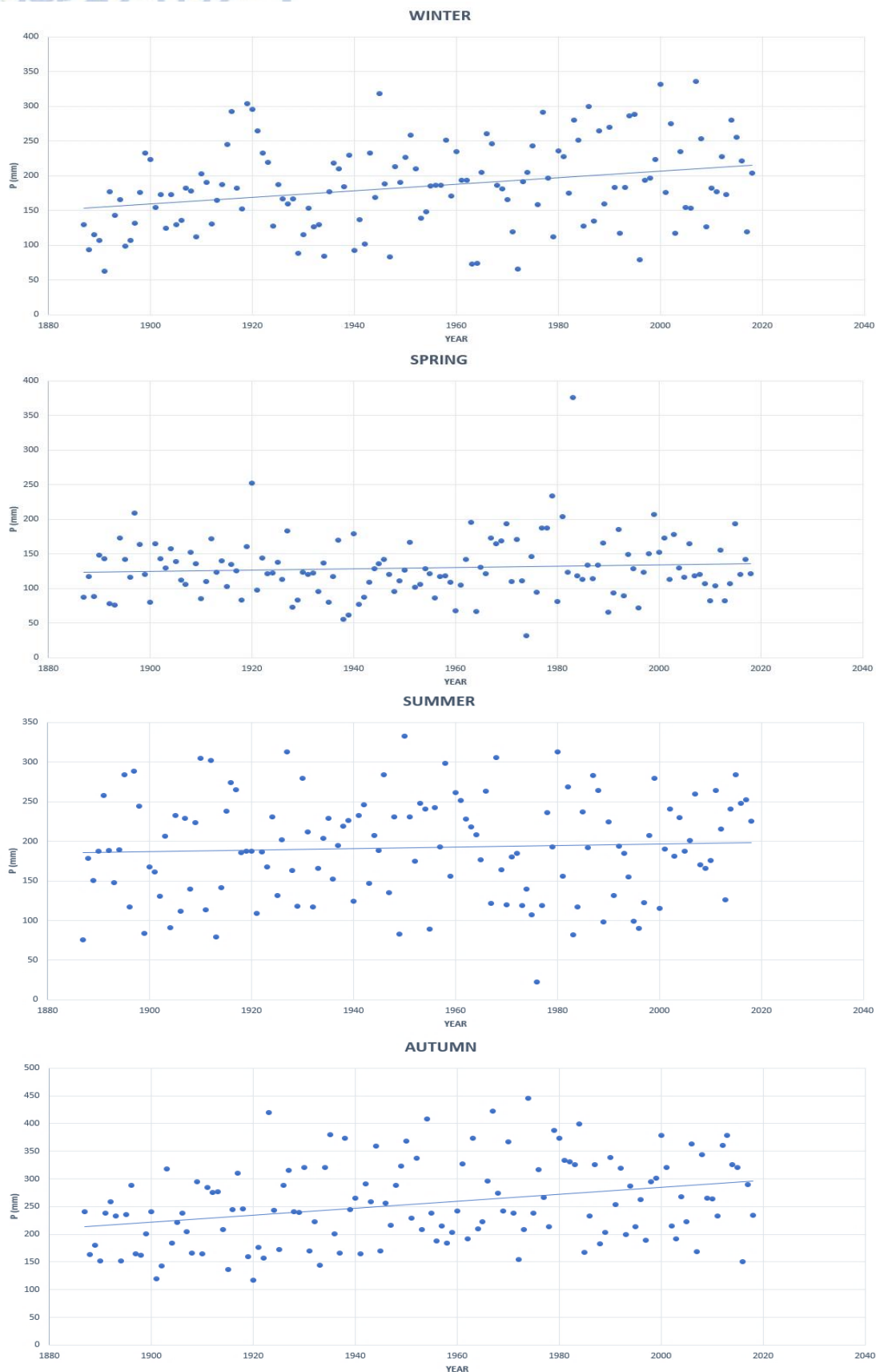
Πίνακας 3.1.6 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Vestervig της Δανίας την χρονική περίοδο 1887-2018 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.6).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 4,74 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,99 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 0,99 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 6,33 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.5 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,01 \cdot year - 17$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,013 \cdot year - 18$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,009 \cdot year - 3$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,012 \cdot year - 14$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.6 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_x = 0,474 \cdot year - 740$, Άνοιξη $P_a = 0,099 \cdot year - 64$, Καλοκαίρι $P_k = 0,099 \cdot year - 1$, Φθινόπωρο $P_\phi = 0,633 \cdot year - 981$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Το Fichtelberg βρίσκεται στην κεντρική Ευρώπη στα σύνορα με την Τσεχία, όπου είναι μία ορεινή περιοχή με έντονο ανάγλυφο (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Fichtelberg της Γερμανίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1916-2018. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (50:25:46 Β, 12:57:19 Α) στα 1213 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι η θερμότερη και χειμώνας είναι η ψυχρότερη εποχή ενώ το φθινόπωρο είναι θερμότερο συγκριτικά με την άνοιξη (Πίνακας 3.1.7).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	-4,4	2,2	11,0	3,9

Πίνακας 3.1.7 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Fichtelberg της Γερμανίας την χρονική περίοδο 1916-2018 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.7).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο $0,13^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι $0,15^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το καλοκαίρι $0,19^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$ και το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάσης της θερμοκρασίας είναι $0,14^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Το καλοκαίρι είναι πιο υγρή εποχή, σε αντίθεση ο χειμώνας, η άνοιξη και το φθινόπωρο παρουσιάζουν αντίστοιχα επίπεδα βροχόπτωσης (Πίνακας 3.1.8)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	271,3	265,9	349,2	259,3

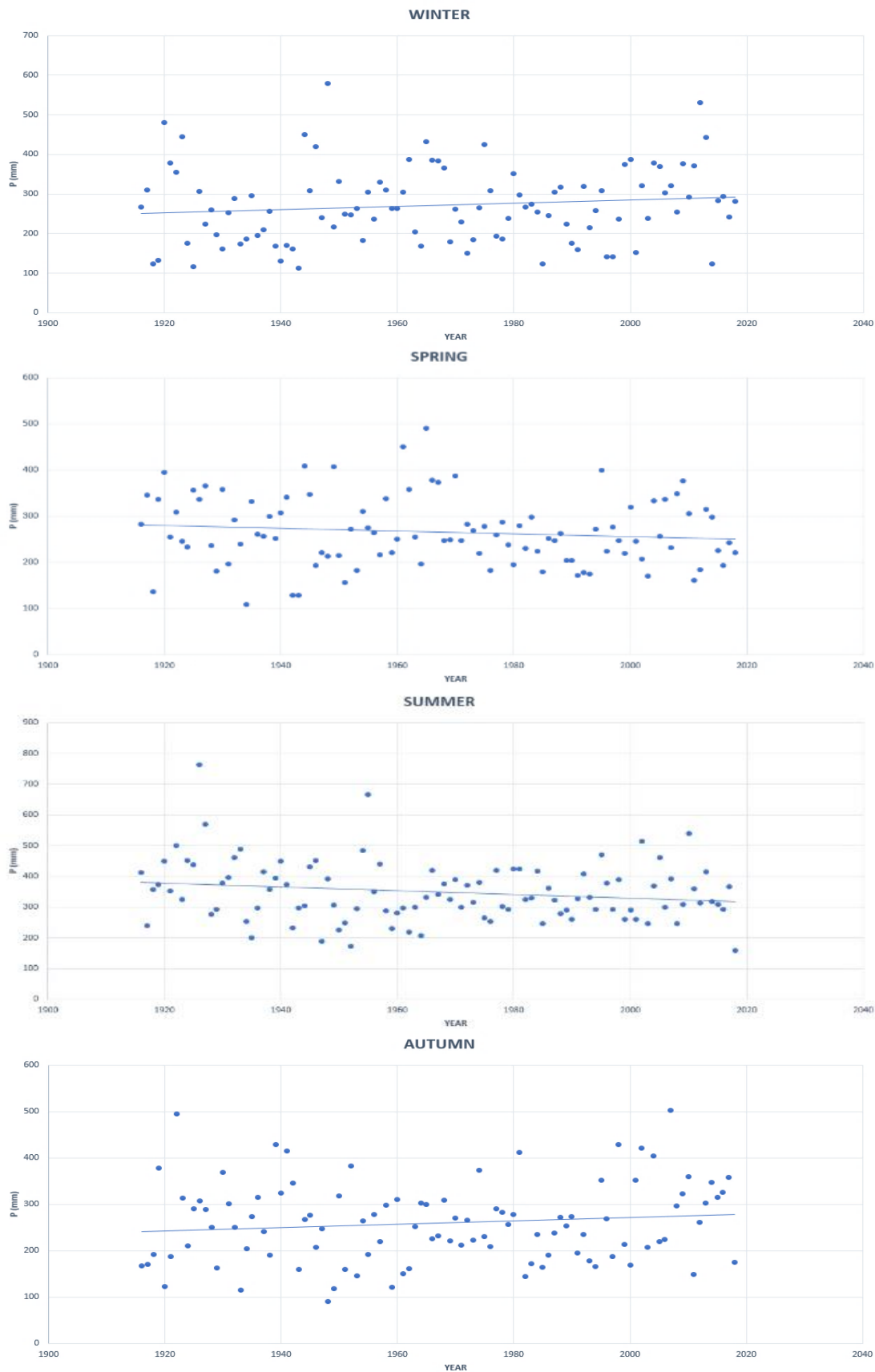
Πίνακας 3.1.8 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Fichtelberg της Γερμανίας την χρονική περίοδο 1916-2018 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη και το καλοκαίρι, ενώ ανοδική τάση τον χειμώνα και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.8).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο $4,12\text{ mm}/10\text{yrs}$, ενώ τις υπόλοιπες εποχές η βροχόπτωση ακολουθεί πτωτική τάση, την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο $3,11\text{ mm}/10\text{yrs}$, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο $5,99\text{ mm}/10\text{yrs}$ και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο $3,56\text{ mm}/10\text{yrs}$.



Σχήμα 3.1.7 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,013 \cdot year - 29$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,015 \cdot year - 27$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,019 \cdot year - 26$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,014 \cdot year - 23$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.8 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_w = 0,412 \cdot year - 540$, Άνοιξη $P_a = -0,311 \cdot year + 878$, Καλοκαίρι $P_k = -0,599 \cdot year + 1527$, Φθινόπωρο $P_\phi = 0,356 \cdot year - 441$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Ουγγαρία

Η Ουγγαρία βρίσκεται στην κεντρική Ευρώπη έχει χερσαία σύνορα είναι κυρίως πεδινή χώρα χωρίς έξοδο στην θάλασσα. (Σχήμα 2.1) . Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Pecs Rogany της Ουγγαρίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1902-2017. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (46:00:21 Β, 18:13:58 Α) στα 203 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι αποτελεί την θερμότερη ενώ ο χειμώνας την ψυχρότερη εποχή, το φθινόπωρο με την άνοιξη εμφανίζουν παρόμοια θερμοκρασία (Πίνακας 3.1.9).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	0,7	11,1	20,6	11,3

Πίνακας 3.1.9 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Pecs Rogany της Ουγγαρίας την χρονική περίοδο 1902-2017 ακολουθεί αυξητική τάση (Σχήμα 3.1.9)

Τον χειμώνα αυξάνεται η μειώνεται κατά μέσο όρο 0,01 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,03 °C/10yrs, το καλοκαίρι 0,06 °C/10yrs και το φθινόπωρο 0,01 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

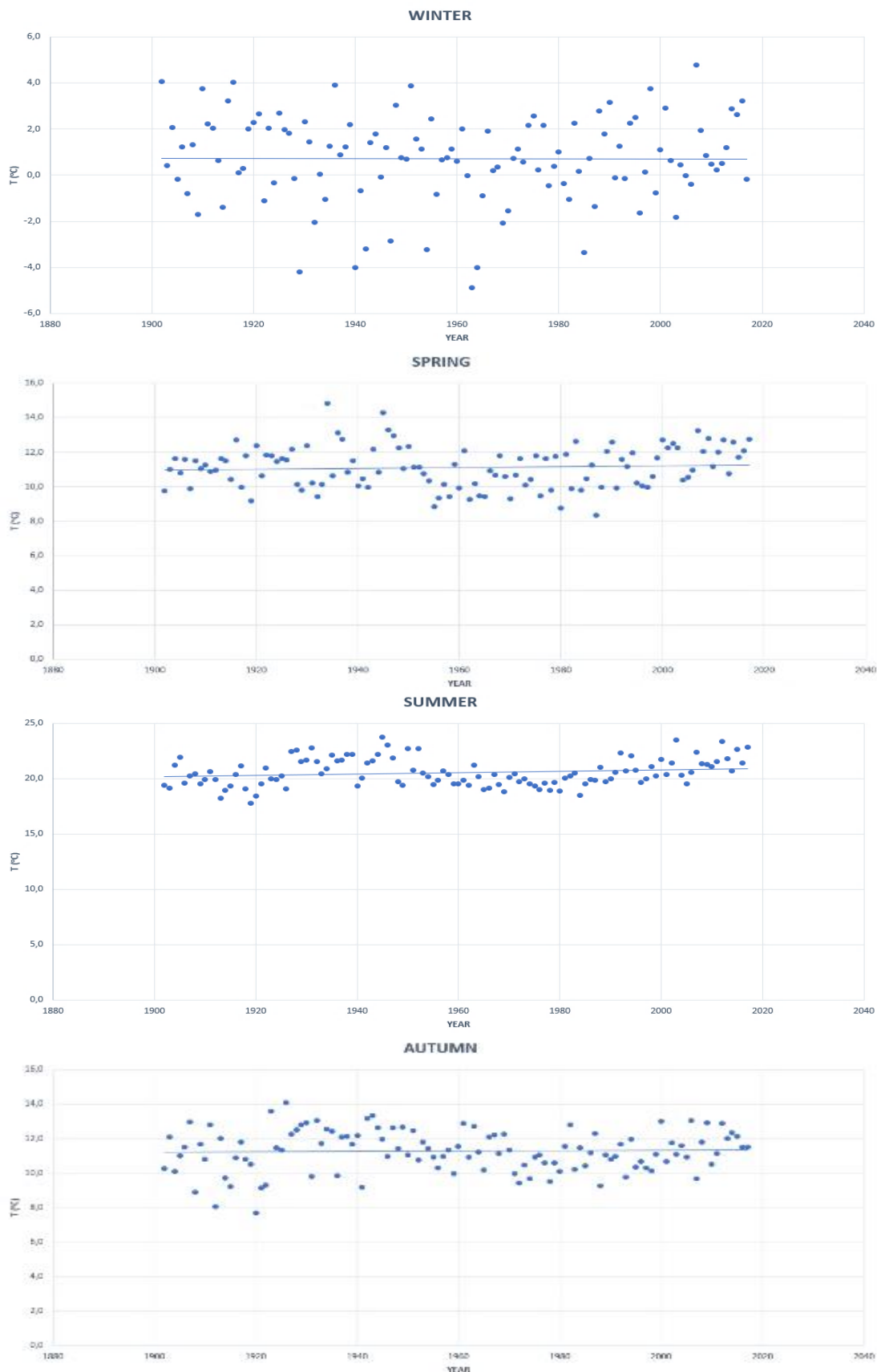
Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη εποχή, ο χειμώνας η ξηρότερη εποχή, ενώ το φθινόπωρο και η άνοιξη παρουσιάζουν αντίστοιχη βροχόπτωση (Πίνακας 3.1.10)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	120,9	165,7	200,2	172,4

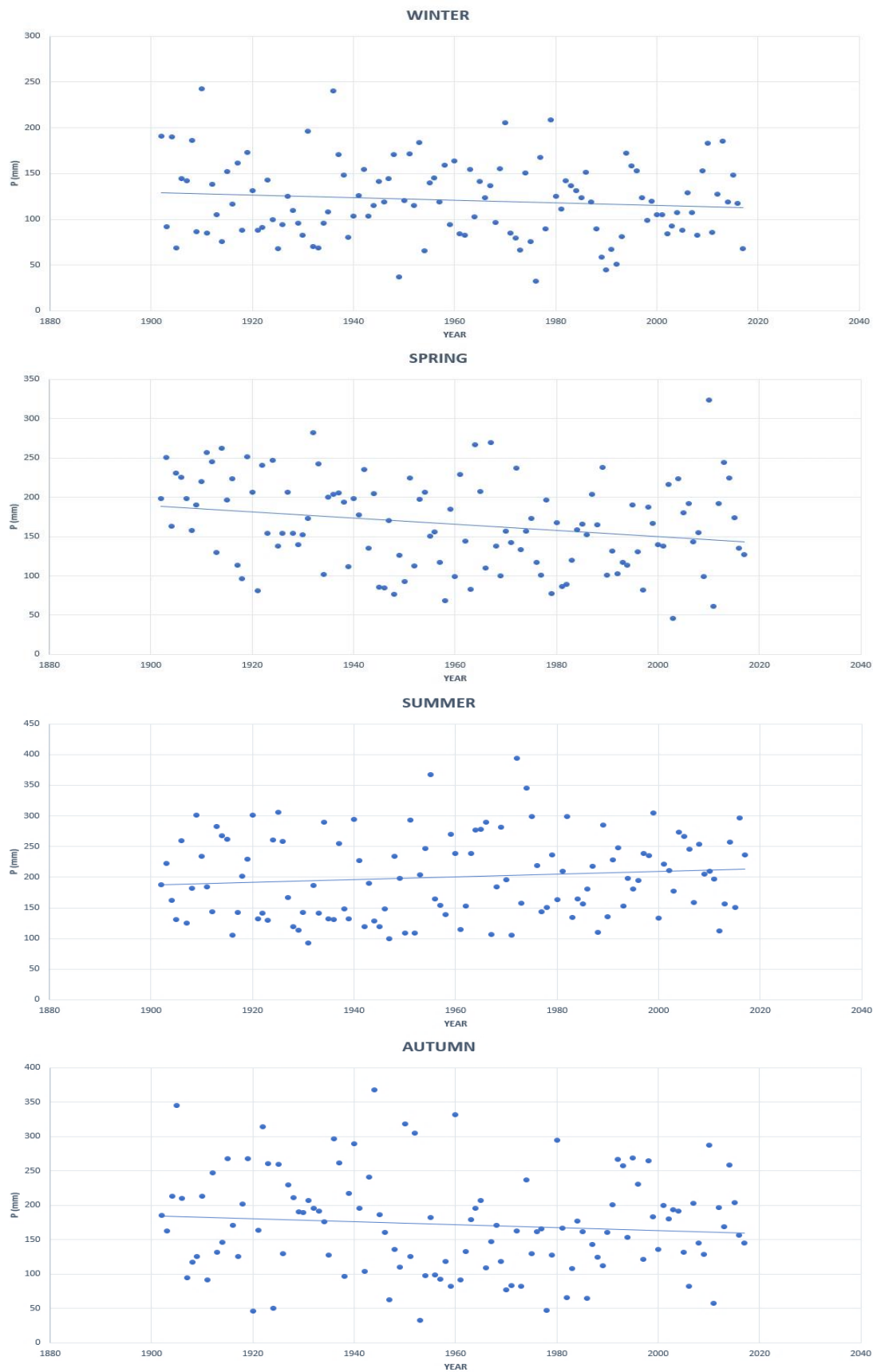
Πίνακας 3.1.10 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Pecs Rogany της Ουγγαρίας την χρονική περίοδο 1902-2017 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη και το φθινόπωρο ενώ αυξητική τάση το καλοκαίρι (Σχήμα 3.1.10).

Τον χειμώνα μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1,42 mm/10yrs, την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,97 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 2,25 mm/10yrs και το φθινόπωρο μειώνεται κατά μέσο όρο 2,13 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.9 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασία (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_w = -0.001 \cdot \text{year} + 2$, Άνοιξη $T_a = 0.003 \cdot \text{year} + 6$, Καλοκαίρι $T_k = 0.006 \cdot \text{year} + 8$, Φθινόπωρο $T_\phi = 0.001 \cdot \text{year} + 9$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.10 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = -0,142 \cdot year + 400$, Άνοιξη $P_{\alpha} = -0,397 \cdot year + 943$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,225 \cdot year - 241$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = -0,213 \cdot year + 589$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ιρλανδία είναι νησί στην βορειοδυτική Ευρώπη και περιβάλλεται από τον Ατλαντικό ωκεανό (Σχήμα 2.1) Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Dublin-Phoenix Park της Ιρλανδίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1882-2009. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (53:21:50 Β, 6:19:10 Δ) στα 49 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι και ο χειμώνας είναι η θερμότερη και ψυχρότερη εποχή αντίστοιχα, με το φθινόπωρο να είναι ελαφρώς θερμότερο από την άνοιξη (Πίνακας 3.1.11).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	5,0	8,2	14,4	9,8

Πίνακας 3.1.11 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Dublin-Phoenix Park της Ιρλανδίας την χρονική περίοδο 1882-2009 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.11).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,04 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,13 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το καλοκαίρι 0,10 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,12 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Η άνοιξη αποτελεί την ξηρότερη εποχή, το φθινόπωρο, ο χειμώνας και η άνοιξη παρουσιάζουν αντίστοιχη βροχόπτωση ωστόσο το φθινόπωρο είναι η ελαφρώς υγρότερη εποχή (Πίνακας 3.1.12).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	190,1	159,3	196,4	205,9

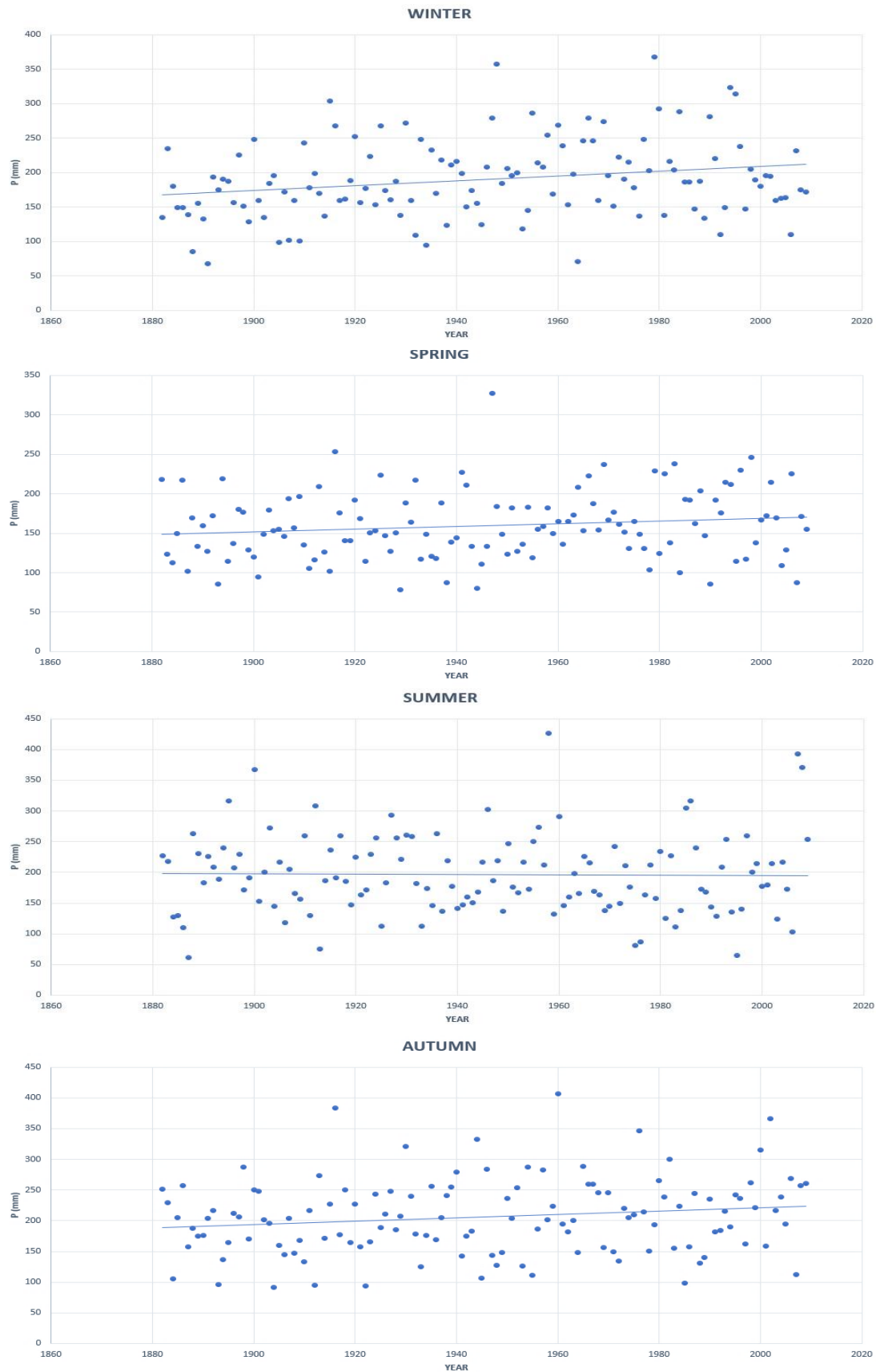
Πίνακας 3.1.12 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Dublin-Phoenix Park της Ιρλανδίας την χρονική περίοδο 1882-2009 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη, ενώ ανοδική τάση τον χειμώνα, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.12).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,55 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1,73 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 0,19 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 2,75 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.11 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,004 \cdot \text{year} - 2$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,013 \cdot \text{year} - 17$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,010 \cdot \text{year} - 4$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,012 \cdot \text{year} - 13$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.12 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,355 \cdot year - 500$, Άνοιξη $P_{\alpha} = 0,173 \cdot year - 178$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = -0,019 \cdot year + 234$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,275 \cdot year - 328$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ιταλία βρίσκεται στην κεντρική Ευρώπη έχει χερσαία σύνορα βόρεια και θαλάσσια ανατολικά, δυτικά και νότια (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Bologna της Ιταλίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1815-2003. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (44:30:00 B, 11:20:46 A) στα 53 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη, ενώ ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, με το φθινόπωρο να είναι ελαφρώς θερμότερο από την άνοιξη (Πίνακας 3.1.13).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	3,4	13,5	24,0	14,5

Πίνακας 3.1.13 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στην Bologna της Ιταλίας την χρονική περίοδο 1815-2003 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.13).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,1 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,04 °C/10yrs, ενώ το καλοκαίρι 0,01 °C/10yrs, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,05 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

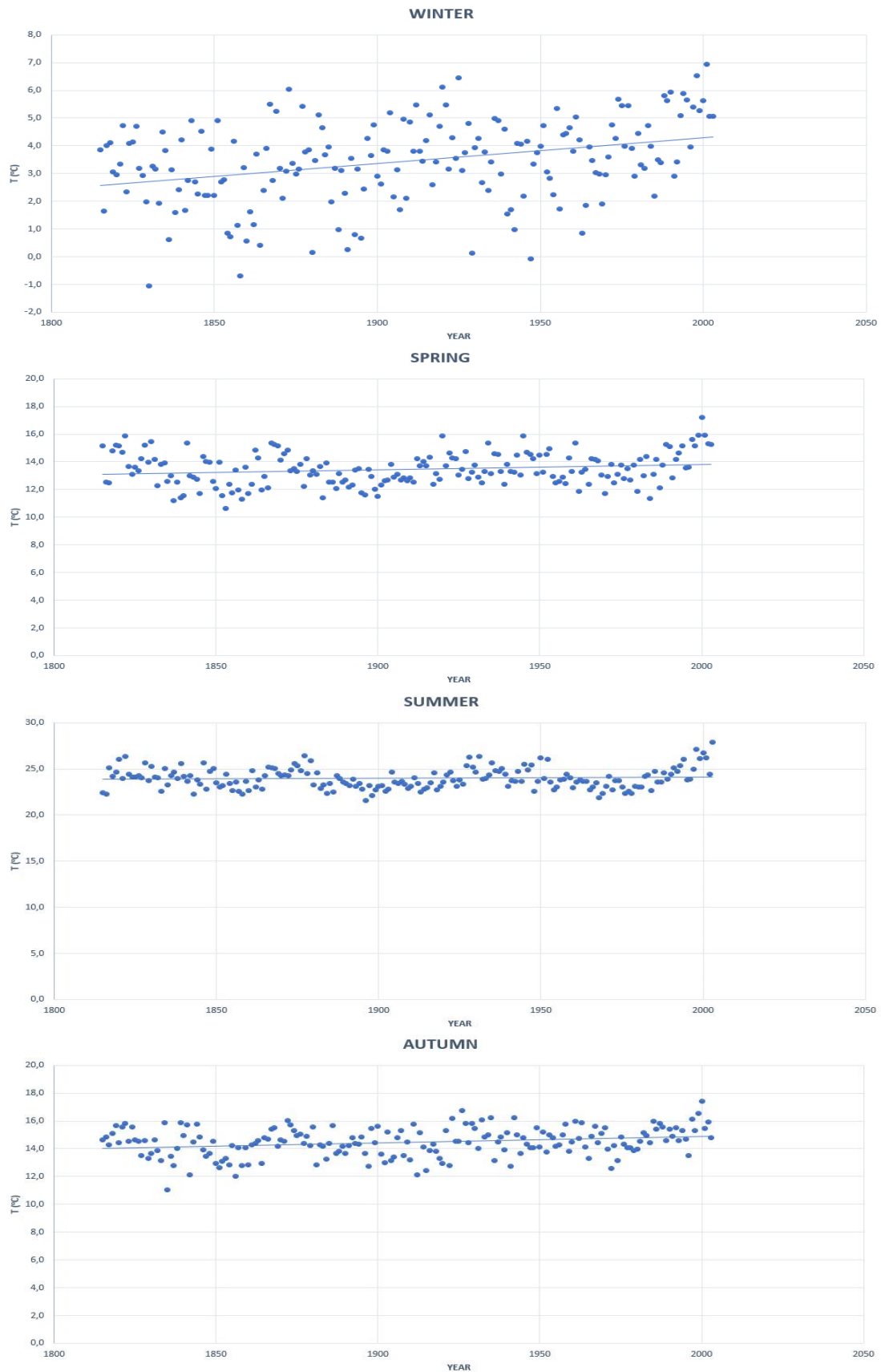
Το φθινόπωρο είναι η υγρότερη εποχή και το καλοκαίρι με τον χειμώνα οι ξηρότερες εποχές (Πίνακας 3.1.14)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	140,1	176,0	134,3	221,5

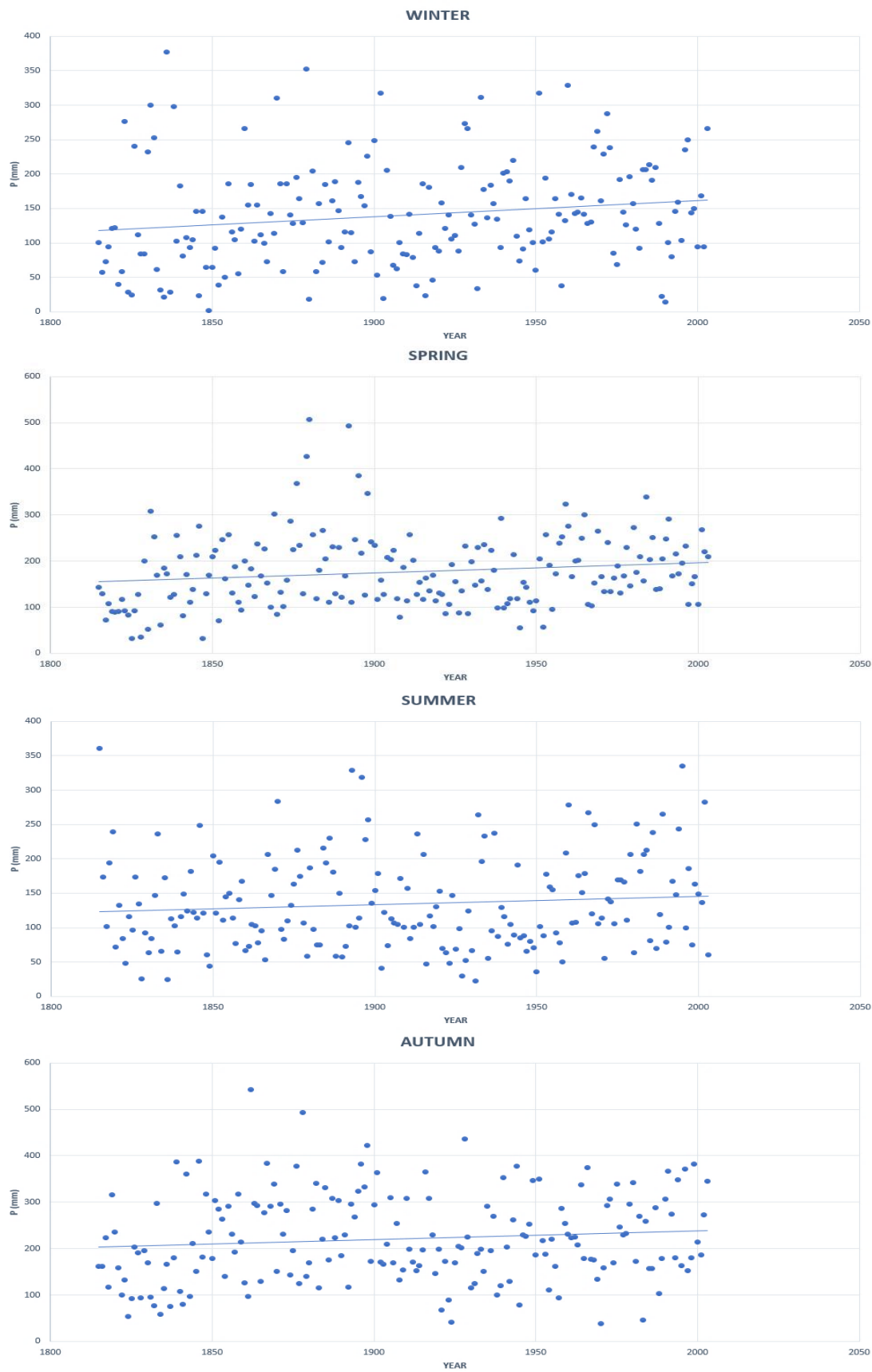
Πίνακας 3.1.14 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στην Bologna της Ιταλίας την χρονική περίοδο 1815-2003 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.14).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 2,35 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 2,25 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 1,19 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 1,88 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.13 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,01 \cdot \text{year} - 14$, Άνοιξη $T_a = 0,004 \cdot \text{year} + 6$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,001 \cdot \text{year} + 22$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,005 \cdot \text{year} + 6$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.14 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,235 \cdot year - 308$, Άνοιξη $P_{\alpha} = 0,225 \cdot year - 254$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,119 \cdot year - 93$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,188 \cdot year - 138$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Πορτογαλία βρίσκεται στην νοτιοδυτική Ευρώπη με χερσαία σύνορα βόρεια και ανατολικά, ενώ από τα Δυτικά και τα νότια βρέχεται από τον Ατλαντικό ωκεανό (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Lisboa Geofisica της Πορτογαλίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-1998. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (38:43:00 Β, 9:09:00 Δ) στα 77 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, με το φθινόπωρο να είναι αρκετά θερμότερο της άνοιξης (Πίνακας 3.1.15).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	11,6	15,4	21,7	18,0

Πίνακας 3.1.15 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στην Lisboa Geofisica της Πορτογαλίας την χρονική περίοδο 1901-1998 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.15).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,12 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,13 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το καλοκαίρι 0,11 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,12 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Ο χειμώνας αποτελεί την υγρότερη εποχή ενώ το καλοκαίρι την ξηρότερη εποχή (Πίνακας 3.1.16)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	281,7	172,1	26,2	211,4

Πίνακας 3.1.16 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στην Lisboa Geofisica της Πορτογαλίας την χρονική περίοδο 1901-1998 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη, ενώ αυξητική τάση τον χειμώνα, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.16).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 13,1 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 4,72 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 0,2 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 3,17 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.15 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασία (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,012 \cdot year - 12$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,013 \cdot year - 11$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,011 \cdot year + 0,83$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,012 \cdot year - 6$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.16 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 1,31 \cdot year - 2272$, Άνοιξη $P_a = 0,472 \cdot year - 749$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = -0,02 \cdot year + 65$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,317 \cdot year - 407$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ρωσία βρίσκεται στην ανατολική Ευρώπη με χερσαία σύνορα δυτικά και θαλάσσια στην Βαλτική και στην Αρκτική θάλασσα (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το σταθμό St. Petersburg της Ρωσίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1882-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (59:58:00 Β, 30:18:00 Α) στα 3 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, με το φθινόπωρο να είναι αρκετά θερμότερο από την άνοιξη (Πίνακας 3.1.17).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	-6,2	3,7	16,7	5,5

Πίνακας 3.1.17 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο St. Petersburg της Ρωσίας την χρονική περίοδο 1882-2019 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.17).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,21 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,22 °C/10yrs, ενώ το καλοκαίρι 0,1 °C/10yrs, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,14 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

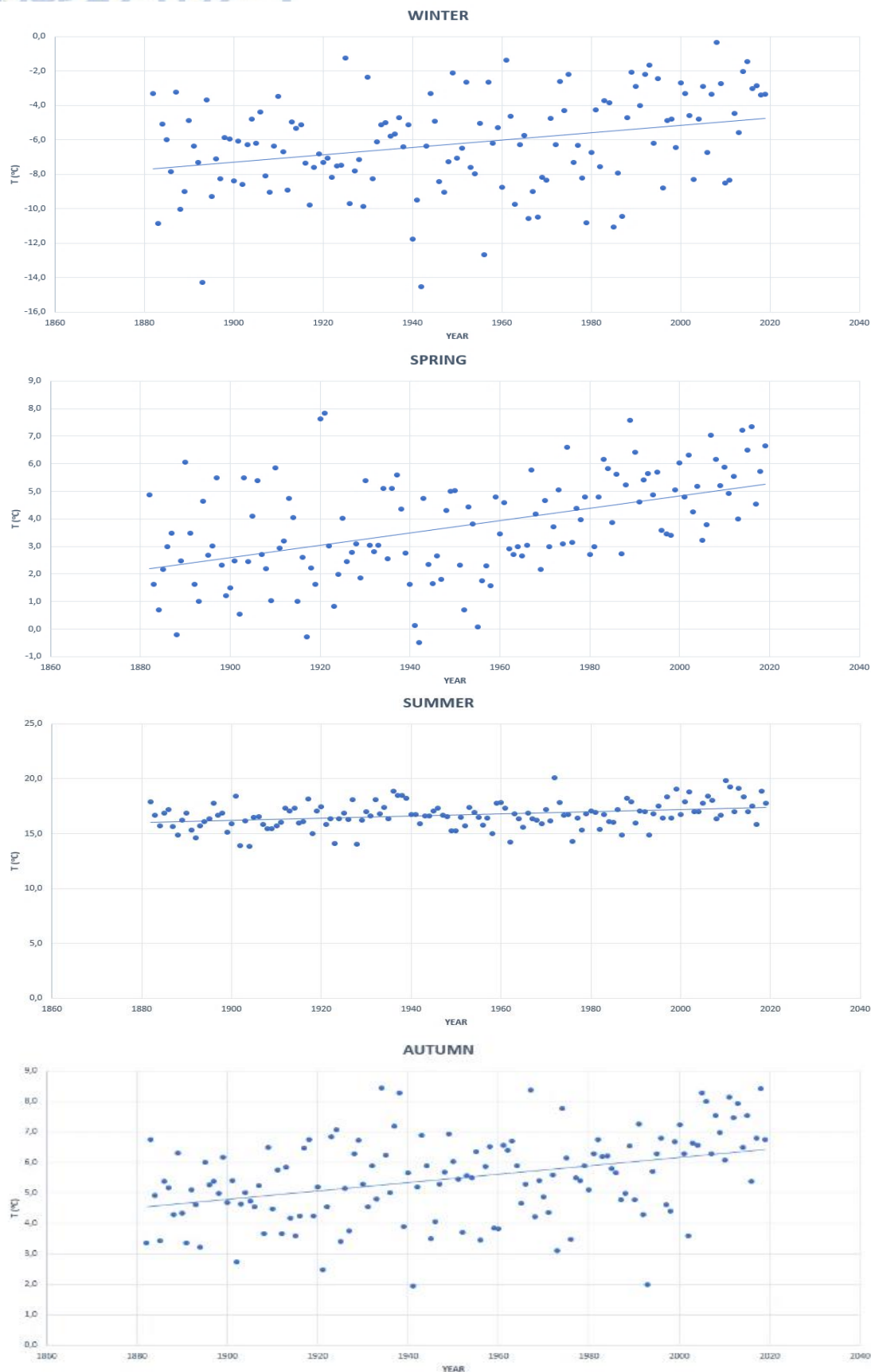
Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη εποχή, αντίθετα ο χειμώνας και η άνοιξη είναι οι ξηρότερες εποχές (Πίνακας 3.1.18).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	105,6	107,1	211,3	165,6

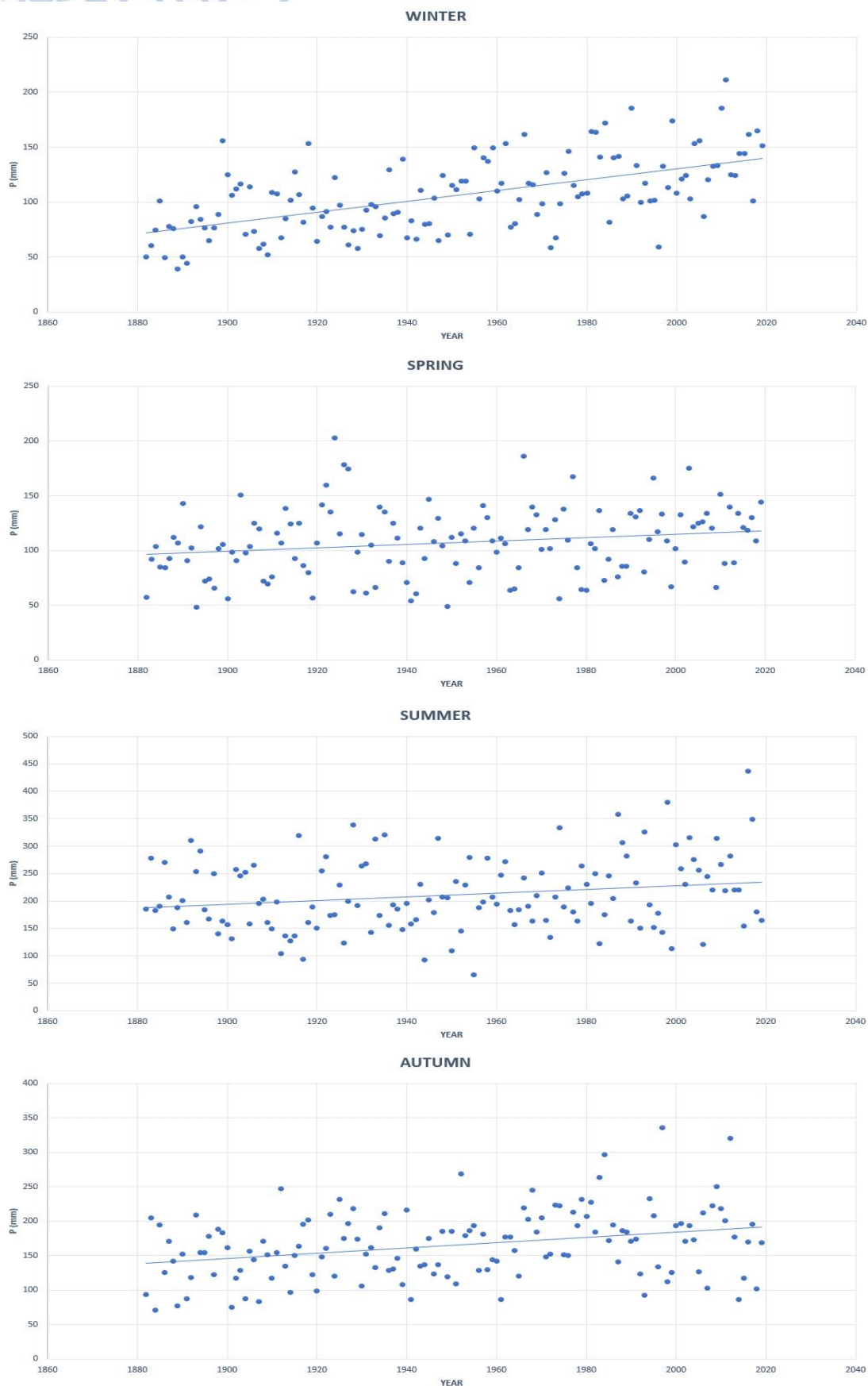
Πίνακας 3.1.18 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο St. Petersburg της Ρωσίας την χρονική περίοδο 1882-2019 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.18).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 4,94 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1,53 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 3,43 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 3,84 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.17 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,021 \cdot \text{year} - 48$, Άνοιξη $T_a = 0,022 \cdot \text{year} - 40$, Καλοκαίρι $T_k = 0,01 \cdot \text{year} - 3$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,014 \cdot \text{year} - 21$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.18 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχοπτώσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,494 \cdot \text{year} - 858$, Άνοιξη $P_{\alpha} = 0,153 \cdot \text{year} - 19$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,343 \cdot \text{year} - 457$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,384 \cdot \text{year} - 583$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ισπανία βρίσκεται στην νοτιοδυτική Ευρώπη με χερσαία σύνορα δυτικά και θαλάσσια στην Μεσόγειο και βискаϊκή θάλασσα (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Barcelona-Fabra της Ισπανία τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1882-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (41:25:06 B, 2:07:26 A) στα 412 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, με το φθινόπωρο να είναι αρκετά θερμότερο συγκριτικά της άνοιξης (Πίνακας 3.1.19)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	8,7	13,5	22,3	16,4

Πίνακας 3.1.19 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Barcelona-Fabra της Ισπανία την χρονική περίοδο 1882-2019 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.19).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,23 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,190 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το καλοκαίρι 0,2 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,22 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Το φθινόπωρο είναι η υγρότερη εποχή και το καλοκαίρι η ξηρότερη (Πίνακας 3.1.20).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	124,1	164,2	108,0	219,5

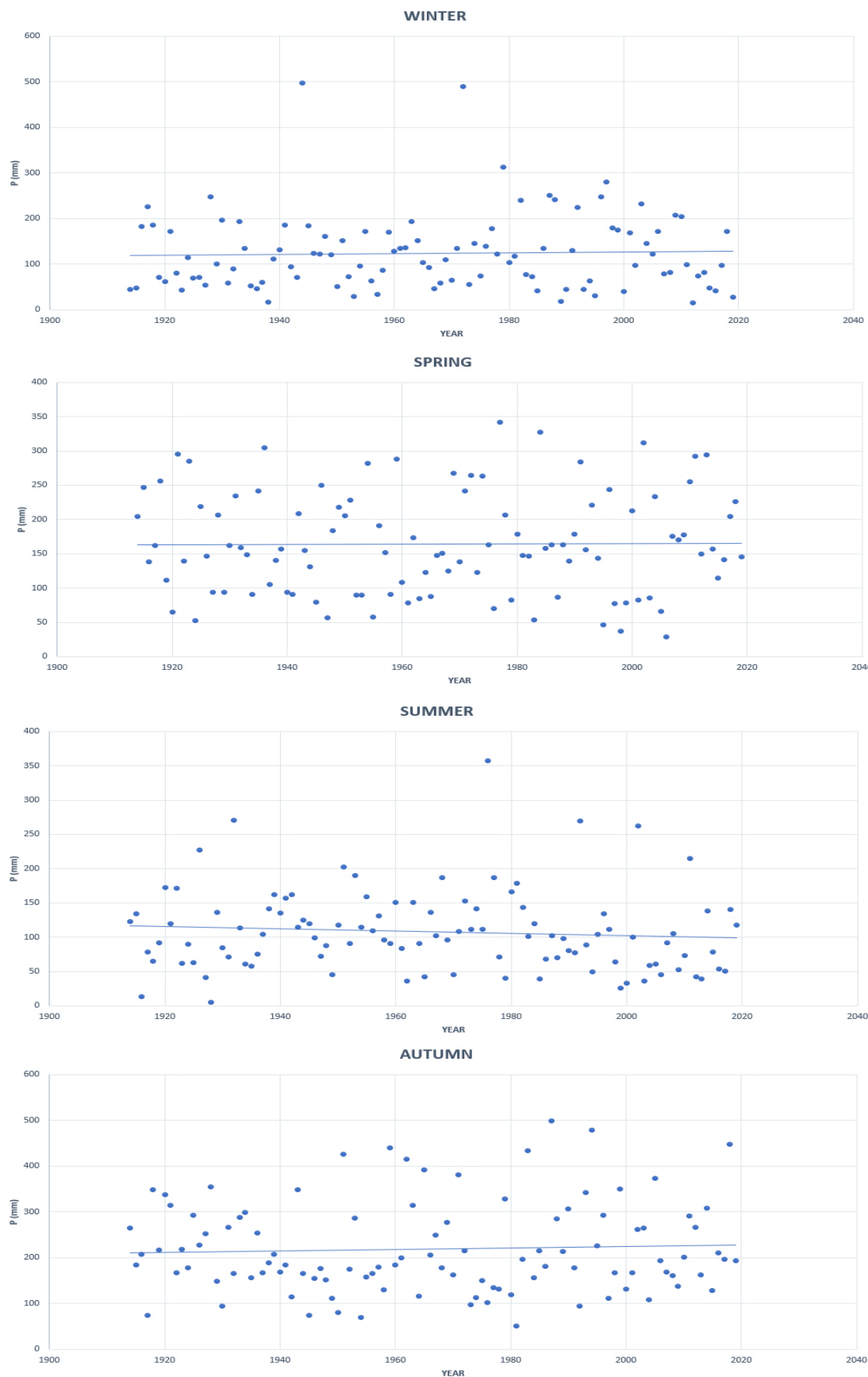
Πίνακας 3.1.20 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Barcelona-Fabra της Ισπανία την χρονική περίοδο 1882-2019 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ενώ αυξητική τάση τον χειμώνα (Σχήμα 3.1.20).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,833 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,18 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 1,73 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 1,69 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.19 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_x = 0,023 \cdot year - 37$, Άνοιξη $T_a = 0,019 \cdot year - 24$, Καλοκαίρι $T_k = 0,02 \cdot year - 17$, Φθινόπωρο $T_\phi = 0,022 \cdot year - 27$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.20 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχοπτώσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_w = 0,083 \cdot \text{year} - 40$, Άνοιξη $P_a = 0,018 \cdot \text{year} + 129$, Καλοκαίρι $P_k = -0,173 \cdot \text{year} + 448$, Φθινόπωρο $P_\phi = 0,169 \cdot \text{year} - 113$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ελβετία βρίσκεται στην κεντρική Ευρώπη με χερσαία σύνορα περιμετρικά της χωρίς θαλάσσια σύνορα (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Zurich της Ελβετίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1902-2016. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (47:23:00 Β, 8:34:00 Α) στα 555 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, ενώ το φθινόπωρο παρουσιάζει αντίστοιχη θερμοκρασία με την άνοιξη (Πίνακας 3.1.21).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	0,7	8,9	17,2	9,2

Πίνακας 3.1.21 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Zurich της Ελβετίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1902-2016 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.21).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,09 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,06 °C/10yrs, ενώ το καλοκαίρι 0,09°C/10yrs, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,09 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

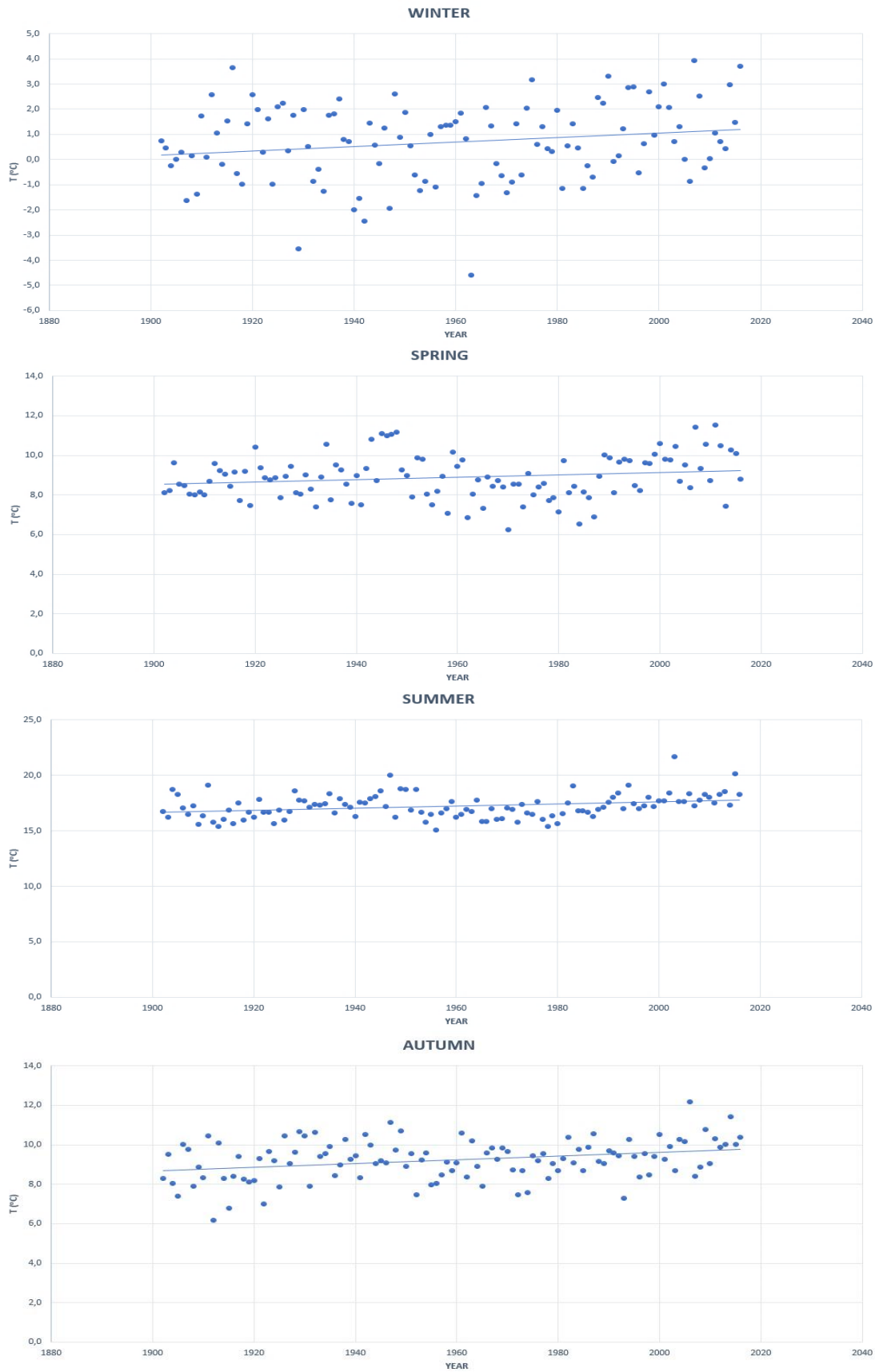
Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη και ο χειμώνας η ξηρότερη εποχή (Πίνακας 3.1.22).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	205,9	263,2	381,6	246,0

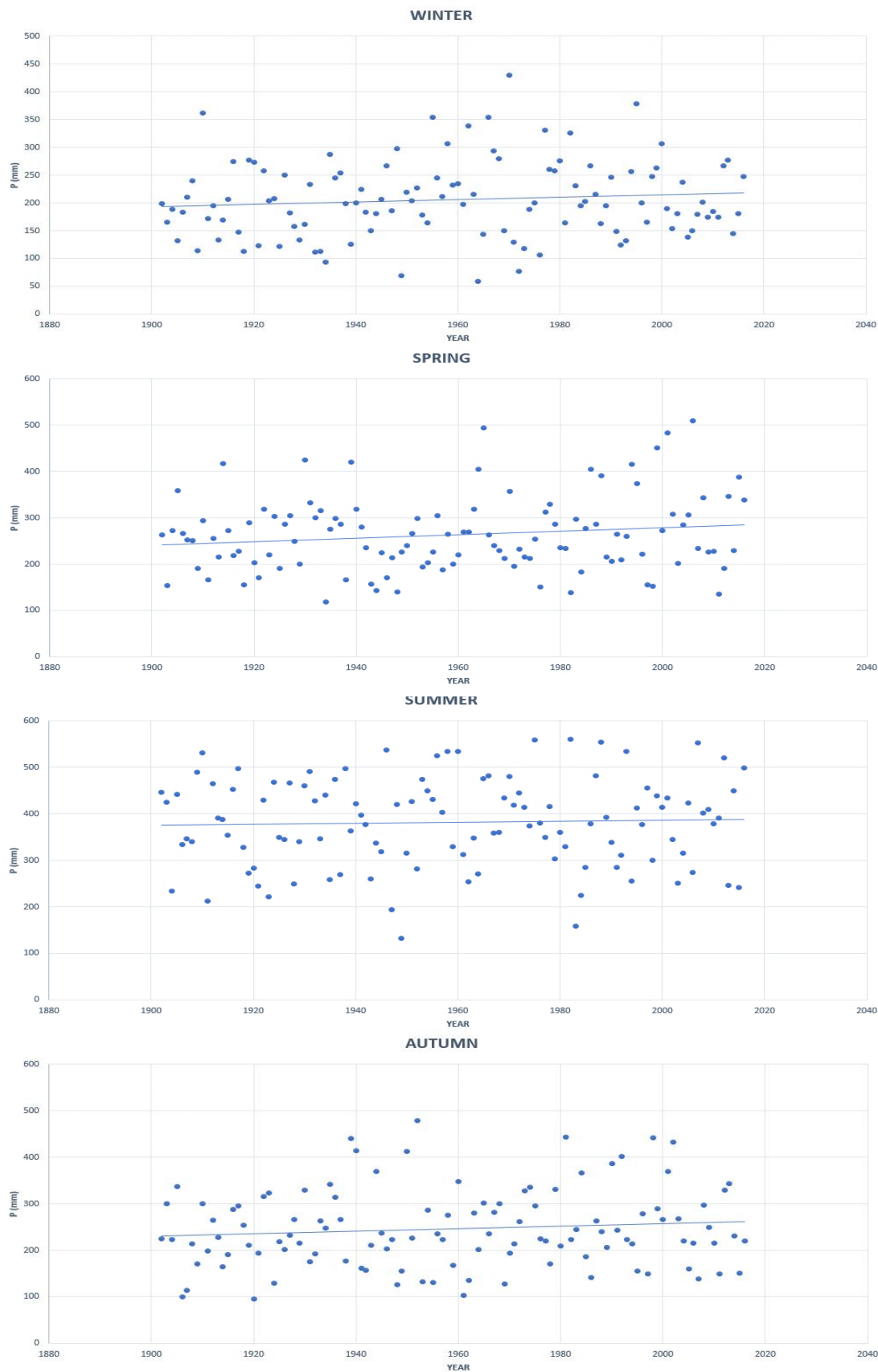
Πίνακας 3.1.22 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Zurich της Ελβετίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1902-2016 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.22).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 2,17 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,74 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 0,99 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 2,79 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.21 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,009 \cdot \text{year} - 17$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,006 \cdot \text{year} - 3$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,009 \cdot \text{year} - 1$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,009 \cdot \text{year} - 9$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.22 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,217 \cdot \text{year} - 219$, Άνοιξη $P_{\alpha} = 0,374 \cdot \text{year} - 469$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,099 \cdot \text{year} + 187$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,279 \cdot \text{year} - 300$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ελβετία βρίσκεται στην ανατολική Ευρώπη με χερσαία σύνορα βόρεια, ανατολικά και δυτικά, ενώ βρέχεται από την Μαύρη θάλασσα στα νότια (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Κιεν της Ουκρανίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1885-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (50:24:00 Β, 30:32:00 Α) στα 166 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι αποτελεί την θερμότερη και ο χειμώνας την ψυχρότερη εποχή, με την θερμοκρασία την άνοιξη και το φθινόπωρο να βρίσκεται σε παρόμοια επίπεδα (Πίνακας 3.1.23).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	-4,1	8,0	19,3	7,9

Πίνακας 3.1.23 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Κιεν της Ουκρανίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1885-2019 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.23).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,21 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,19 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το καλοκαίρι 0,12 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,11 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη εποχή, με τον χειμώνα, την άνοιξη και το φθινόπωρο να είναι αντίστοιχα ξηροί, ωστόσο ο χειμώνας είναι ελαφρώς ξηρότερος (Πίνακας 3.1.24).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	113,9	123,4	184,8	125,6

Πίνακας 3.1.24 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Κιεν της Ουκρανίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1885-2019 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Σχήμα 3.1.24).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,71 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,26 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 6,08 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 3,188 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.23 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_w = 0,021 \cdot \text{year} - 45$, Άνοιξη $T_a = 0,019 \cdot \text{year} - 29$, Καλοκαίρι $T_k = 0,012 \cdot \text{year} - 4$, Φθινόπωρο $T_\phi = 0,011 \cdot \text{year} - 13$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.24 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,371 \cdot \text{year} - 611$, Άνοιξη $P_{\alpha} = 0,326 \cdot \text{year} - 512$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,608 \cdot \text{year} - 1002$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,319 \cdot \text{year} - 497$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Το Ηνωμένο Βασίλειο βρίσκεται στην βορειοδυτική Ευρώπη και περιβάλλεται από τον Ατλαντικό ωκεανό (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Armagh του Ηνωμένου Βασιλείου τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1865-2017. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (54:21:00 Β, 6:39:00 Δ) στα 62 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, με το φθινόπωρο να είναι αρκετά θερμότερο της άνοιξης (Πίνακας 3.1.25).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	4,6	8,3	14,5	9,6

Πίνακας 3.1.25 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Armagh του Ηνωμένου Βασιλείου καλύπτουν την χρονική περίοδο 1865-2017 φαίνεται να ακολουθεί αυξητική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.25).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,02 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,06 °C/10yrs, ενώ το καλοκαίρι 0,03 °C/10yrs, το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,08 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

Ο χειμώνας, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο αποτελούν υγρές εποχές με το φθινόπωρο να είναι ελαφρώς υγρότερο, αντίθετα η άνοιξη είναι η ξηρότερη εποχή (Πίνακας 3.1.26).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	213,3	169,7	216,0	224,6

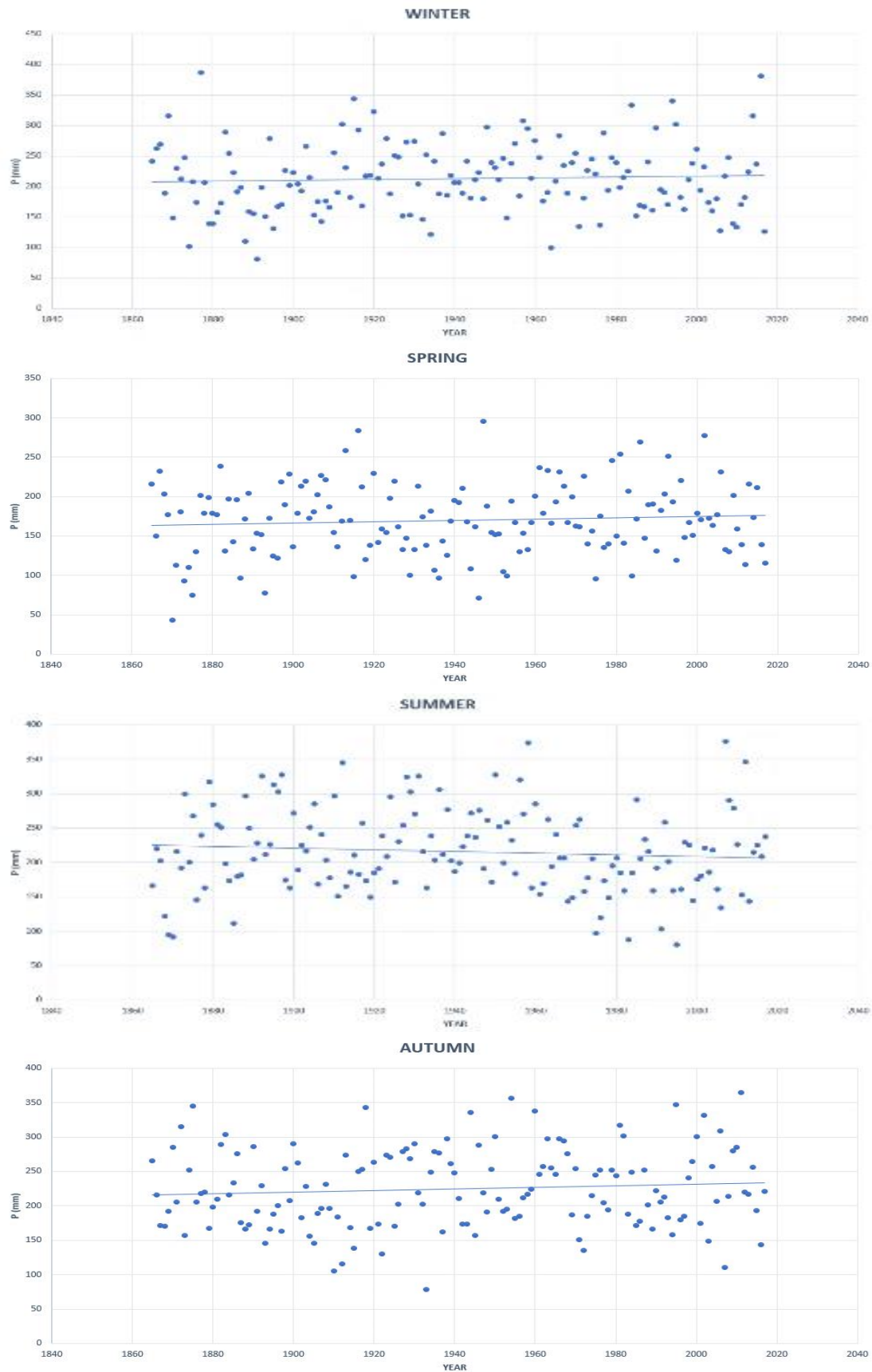
Πίνακας 3.1.26 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Armagh του Ηνωμένου Βασιλείου καλύπτουν την χρονική περίοδο 1865-2017 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη και το φθινόπωρο, ενώ καθοδική το καλοκαίρι (Σχήμα 3.1.26).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,67 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,86 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 1,24 mm/10yr και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 1,21 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.25 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,002 \cdot year$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,006 \cdot year - 3$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,003 \cdot year + 9$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,008 \cdot year - 6$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.26 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_w = 0,067 \cdot \text{year} + 84$, Άνοιξη $P_a = 0,086 \cdot \text{year} + 4$, Καλοκαίρι $P_k = -0,124 \cdot \text{year} + 456$, Φθινόπωρο $P_\phi = 0,121 \cdot \text{year} - 10$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Νορβηγία βρίσκεται στην βόρεια Ευρώπη και περιβάλλεται από τον Ατλαντικό ωκεανό στα βόρεια, δυτικά και νότια, ενώ έχει χερσαία σύνορα στα ανατολικά (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Bergen-Sandsli της Νορβηγίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (60:30:25 Β, 5:27:00 Α) στα 50 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, ενώ το φθινόπωρο είναι αρκετά θερμότερο από την άνοιξη (Πίνακας 3.1.27)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	1,7	6,0	13,6	8,0

Πίνακας 3.1.27 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Bergen-Sandsli της Νορβηγίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-2019 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση σε κάθε εποχή εκτός από το Φθινόπωρο που ακολουθεί ανοδική τάση (Σχήμα 3.1.27).

Τον χειμώνα μειώνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο $0,02^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση μείωση τάσης της θερμοκρασίας είναι $0,01^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$ και το καλοκαίρι μειώνεται κατά $0,004^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, ενώ το φθινόπωρο η μέση αυξητική τάση της θερμοκρασίας είναι $0,03^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Το φθινόπωρο είναι η υγρότερη, ενώ η άνοιξη η ξηρότερη εποχή (Πίνακας 3.1.28)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	570,5	360,8	430,5	678,2

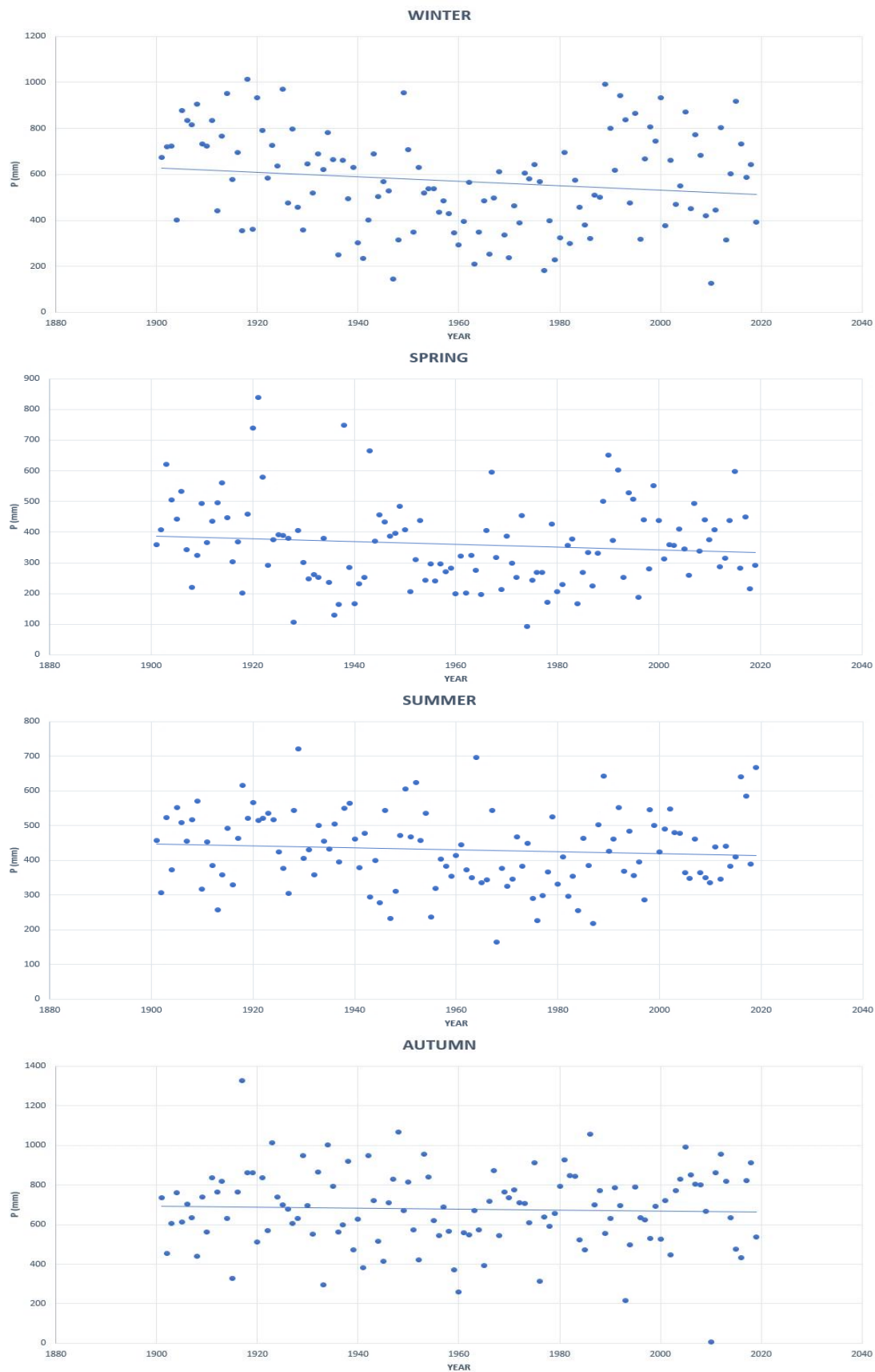
Πίνακας 3.1.28 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Bergen-Sandsli της Νορβηγίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-2019 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη, το φθινόπωρο και το καλοκαίρι (Σχήμα 3.1.28).

Τον χειμώνα μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο $9,8 \text{ mm}/10\text{yrs}$, την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο $4,59 \text{ mm}/10\text{yrs}$, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο $2,9 \text{ mm}/10\text{yrs}$ και το φθινόπωρο μειώνεται κατά μέσο όρο $2,24 \text{ mm}/10\text{yrs}$.



Σχήμα 3.1.27 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = -0,002 \cdot year + 6$, Άνοιξη $T_{\alpha} = -0,001 \cdot year + 8$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = -0,0004 \cdot year + 14$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,003 \cdot year + 2$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.28 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = -0,980 \cdot \text{year} + 2491$, Άνοιξη $P_{\alpha} = -0,459 \cdot \text{year} + 1260$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = -0,285 \cdot \text{year} + 989$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = -0,224 \cdot \text{year} + 1118$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Γαλλία βρίσκεται στην δυτική Ευρώπη, βρέχεται από τον Ατλαντικό ωκεανό στα δυτικά την Μεσόγειο νότια, ενώ έχει χερσαία σύνορα στα ανατολικά και νότια (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Marseille της Γαλλίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-2002. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (43:18:18 B, 5:23:48 A) στα 75 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, ωστόσο το φθινόπωρο είναι θερμότερο από την άνοιξη (Πίνακας 3.1.29)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
T _{mean} (°C)	8,0	13,7	22,0	15,6

Πίνακας 3.1.29 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στη Marseille της Γαλλίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-2002 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση σε κάθε εποχή εκτός από το φθινόπωρο που ακολουθεί πτωτική τάση (Σχήμα 3.1.29).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,21 °C/10yrs, την άνοιξη η μέση αύξηση τάσης της θερμοκρασίας είναι 0,15 °C/10yrs και το καλοκαίρι αυξάνεται κατά 0,21 °C/10yrs, ενώ το φθινόπωρο η μέση πτωτική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,2 °C/10yrs.

Βροχόπτωση

Το φθινόπωρο είναι η υγρότερη και το καλοκαίρι η ξηρότερη εποχή, ενώ η βροχόπτωσης τον χειμώνα και την άνοιξη κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα (Πίνακας 3.1.30)

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
P _{mean} (mm)	155,6	145,0	67,3	226,7

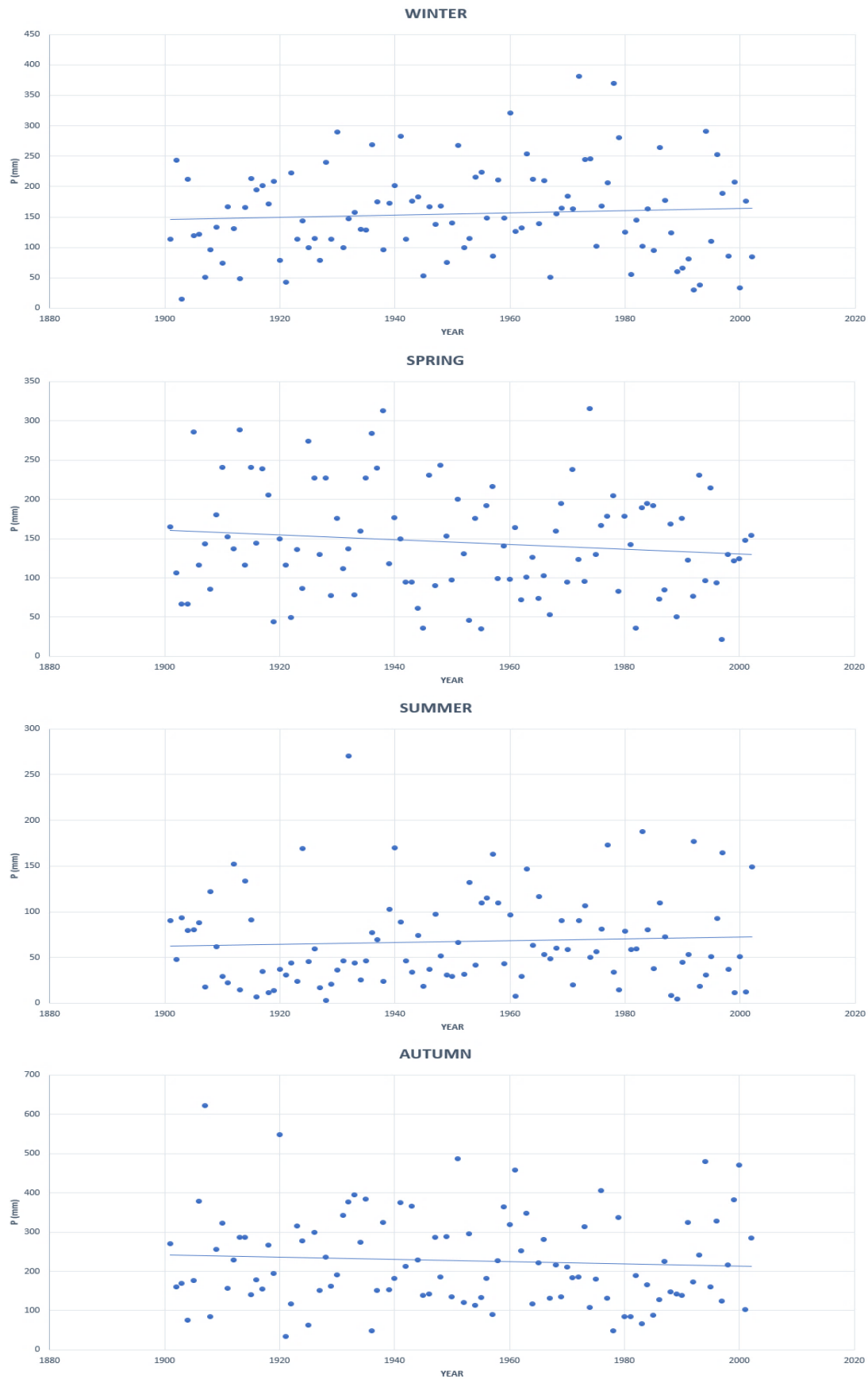
Πίνακας 3.1.30 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στη Marseille της Γαλλίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1901-2002 φαίνεται να ακολουθεί πτωτική τάση την άνοιξη και το φθινόπωρο, ενώ ανοδική τάση τον χειμώνα και το καλοκαίρι (Σχήμα 3.1.30).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1,83 mm/10yrs, την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,05 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 1 mm/10yrs και το φθινόπωρο μειώνεται κατά μέσο όρο 2,84 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.29 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $T_w = 0,021 \cdot year - 34$, Άνοιξη $T_a = 0,015 \cdot year - 16$, Καλοκαίρι $T_k = 0,021 \cdot year - 18$, Φθινόπωρο $T_\phi = 0,02 \cdot year - 24$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.30 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχοπτώσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,183 \cdot year - 21$, Άνοιξη $P_{\alpha} = -0,305 \cdot year + 741$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,1 \cdot year - 127$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = -0,284 \cdot year + 781$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Ολλανδία βρίσκεται στην δυτική Ευρώπη, βρέχεται από τον την θάλασσα της Μάγχης στα δυτικά και στα βόρεια, ενώ έχει χερσαία σύνορα στα ανατολικά και νότια (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό De Bilt της Ολλανδίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1907-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (52:05:56 B, 5:10:47 A) στα 2 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, με το φθινόπωρο να είναι θερμότερο συγκριτικά με την άνοιξη (Πίνακας 3.1.31).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	2,8	8,8	16,3	10,1

Πίνακας 3.1.31 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο De Bilt της Ολλανδίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1907-2019 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.31).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,15 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αύξηση τάσης της θερμοκρασίας είναι 0,16 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά 0,21 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$ και το φθινόπωρο η μέση ανοδική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,18 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

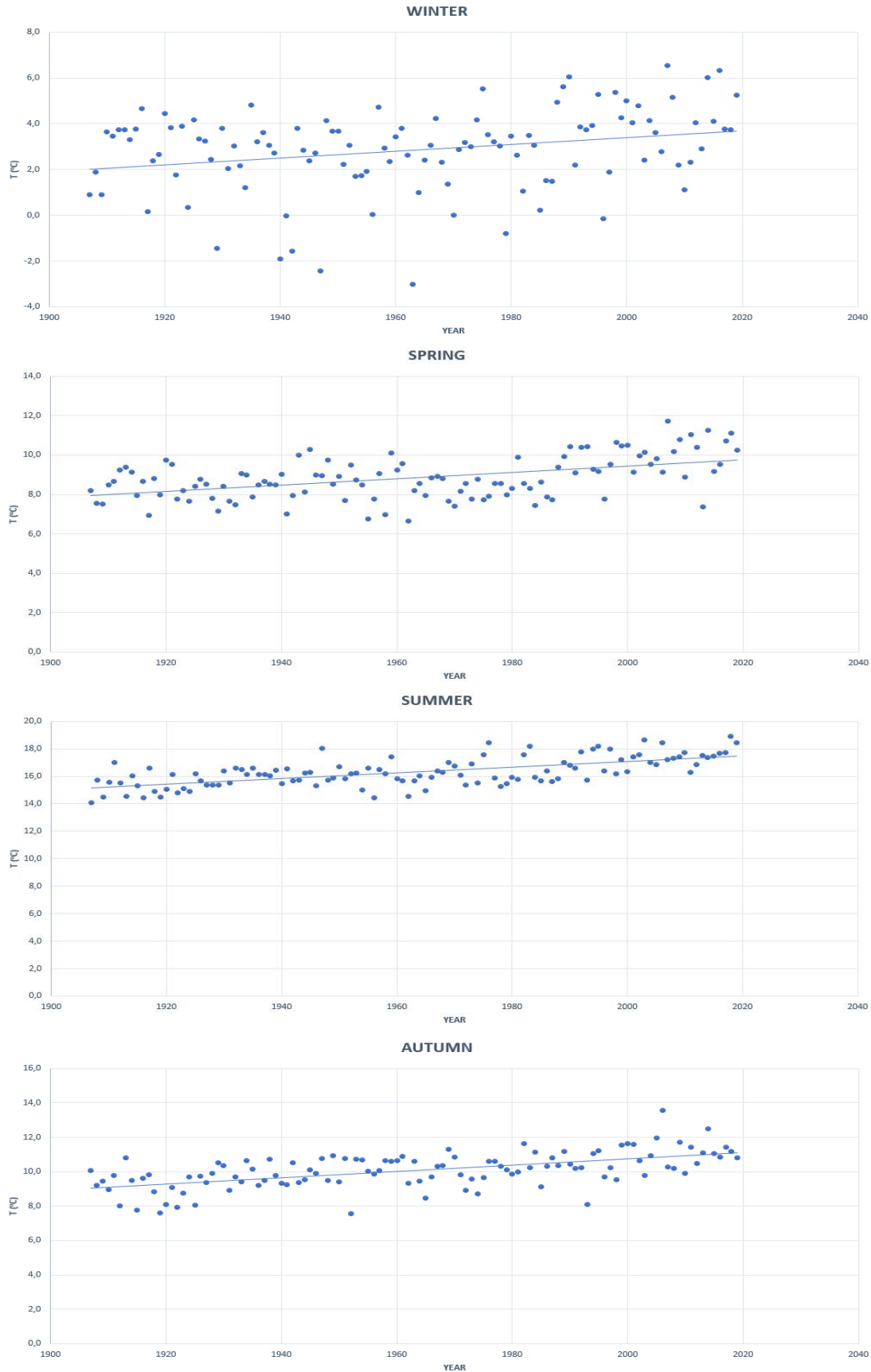
Το φθινόπωρο και το καλοκαίρι είναι οι υγρότερες εποχές με το καλοκαίρι να είναι πιο υγρό, αντίθετα η άνοιξη είναι η ξηρότερη εποχή (Πίνακας 3.1.32).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	194,3	158,0	226,9	220,0

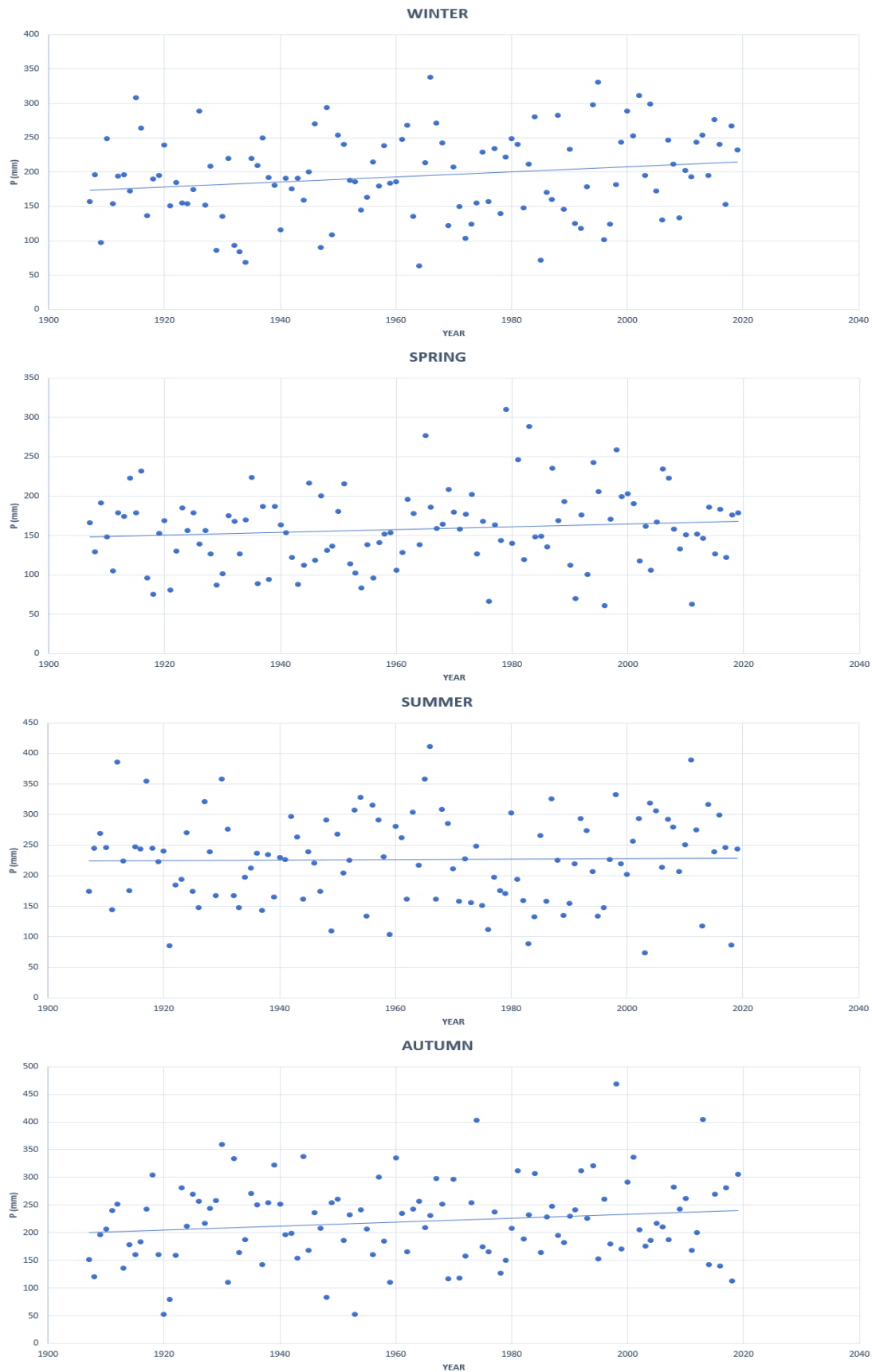
Πίνακας 3.1.32 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο De Bilt της Ολλανδίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1907-2019 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση τον χειμώνα, την άνοιξη το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. (Σχήμα 3.1.32).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 3,63 mm/10yrs, την άνοιξη αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 1,8 mm/10yrs, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά μέσο όρο 0,04 mm/10yrs και το φθινόπωρο αυξάνεται κατά μέσο όρο 3,58 mm/10yrs.



Σχήμα 3.1.31 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,015 \cdot \text{year} - 26$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,016 \cdot \text{year} - 23$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,021 \cdot \text{year} - 25$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,018 \cdot \text{year} - 26$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.



Σχήμα 3.1.32 Γραμμική Παλινδρόμηση της βροχόπτωσης (P) με τον χρόνο ($year$). Τον Χειμώνα $P_{\chi} = 0,363 \cdot year - 518$, Άνοιξη $P_{\alpha} = 0,18 \cdot year - 196$, Καλοκαίρι $P_{\kappa} = 0,004 \cdot year + 149$, Φθινόπωρο $P_{\phi} = 0,358 \cdot year - 483$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

Η Γερμανία βρίσκεται στην κεντρική Ευρώπη, βρέχεται από τον την βόρεια θάλασσα στα βόρεια, ενώ έχει χερσαία σύνορα στα δυτικά, ανατολικά και νότια (Σχήμα 2.1). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον σταθμό Berlin - Lichtengrade της Γερμανίας τα οποία καλύπτουν την χρονική περίοδο 1877-2019. Ο σταθμός βρίσκεται στις συντεταγμένες (52:40:00 B, 13:37:00 A) στα 20 μέτρα υψόμετρο.

Θερμοκρασία

Το καλοκαίρι είναι η θερμότερη και ο χειμώνας η ψυχρότερη εποχή, ενώ η θερμοκρασία το φθινόπωρο και την άνοιξη κινείται σε παρόμοια επίπεδα (Πίνακας 3.1.33).

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$T_{\text{mean}} (^{\circ}\text{C})$	0,6	8,9	18,0	9,3

Πίνακας 3.1.33 Μέσος όρος θερμοκρασίας ανά εποχή

Η θερμοκρασία στο Berlin - Lichtengrade της Γερμανίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1877-2019 φαίνεται να ακολουθεί ανοδική τάση σε κάθε εποχή (Σχήμα 3.1.33).

Τον χειμώνα αυξάνεται η θερμοκρασία κατά μέσο όρο 0,08 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, την άνοιξη η μέση αύξηση τάσης της θερμοκρασίας είναι 0,11 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$, το καλοκαίρι αυξάνεται κατά 0,11 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$ και το φθινόπωρο η μέση ανοδική τάση της θερμοκρασίας είναι 0,09 $^{\circ}\text{C}/10\text{yrs}$.

Βροχόπτωση

Το καλοκαίρι είναι η υγρότερη και ο χειμώνας με το φθινόπωρο οι ξηρότερες εποχές με τον χειμώνα να είναι ελαφρώς ξηρότερος.

Εποχή	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
$P_{\text{mean}}(\text{mm})$	125,8	125,1	190,9	132,0

Πίνακας 3.1.34 Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά εποχή

Η βροχόπτωση στο Berlin - Lichtengrade της Γερμανίας καλύπτουν την χρονική περίοδο 1877-2019 φαίνεται να ακολουθεί καθοδική τάση την Άνοιξη το Καλοκαίρι και το Φθινόπωρο, ενώ ανοδική τον Χειμώνα (Σχήμα 3.1.34).

Τον χειμώνα αυξάνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,45 mm/10yrs, την άνοιξη μειώνεται η βροχόπτωση κατά μέσο όρο 0,31 mm/10yrs, το καλοκαίρι μειώνεται κατά μέσο όρο 0,58 mm/10yrs και το φθινόπωρο μειώνεται κατά μέσο όρο 0,41 mm/10yrs.



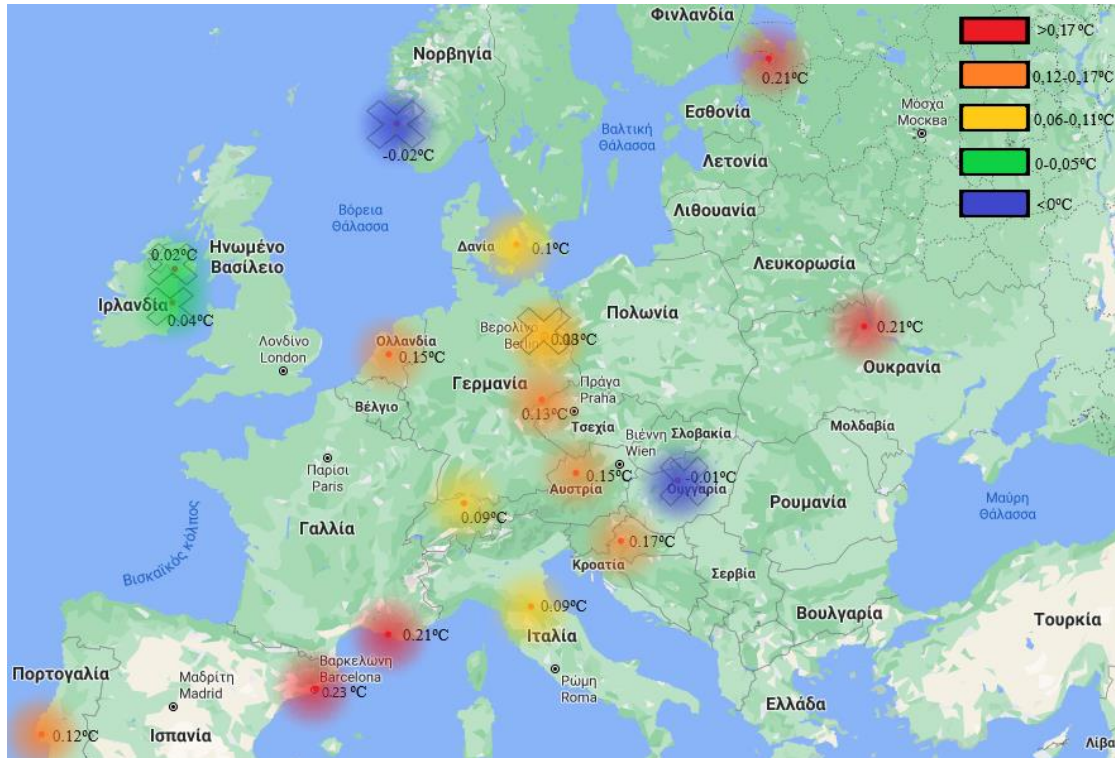
Σχήμα 3.1.33 Γραμμική Παλινδρόμηση της θερμοκρασίας (T) με τον χρόνο (year). Τον Χειμώνα $T_{\chi} = 0,008 \cdot \text{year} - 15$, Άνοιξη $T_{\alpha} = 0,011 \cdot \text{year} - 13$, Καλοκαίρι $T_{\kappa} = 0,011 \cdot \text{year} - 3$, Φθινόπωρο $T_{\phi} = 0,009 \cdot \text{year} - 8$. Για τις στατιστικά σημαντικές κλίσεις χρησιμοποιήθηκαν έντονοι χαρακτήρες.

)

3.2.1.1

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

ΧΕΙΜΩΝΑΣ



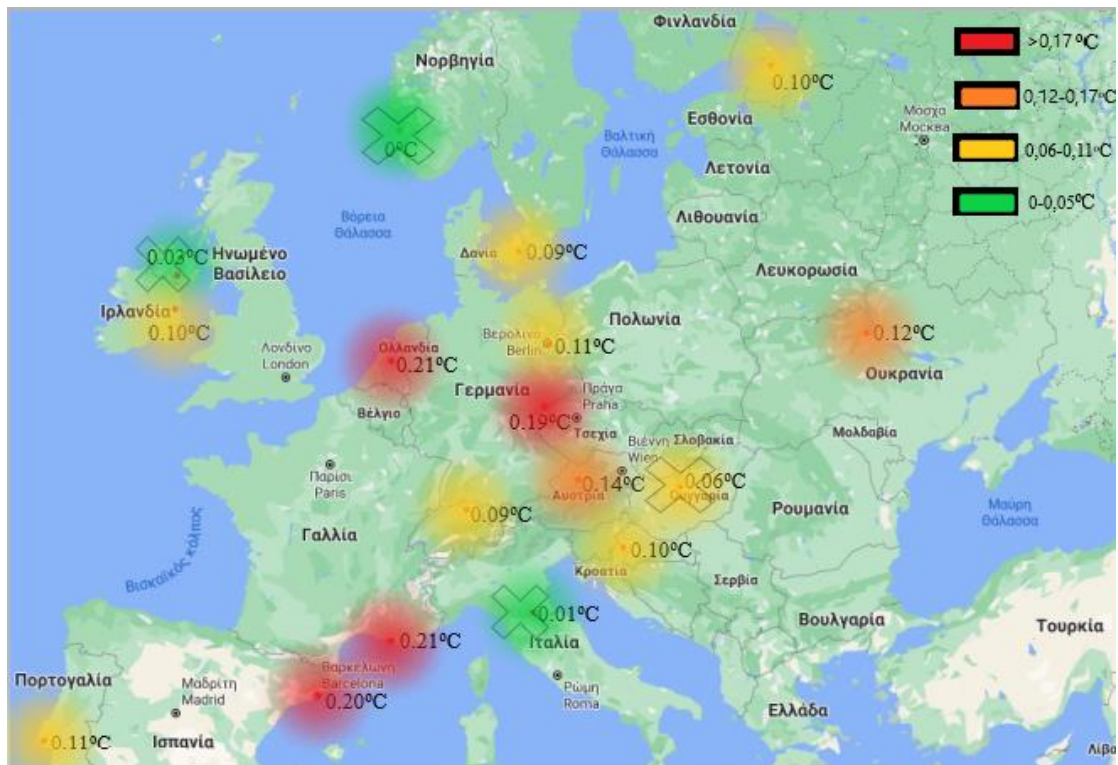
Σχήμα 3.2.1 Θερμοκρασιακές τάσεις ανα 10ετία το Χειμώνα. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.1), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (**5 σταθμοί**) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (**12 σταθμοί**).

Στις 15 από τις 17 χώρες η τάση της θερμοκρασίας αυξάνεται εκτός από τους σταθμούς της Νορβηγίας και της Ουγγαρίας (Πίνακας 3.2.1). Ειδικότερα, η **μεγαλύτερη άνοδος** της θερμοκρασίας λαμβάνει χώρα στην **νότια Γαλλία, ανατολική Ισπανία, βορειοδυτική Ρωσία και κεντρική Ουκρανία**. Η άνοδος της θερμοκρασίας σε αυτούς τους σταθμούς ξεπερνάει τους $0,20^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο θερμοκρασίας υψηλότερη των 2°C σε 100 χρόνια. Επίσης υψηλή μεταβολή θερμοκρασίας παρατηρείται στους σταθμούς της Ιταλίας, Δανίας, Ελβετίας, Πορτογαλίας, Ολλανδίας, Αυστρίας, Κροατίας και στους 2 σταθμούς της Γερμανίας στους οποίους η αύξηση της θερμοκρασίας κυμαίνεται από $0,09^{\circ}\text{C}$ στην Ελβετία και Ιταλία έως $0,17^{\circ}\text{C}$ στην Κροατία.

Συμπερασματικά. Οι μοναδικοί σταθμοί που η **θερμοκρασία παραμένει σχεδόν αμετάβλητη** είναι στους σταθμούς της **Νορβηγίας, Ουγγαρίας, Ηνωμένου Βασιλείου και Ιρλανδίας**, ενώ όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί της ηπειρωτικής Ευρώπης παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα.

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

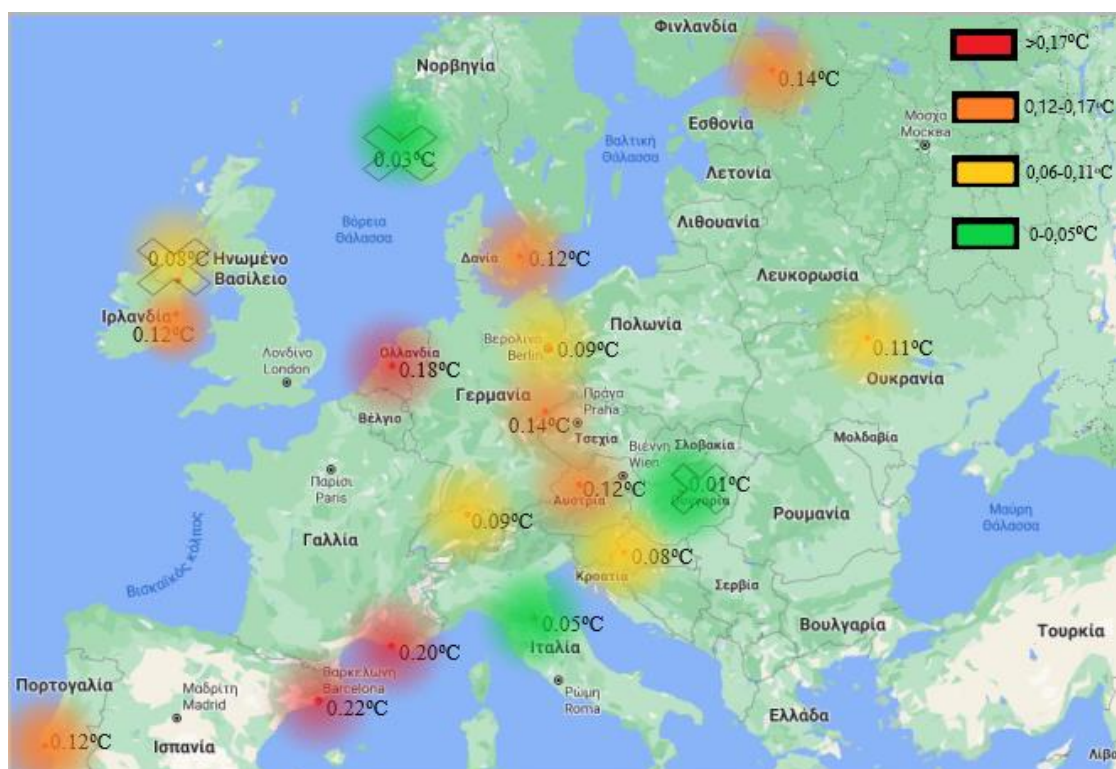


Σχήμα 3.2.3 Θερμοκρασιακές τάσεις ανα 10ετία το Καλοκαίρι. Όπου X οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.3), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (4 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (13 σταθμοί).

Το Καλοκαίρι η θερμοκρασιακές τάσεις αυξάνονται με το πέρασμα του χρόνου σε 16 σταθμούς ενώ σε 1 η μεταβολή είναι πρακτικά μηδέν (Νορβηγία) (Πίνακας 3.2.10. Αξιοσημείωτοι σταθμοί για την εποχή με υψηλή άνοδο της τάσης της θερμοκρασίας είναι οι σταθμοί της **Ολλανδίας 0,21 °C**, **Γερμανίας (Fichtelberg) 0,19 °C**, **Γαλλίας 0,20 °C** και **Ισπανίας 0,21 °C**. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες 2 εποχές στους σταθμούς της Ρωσίας και Ουκρανίας, το καλοκαίρι η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι **0,10 °C** και **0,12 °C** αντίστοιχα. Ωστόσο τους καλοκαιρινούς μήνες η μεταβολή αυτή είναι μικρότερη από την μεταβολή του χειμώνα και της άνοιξης. Οι χώρες που εμφανίζουν απειροελάχιστη μεταβολή για την εποχή είναι η **Νορβηγία 0 °C**, **Ιταλία 0,01 °C** και **Ηνωμένο Βασίλειο 0,03 °C**.

Συγκριτικά με την άνοιξη το καλοκαίρι παρατηρείται άνοδος ή σταθερότητα στην μεταβολή της θερμοκρασίας στην κεντρική Ευρώπη (Γερμανία, Αυστρία, Ολλανδία, Αυστρία, Ελβετία, Ουγγαρία) και στην νοτιοδυτική Ευρώπη (Γαλλία, Ισπανία). Σε αντίθεση στην δυτική Ευρώπη (Πορτογαλία, Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο) και στην ανατολική Ευρώπη (Ρωσία, Ουκρανία) η μεταβολή της θερμοκρασίας το καλοκαίρι έχει μειωθεί αισθητά σε σχέση με την άνοιξη.



Σχήμα 3.2.4 Θερμοκρασιακές τάσεις ανα 10ετία το Φθινόπωρο. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.4), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (3σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (14 σταθμοί).

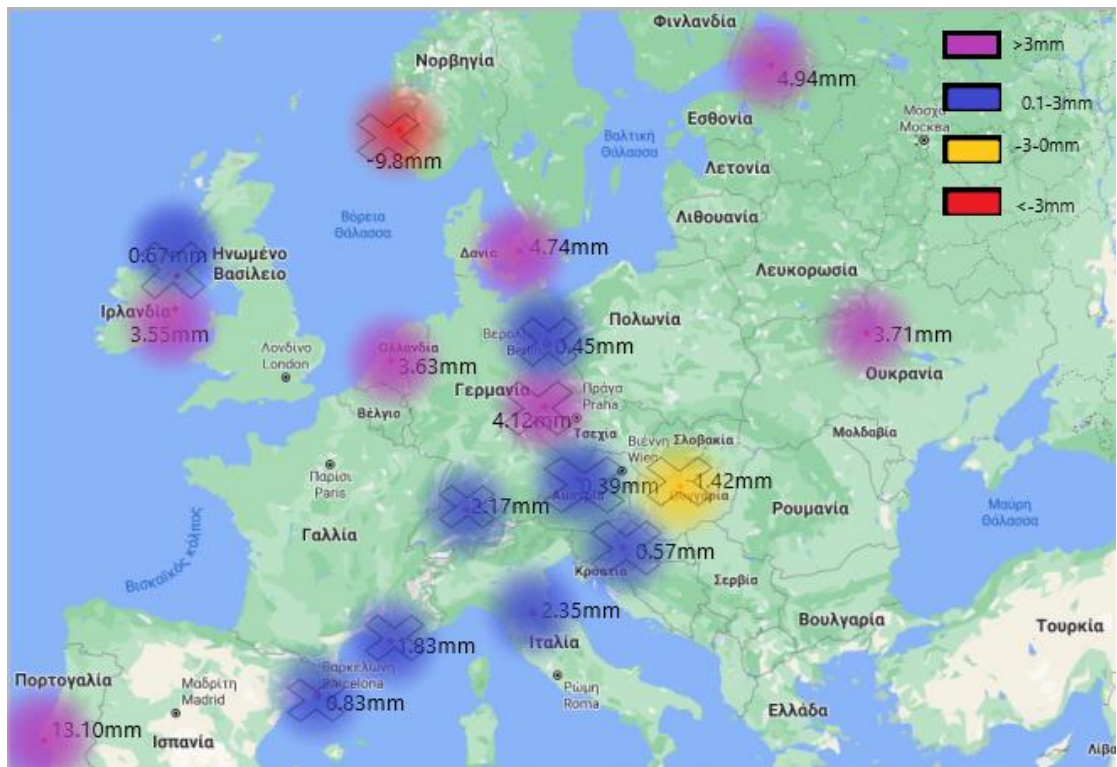
Το Φθινόπωρο η θερμοκρασιακή τάση ακολουθεί ανοδική πορεία και στους 17 σταθμούς των 16 χωρών. Ωστόσο η παρατηρείται στους σταθμούς της **Γαλλίας 0,20 °C, Ισπανίας °C και Ολλανδίας 0,18°C** ανά δεκαετία. Σε αντίθεση οι σταθμοί που παρουσιάζουν τις **μικρότερες μεταβολές** είναι οι σταθμοί της **Νορβηγίας 0,03 °C, Ουγγαρίας 0,01 °C και Ιταλίας 0,05 °C**, οι οποίοι εμφανίζουν μικρότερη μεταβολή σε σχέση με τους υπόλοιπους 14 σταθμούς.

Συγκριτικά με το καλοκαίρι, το φθινόπωρο στην κεντρική Ευρώπη (Ολλανδία, Γερμανία, Αυστρία, Κροατία, Ουγγαρία) είναι μειωμένη η αυξητική τάση της θερμοκρασίας όπως επίσης στην Γαλλία και Ουκρανία. Αντιθέτως στη δυτική Ευρώπη (Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Πορτογαλία) και βόρεια Ευρώπη (Δανία, Ρωσία, Νορβηγία) η τάση της θερμοκρασίας σημείωσε άνοδο το φθινόπωρο σε σχέση με το καλοκαίρι όπως και στην Ιταλία και Ισπανία.

Στον Πίνακα 3.2.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της θερμοκρασιακής μεταβολής ανά δεκαετία για κάθε εποχή (χειμώνας, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο) σε όλους τους σταθμό.

Σταθμός	Χειμώνας(°C)	Άνοιξη (°C)	Καλοκαίρι (°C)	Φθινόπωρο (°C)
Kremsmuenster	0,15	0,14	0,14	0,12
Zagreb-Gric	0,17	0,11	0,10	0,08
Vestervig	0,10	0,13	0,09	0,12
Fichtelberg	0,13	0,15	0,19	0,14
Pecs Pogany	-0,01	0,03	0,06	0,01
Dublin-Phoenix P.	0,04	0,13	0,10	0,12
Bologna	0,09	0,04	0,01	0,05
Lisboa Geofisica	0,12	0,13	0,11	0,12
St. Petersburg	0,21	0,22	0,10	0,14
Barcelona-Fabra	0,23	0,19	0,20	0,22
Zurich	0,09	0,06	0,09	0,09
Kiev	0,21	0,19	0,12	0,11
Armagh	0,02	0,06	0,03	0,08
Bergen-Sandsli	-0,02	-0,01	0,00	0,03
Marseille	0,21	0,15	0,21	0,20
De Bilt	0,15	0,16	0,21	0,18
Berlin	0,08	0,11	0,11	0,09

Πίνακας 3.2.1 Μεταβολή θερμοκρασίας ανά δεκαετία. Οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές συμβολίζονται με έντονα γράμματα, ενώ οι μη στατιστικά σημαντικές χωρίς.



Σχήμα 3.2.5 Τάσεις βροχόπτωσης ανα 10ετία το Χειμώνα. Όπου X οι στατιστικά σημαντικές τάσεις. Όπου X οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

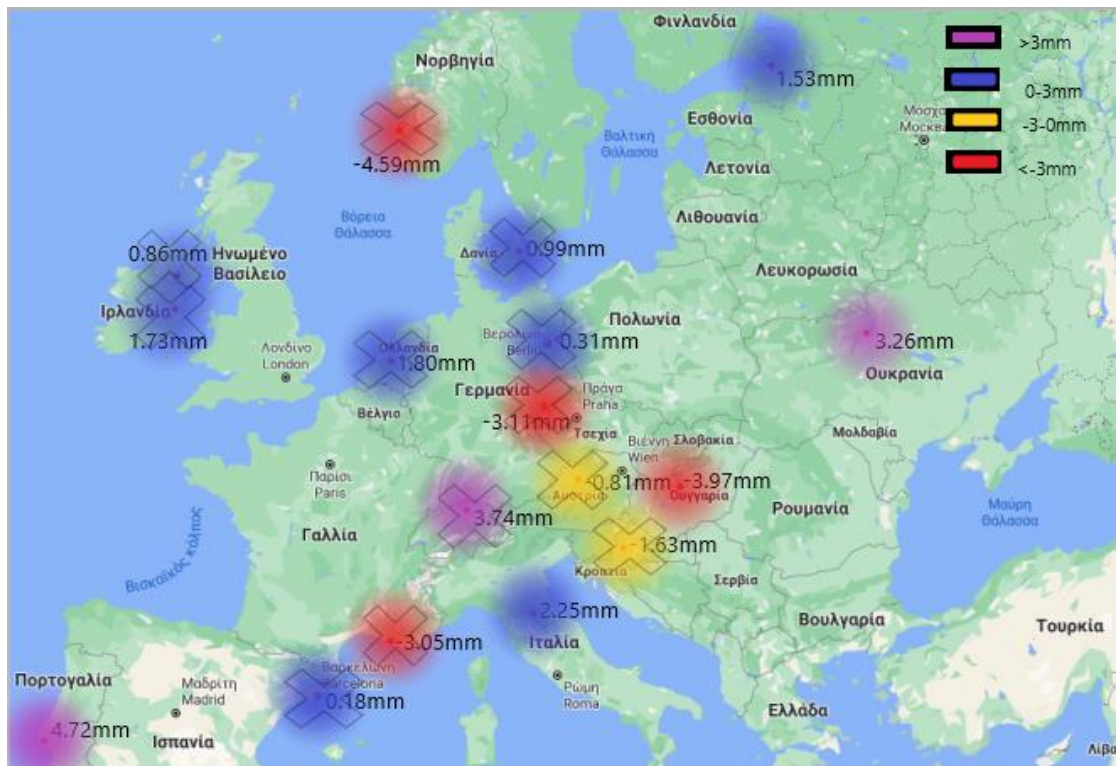
Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.5), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (10 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (7 σταθμοί).

Η μεταβολή της βροχόπτωσης τον χειμώνα παρουσιάζει ποικίλες μεταβολές, σύμφωνα με την Εικόνα 8 στους **15 σταθμούς** η μεταβολή είναι **αυξητική**, ενώ σε **2 σταθμούς πτωτική** (Νορβηγία, Ουγγαρία).

Αναλυτικότερα η **υψηλότερη** αυξητική τάση της βροχόπτωσης εμφανίζεται στην **Πορτογαλία 13,10mm** και η **χαμηλότερη** στην **Νορβηγία -9,8mm ανά δεκαετία**. Συνολικά υψηλές τιμές εμφανίζονται επίσης σε 7 σταθμούς (Πορτογαλία, Ολλανδία, Ιρλανδία, Ρωσία, Ουκρανία, Δανία, Γερμανία-Fichtelberg), ενώ αρνητικές τιμές σε 2 σταθμούς (Νορβηγία, Ουγγαρία).

Οι υψηλότερες μεταβολές στην τάση της βροχόπτωσης παρατηρούνται στην δυτική, βόρεια και ανατολική Ευρώπη με αύξηση μεγαλύτερη των 3mm ανά δεκαετία. Στην νότια και κεντρική Ευρώπη επίσης υπάρχει άνοδος στην τάση της βροχόπτωσης, ωστόσο είναι μικρότερη από τους υπόλοιπους σταθμούς (<3mm ανά δεκαετία).

ΑΝΟΙΞΗ



Σχήμα 3.2.6 Τάσεις βροχόπτωσης ανα 10ετία την Άνοιξη. Όπου X οι στατιστικά σημαντικές τάσεις. Όπου . οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

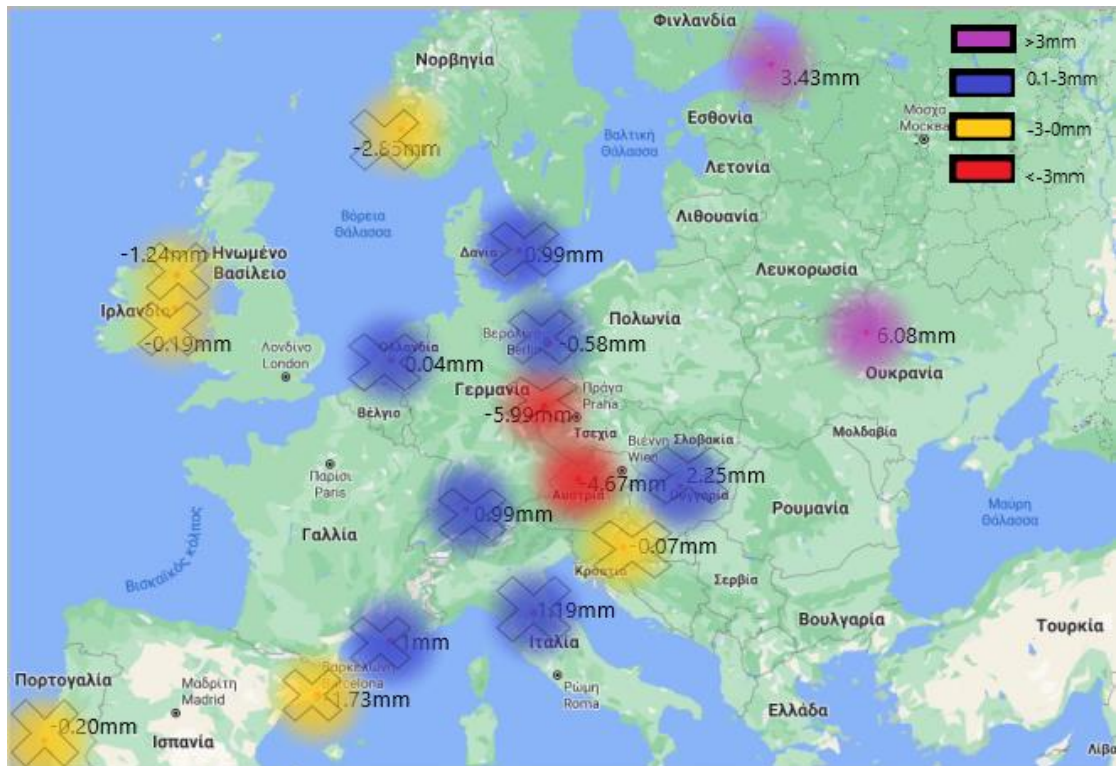
Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.6), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (13 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (4 σταθμοί) (Σχήμα 3.2.6).

Την άνοιξη η μεταβολή της βροχόπτωσης στους **11 σταθμούς** είναι **ανοδική** (Ρωσία, Ουκρανία, Δανία, Γερμανία-Berlin, Ολλανδία, Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Πορτογαλία, Ιταλία, Ελβετία) ενώ στους υπόλοιπους **6 σταθμούς** **πρωτική** (Νορβηγία, Ουγγαρία, Γερμανία-Fichtelberg, Γαλλία, Αυστρία, Κροατία).

Πιο συγκεκριμένα η **υψηλότερη** αυξητική τάση της βροχόπτωσης εμφανίζεται στην **Πορτογαλία 4,72mm**, **Ελβετία 3,74mm** και **Ουκρανία 3,26mm** ανά δεκαετία, ενώ η **χαμηλότερη** στην **Νορβηγία -4,59mm**, **Γερμανία-Fichtelberg -3,11mm**, **Ουγγαρία -3,97mm** και **Γαλλία -3,05mm** ανά δεκαετία.

Στην δυτική και ανατολική Ευρώπη η τάση της βροχόπτωσης αυξάνεται ανά δεκαετία, αντιθέτως με την νότια και κεντρική Ευρώπη όπου οι μεταβολές είναι σύνθετες και δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν οι γεωγραφικά

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ



Σχήμα 3.2.7 Τάσεις βροχόπτωσης ανα 10ετία το Καλοκαίρι. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

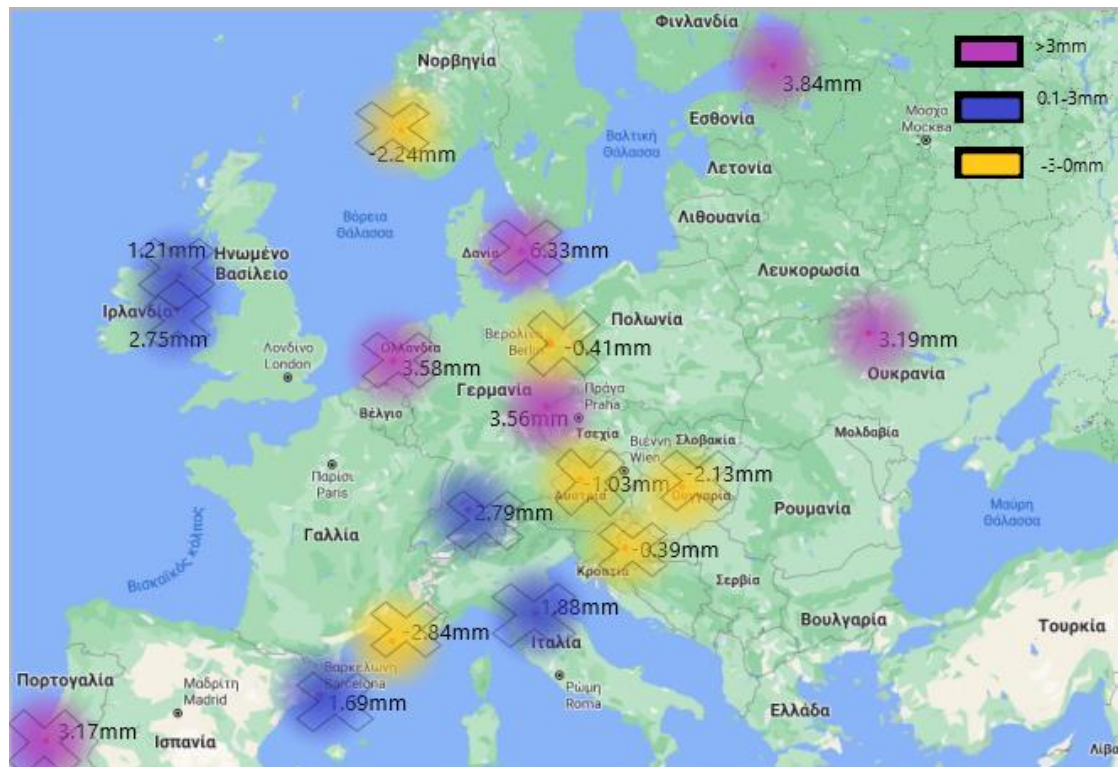
Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.7), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (14 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (3 σταθμοί).

Το καλοκαίρι η μεταβολή της βροχόπτωσης ακολουθεί ανοδική τάση σε **9 σταθμούς** (Ρωσία, Ουκρανία, Δανία, Γερμανία-Berlin, Ολλανδία, Ιταλία, Ελβετία, Γαλλία, Ουγγαρία), σε αντίθεση με τους υπόλοιπους **8 σταθμούς** που ακολουθούν **πτωτική** πορεία (Νορβηγία, Γερμανία-Fichtelberg, Αυστρία, Κροατία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ισπανία).

Πιο αναλυτικά η **υψηλότερη** αυξητική τάση της βροχόπτωσης παρατηρείται στην **Ρωσία 3,43mm** και **Ουκρανία 6,08mm** ανά δεκαετία, ενώ η **χαμηλότερη** στην **Αυστρία -4,67mm** και **Γερμανία-Fichtelberg -5,99mm** ανά δεκαετία.

Στην δυτική Ευρώπη η τάση της βροχόπτωσης μειώνεται, ενώ στην ανατολική Ευρώπη αυξάνεται. Ωστόσο, στην κεντρική και νότια Ευρώπη εξακολουθεί είναι δύσκολη η γεωγραφική ομαδοποίηση των σταθμών για εξαγωγή συμπερασμάτων αν και παρατηρείται ότι στο δυτικό μέρος την κεντρικής Ευρώπης υπάρχει άνοδος.

ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ



Σχήμα 3.2.82 Τάσεις βροχόπτωσης ανα 10ετία το Φθινόπωρο. Όπου X οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.8), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (14 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (3 σταθμοί).

Το φθινόπωρο η μεταβολή της βροχόπτωσης στους **11 σταθμούς** είναι **ανοδική** (Ρωσία, Ουκρανία, Δανία, Γερμανία-Fichtelberg, Ολλανδία, Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Πορτογαλία, Ιταλία, Ελβετία) ενώ στους υπόλοιπους **6 σταθμούς** **πτωτική** (Νορβηγία, Ουγγαρία, Γερμανία-Berlin, Γαλλία, Αυστρία, Κροατία).

Πιο συγκεκριμένα η **υψηλότερη** αυξητική τάση της βροχόπτωσης εμφανίζεται στην **Δανία 6,33mm** ανά δεκαετία, ενώ η **χαμηλότερες** στην **Νορβηγία -2,24mm**, **Ουγγαρία 2,13**, **Γαλλία -2,84mm** ανά δεκαετία.

Στην δυτική και ανατολική Ευρώπη η τάση της βροχόπτωσης αυξάνεται ανά δεκαετία, αντιθέτως με την νότια και κεντρική Ευρώπη όπου οι μεταβολές είναι σύνθετες και δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν οι γεωγραφικά. Επιπλέον παρατηρείται ότι η τάση της βροχόπτωσης το Φθινόπωρο ακολουθεί πανομοιότυπη γεωγραφική κατανομή.

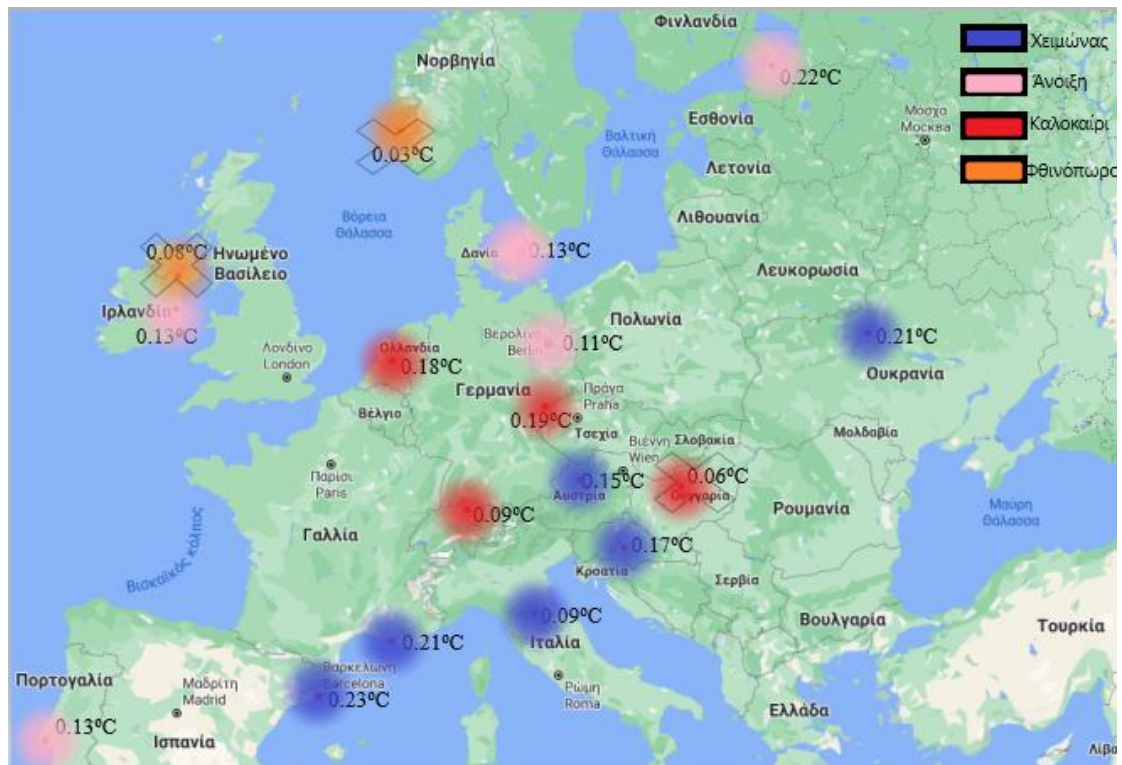
Στον Πίνακα 3.2.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βροχομετρικής μεταβολής ανά δεκαετία για κάθε εποχή (χειμώνας, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο) σε όλους τους σταθμούς.

Σταθμός	Χειμώνας(mm)	Άνοιξη (mm)	Καλοκαίρι (mm)	Φθινόπωρο (mm)
Kremsmuenster	0,39	-0,81	-4,67	-1,03
Zagreb-Gric	0,57	-1,63	-0,07	-0,39
Vestervig	4,74	0,99	0,99	6,33
Fichtelberg	4,12	-3,11	-5,99	3,56
Pecs Pogany	-1,42	-3,97	2,25	-2,13
Dublin-Phoenix P.	3,55	1,73	-0,19	2,75
Bologna	2,35	2,25	1,19	1,88
Lisboa Geofisica	13,10	4,72	-0,20	3,17
St. Petersburg	4,94	1,53	3,43	3,84
Barcelona-Fabra	0,83	0,18	-1,73	1,69
Zurich	2,17	3,74	0,99	2,79
Kiev	3,71	3,26	6,08	3,19
Armagh	0,67	0,86	-1,24	1,21
Bergen-Sandsli	-9,8	-4,59	-2,85	-2,24
Marseille	1,83	-3,05	1,00	-2,84
De Bilt	3,63	1,80	0,04	3,58
Berlin	0,45	-0,31	-0,58	-0,41

Πίνακας 3.2.2 Μεταβολή βροχόπτωσης ανά δεκαετία. Οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές συμβολίζονται με έντονα γράμματα, ενώ οι σημαντικές χωρίς.

ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

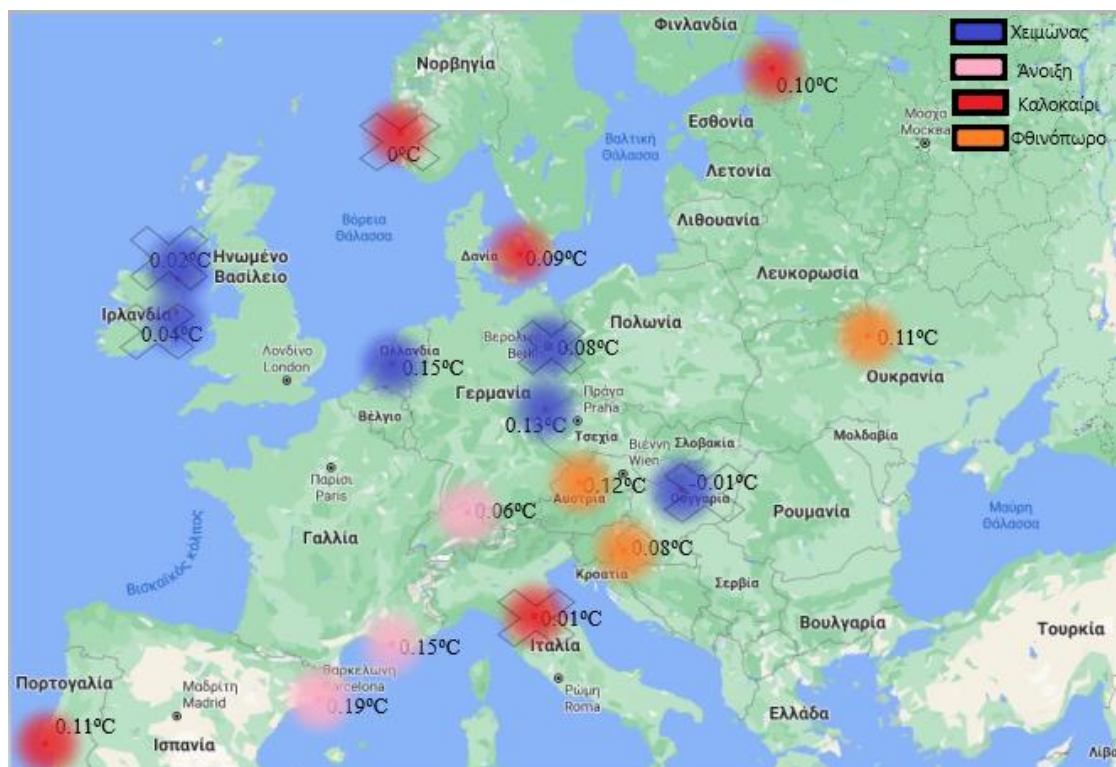


Σχήμα 3.2.9 Οι Εποχές με την υψηλότερη θερμοκρασιακή μεταβολή. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.9), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (3 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (14 σταθμοί).

Η εποχή που εμφανίζει τις περισσότερες μέγιστες θερμοκρασιακές μεταβολές (Σχήμα 3.2.9) είναι ο **χειμώνας με 6 σταθμούς** (Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, Κροατία, Αυστρία, Ουκρανία), ακολουθεί η **άνοιξη με 5 σταθμούς** (Πορτογαλία, Ιρλανδία, Δανία, Γερμανία-Berlin, Ρωσία), το **καλοκαίρι με 4 σταθμούς** (Ολλανδία, Ελβετία, Γερμανία-Fichtelberg, Ουγγαρία) και το **φθινόπωρο με 2 σταθμούς** (Ηνωμένο Βασίλειο, Νορβηγία).

Ειδικότερα, τον χειμώνα στην νότια Ευρώπη υφίσταται η μεγαλύτερη αυξητική τάση της θερμοκρασίας σε σχέση με τις υπόλοιπες εποχές, ενώ στην κεντρική Ευρώπη αυτό πραγματοποιείται το καλοκαίρι. Το φθινόπωρο η υψηλότερη αυξητική τάση εμφανίζεται στις βορειοδυτικές χώρες, ενώ η άνοιξη ακολουθεί πιο άναρχη κατανομή γεωγραφικά, καθώς αυτή εμφανίζεται στην βορειοανατολική Ευρώπη και στην δυτική Ευρώπη.



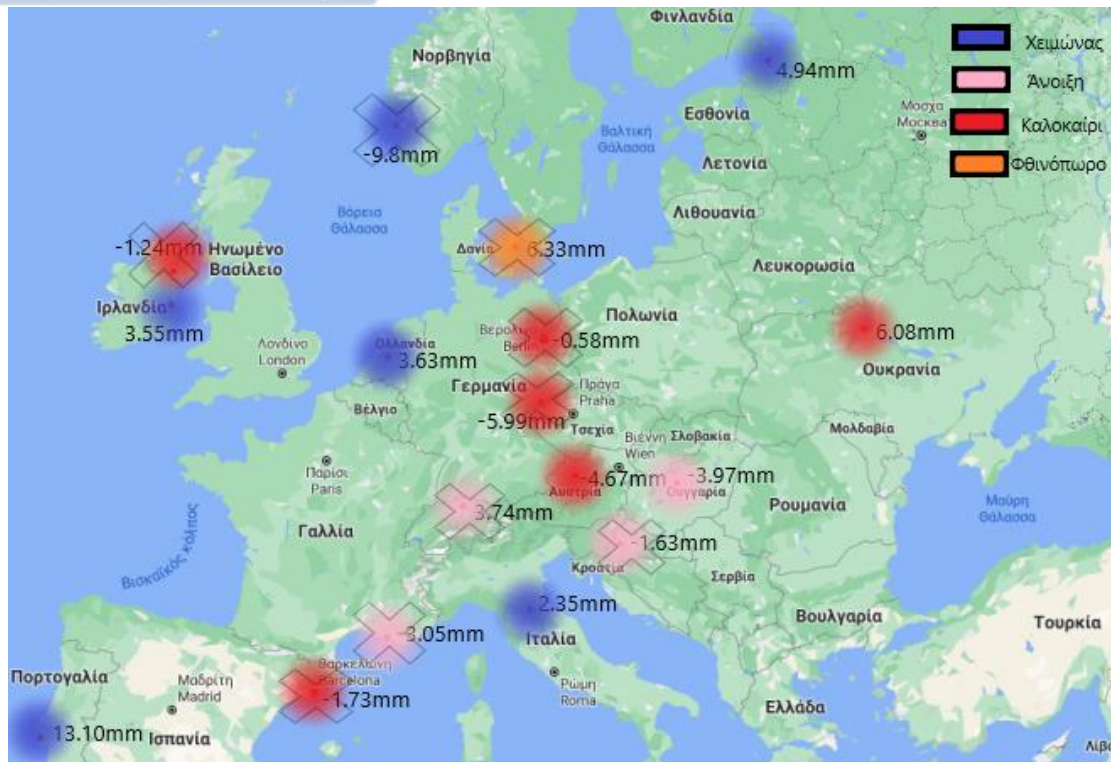
Σχήμα 3.2.10 Οι Εποχές με την χαμηλότερη θερμοκρασιακή μεταβολή. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.10), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (6 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (11 σταθμοί).

Η εποχή που εμφανίζει τις περισσότερες ελάχιστες τιμές τάσης θερμοκρασίας (Σχήμα 3.2.10) είναι ο **χειμώνας με 6 σταθμούς** (Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ολλανδία, Γερμανία, Ουγγαρία), στην συνέχεια το **καλοκαίρι με 5 σταθμούς** (Πορτογαλία, Δανία, Ρωσία, Ιταλία, Νορβηγία), η **Άνοιξη με 3 σταθμούς** (Ισπανία, Ελβετία, Γαλλία) και το **φθινόπωρο με 3 σταθμούς** (Αυστρία, Κροατία, Ουκρανία).

Ως αποτέλεσμα, τον χειμώνα στην κεντρική και βορειοδυτική Ευρώπη θερμαίνεται με χαμηλότερο ρυθμό σε σχέση με τις υπόλοιπες εποχές. Στην βόρεια Ευρώπη με πιο αργό ρυθμό αυξάνεται η θερμοκρασία το καλοκαίρι όπως επίσης συμβαίνει και σε ορισμένες νότιες χώρες (Πορτογαλία, Ιταλία). Επιπλέον, παρατηρείται ότι στην νοτιοδυτική Ευρώπη η άνοιξη επικρατεί ως η εποχή με την μικρότερη θέρμανση σε σχέση με τις υπόλοιπες εποχές. Τέλος ο αργός ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας σε ορισμένους σταθμούς το φθινόπωρο δεν μπορεί να καταταχθεί σε κάποια γεωγραφική περιοχή της Ευρώπης καθώς η κατανομή του δεν ακολουθεί κάποιο μοτίβο.

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

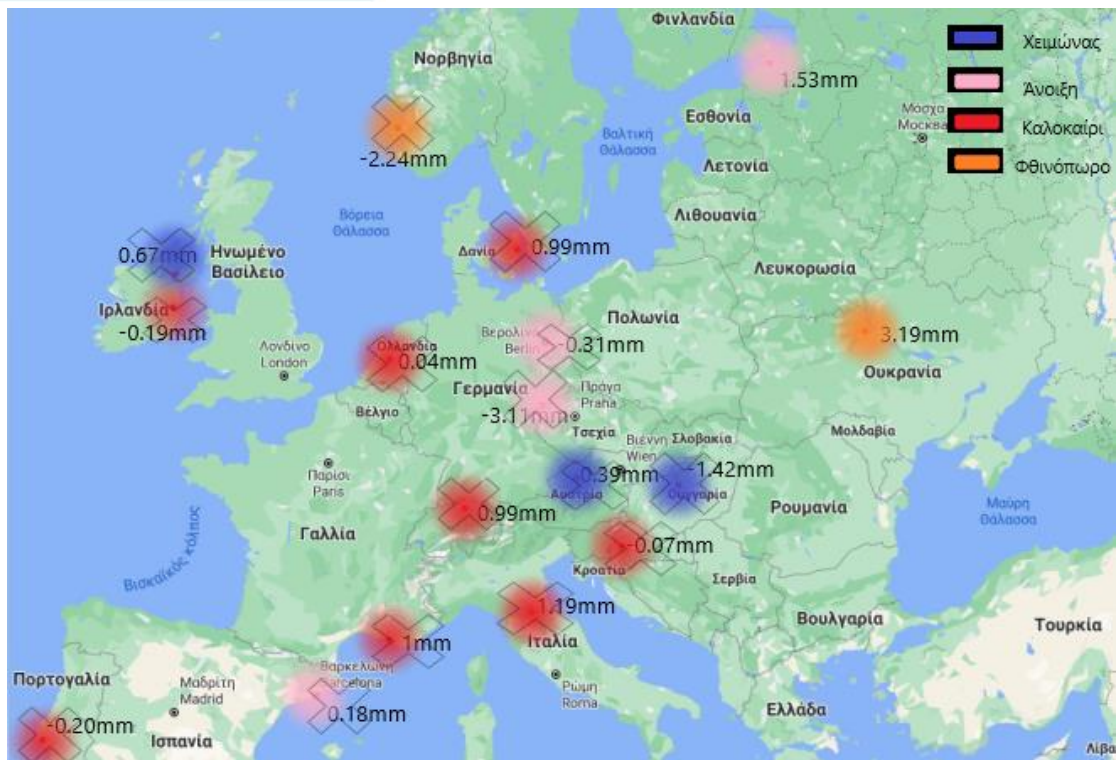


Σχήμα 3.2.11 Οι υψηλότερες (θετικές ή αρνητικές) μεταβολές της βροχόπτωσης ανά δεκαετία. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.11), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (9 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (8 σταθμοί).

Οι υψηλότερες μεταβολές συμβαίνουν σε **6 σταθμούς τον χειμώνα** (Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ολλανδία, Ιταλία, Νορβηγία, Ρωσία) και σε **6 σταθμούς το καλοκαίρι** (Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Αυστρία, Γερμανία, Ουκρανία), ενώ σπανιότερα την **άνοιξη με 4 σταθμούς** (Γαλλία, Ελβετία, Κροατία, Ουγγαρία) και το **φθινόπωρο με 1 σταθμό** (Δανία). Οι σταθμοί με τις υψηλότερες μεταβολές είναι ο σταθμός της Πορτογαλίας **13.10mm**, Νορβηγίας **-9.8mm**, Δανίας **6.33mm**, Ουκρανίας **6.08mm** και Γερμανίας-Fichtelberg **-5.99mm** ανά δεκαετία.

Επομένως, παρατηρείται ότι το καλοκαίρι και ο χειμώνας είναι οι πιο επηρεασμένες εποχές να υποστούν τις πιο ακραίες μεταβολές της βροχόπτωσης. Γεωγραφικά, η δυτική και ανατολική Ευρώπη χαρακτηρίζεται από ακραίες μεταβολές κατά την περίοδο του χειμώνα και του καλοκαιριού.

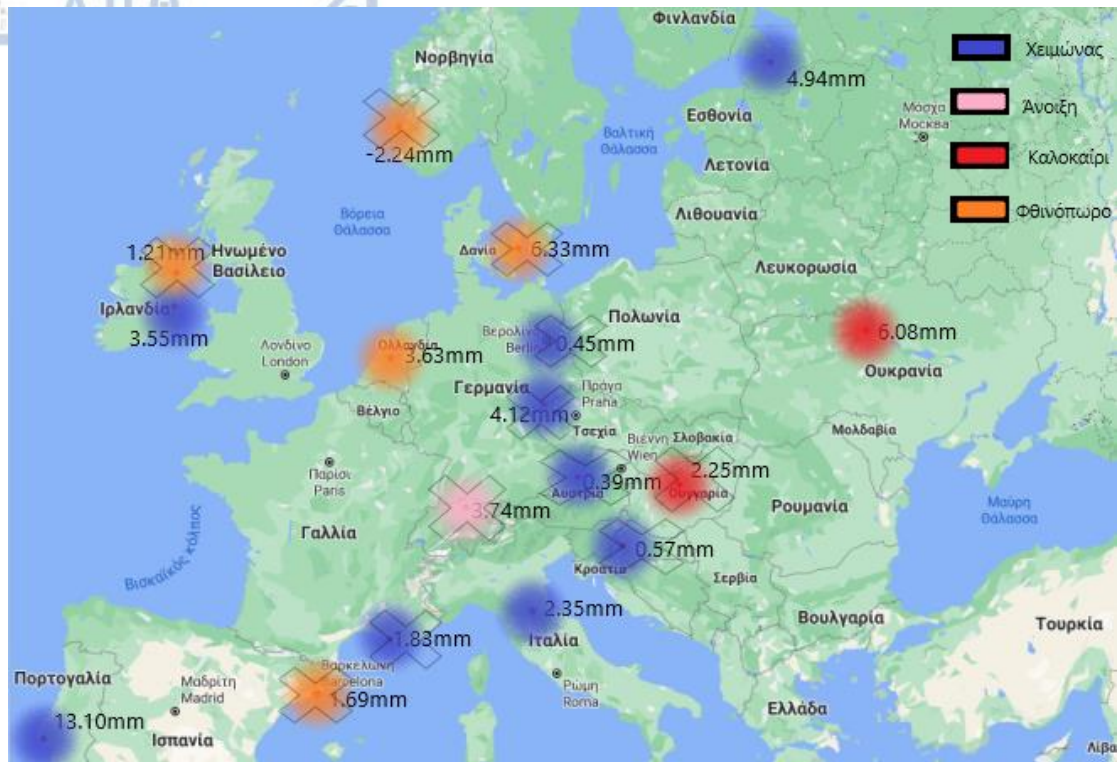


Σχήμα 3.2.12 Οι χαμηλότερες (θετικές ή αρνητικές) μεταβολές της βροχόπτωσης ανά δεκαετία. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.12), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (15 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (2 σταθμοί).

Οι χαμηλότερες μεταβολές συμβαίνουν σε **8 σταθμούς το καλοκαίρι** (Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ολλανδία, Ιταλία, Γαλλία, Ελβετία, Δανία, Κροατία), σε **3 σταθμούς το χειμώνα** (Ηνωμένο Βασίλειο, Αυστρία, Ουγγαρία), σε **4 σταθμούς την άνοιξη** (Ισπανία, Γερμανία, Ρωσία) και σε **2 σταθμούς φθινόπωρο** (Νορβηγία, Ουκρανία). Οι σταθμοί με τη χαμηλότερες μεταβολές είναι ο σταθμός της **Ολλανδίας 0,04mm**, **Ισπανίας 0,18mm**, **Πορτογαλίας -0,20mm**, **Κροατίας -0,07mm** και **Ιρλανδίας -0,19mm** ανά δεκαετία.

Ειδικότερα, παρατηρείται ότι το καλοκαίρι ευνοεί τις χαμηλότερες μεταβολές της βροχόπτωσης, γεγονός που το καθιστά την σταθερότερη εποχή. Γεωγραφικά, οι κατανομή των χαμηλότερων μεταβολών του καλοκαιριού συγκεντρώνεται στην κεντρική και δυτική Ευρώπη. Άρα στους συγκεκριμένους σταθμούς της κεντρικής και δυτικής Ευρώπη αναμένονται ελάχιστες μεταβολές βροχόπτωσης με την πάροδο του χρόνου.

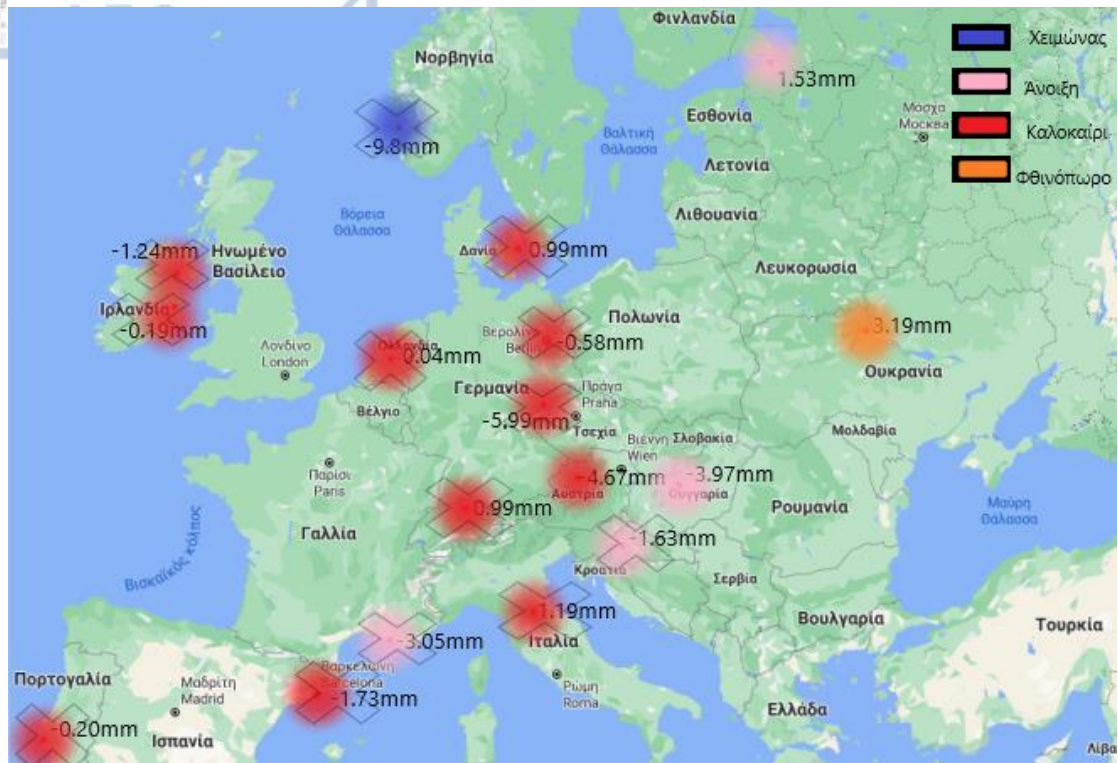


Σχήμα 3.2.133 Οι εποχές με την ταχύτερη αυξανόμενη μεταβολή (mm/10yrs) της βροχόπτωσης. Όπου Χ οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.13), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (11 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (6 σταθμοί).

Ο χειμώνας αποτελεί την εποχή με τις περισσότερες ανόδους στην τάση της βροχόπτωσης με 9 σταθμούς από τους οποίους όλοι συνεισφέρουν στο να γίνει πιο υγρή η εποχή. Συνολικά **16 σταθμοί** (Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία, Κροατία, Ουγγαρία, Ολλανδία, Δανία, Ιταλία, Ελβετία, Ρωσία, Ουκρανία) οδηγούν σε **αύξηση** της βροχόπτωσης, δηλαδή σε υγρότερες συνθήκες, ενώ 1 **σταθμός** (Νορβηγία) συνεισφέρει στην **μείωση** της βροχόπτωσης ανά δεκαετία.

Ειδικότερα, οι σταθμοί που οδηγούν στις πιο υγρές συνθήκες είναι ο σταθμός της **Πορτογαλίας 13,10mm** τον χειμώνα, **Ουκρανία 6,08mm** το καλοκαίρι, **Ρωσία 4,94mm** τον χειμώνα, **Γερμανία-Fichtelberg 4,12mm** τον χειμώνα και **Δανία 6,33mm** ανά δεκαετία το φθινόπωρο.



Σχήμα 3.2.14 Οι εποχές με την λιγότερο αυξανόμενη μεταβολή (10mm/10yrs) της βροχόπτωσης. Όπου X οι στατιστικά σημαντικές τάσεις.

Γενικότερα, θα ήταν δυνατή η ταξινόμηση των σταθμών σε 2 μεγάλες κατηγορίες (Σχήμα 3.2.14), στους σταθμούς που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές τάσεις (13 σταθμοί) και σε αυτούς που δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική μεταβλητότητα (4 σταθμοί).

Το καλοκαίρι αποτελεί την εποχή με την μικρότερη άνοδο στην τάση της βροχόπτωσης με 11 σταθμούς από τους οποίους οι 7 συνεισφέρουν στο να γίνει πιο ξηρή η εποχή. Συνολικά **11 σταθμοί** (Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία, Κροατία, Ουγγαρία, Νορβηγία) οδηγούν σε **μείωση** βροχόπτωσης, δηλαδή σε ξηρότερες συνθήκες, ενώ οι υπόλοιποι **6 σταθμοί** (Ρωσία, Ουκρανία, Ιταλία, Δανία, Ολλανδία, Ελβετία) συνεισφέρουν στην **αύξηση** της βροχόπτωσης ανά δεκαετία.

Ειδικότερα, οι σταθμοί που οδηγούν στις ξηρότερες συνθήκες είναι ο σταθμός της **Γερμανίας -5,99mm** το καλοκαίρι, **Νορβηγία -9,8mm** τον χειμώνα, **Αυστρία -4,67mm** το καλοκαίρι, **Ουγγαρία -3,97mm** την άνοιξη και **Γαλλία 3,05mm** ανά δεκαετία την άνοιξη.

Σταθμός	Χειμώνας (°C)	Άνοιξη (°C)	Καλοκαίρι (°C)	Φθινόπωρο (°C)	Περίοδος
Kremsmuenster	-0,7	8,9	17,9	9,1	1877-2019
Zagreb-Gric	1,8	11,9	21,0	11,9	1862-2019
Vestervig	1,2	6,3	15,2	9,1	1887-2018
Fichtelberg	-4,4	2,2	11,0	3,9	1916-2018
Pecs Pogany	0,7	11,1	20,6	11,3	1902-2017
Dublin-Phoenix P.	5,0	8,2	14,4	9,8	1882-2009
Bologna	3,4	13,5	24,0	14,5	1815-2003
Lisboa Geofisica	11,6	15,4	21,7	18,0	1901-1998
St. Petersburg	-6,2	3,7	16,7	5,5	1882-2019
Barcelona-Fabra	8,7	13,5	22,3	16,4	1914-2019
Zurich	0,7	8,9	17,2	9,2	1902-2016
Kiev	-4,1	8,0	19,3	7,9	1885-2019
Armagh	4,6	8,3	14,5	9,6	1865-2015
Bergen-Sandsli	1,7	6,0	13,6	8,0	1901-2019
Marseille	8,0	13,7	22,0	15,6	1901-2002
De Bilt	2,8	8,8	16,3	10,1	1907-2019
Berlin	0,6	8,9	18,0	9,3	1887-2019

Πίνακας 3.2.1 Μέσος όρος θερμοκρασίας, κόκκινο η αύξηση θερμοκρασίας και μπλε η μείωση θερμοκρασίας.

Σταθμός	Χειμώνας(mm)	Άνοιξη (mm)	Καλοκαίρι (mm)	Φθινόπωρο (mm)	Περίοδος
Austria	182,9	239,8	377,1	214,0	1877-2019
Croatia	160,8	203,5	262,2	259,7	1862-2019
Denmark	184,7	129,7	192,1	255,0	1887-2018
Germany(Fich.)	271,3	265,9	349,2	259,3	1916-2018
Hungary	120,9	165,7	200,2	172,4	1902-2017
Ireland	190,1	159,3	196,4	205,9	1882-2009
Italy	140,1	176,0	134,3	221,5	1815-2003
Portugal	281,7	172,1	26,2	211,4	1901-1998
Russia	105,6	107,1	211,3	165,6	1882-2019
Spain	124,1	164,2	108,0	219,5	1914-2019
Switzerland	205,9	263,2	381,6	246,0	1902-2016
Ukraine	113,9	123,4	184,8	125,6	1885-2019
UK	213,3	169,7	216,0	224,6	1865-2015
Norway	570,5	360,8	430,5	678,2	1901-2019
France	155,6	145,0	67,3	226,7	1901-2002
Netherlands	194,3	158,0	226,9	220,0	1907-2019
Germany(Ber.)	125,8	125,1	190,9	132,0	1887-2019

Πίνακας 3.2.2 Μέσος όρος βροχόπτωσης, κόκκινο η αύξηση βροχόπτωσης και μπλε η μείωση βροχόπτωσης.

Για την θερμοκρασιακή μεταβολή σε 65 περιπτώσεις βρέθηκε αυξητική τάση και σε μόλις 3 περιπτώσεις μειωτική από συνολικά 17 σταθμούς (Πίνακας 3.2.1).

Για την βροχομετρική μεταβολή σε 44 περιπτώσεις βρέθηκε αυξητική τάση, ενώ σε 24 περιπτώσεις μειωτική. Οι υγρότερες εποχές στους 17 σταθμούς είναι το καλοκαίρι (9), το φθινόπωρο (7) και ο χειμώνας (1). Οι ξηρότερες εποχές είναι ο χειμώνας (6) και η άνοιξη (6), ενώ λιγότερο το καλοκαίρι (4) και το φθινόπωρο (1).

Στο σύνολο των σταθμών παρατηρείται αύξηση της βροχομετρικής τάσης, καθώς σε 10 από αυτούς υπάρχουν τουλάχιστον 3 περιπτώσεις που αυξάνεται η τάση της βροχόπτωσης, αντίθετα σε 5 σταθμούς υπάρχουν τουλάχιστον 3 περιπτώσεις που μειώνεται και 2 σταθμοί που είναι σχετικά ισοσταθμισμένα τα αποτελέσματα (Πίνακας 3.2.2).

Η ανάλυση των σταθμών για την θερμοκρασιακή μεταβολή έδειξε ότι είναι αυξητική στο σύνολο των σταθμών, εξαίρεση αποτελούν ο χειμώνας και η άνοιξη της Νορβηγίας και ο χειμώνας της Ουγγαρίας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι Γαλλία, Ισπανία, Ολλανδία, Ρωσία και Ουκρανία που είναι οι σταθμοί με τις μεγαλύτερες αυξητικές τάσεις. Η μεταβολή της βροχόπτωσης ακολουθεί πιο σύνθετη κατανομή από αυτήν της θερμοκρασίας. Ωστόσο, υπάρχει τάση ως προς την σταδιακή αύξηση της βροχόπτωσης στην πλειοψηφία των σταθμών. Ειδικότερα οι σταθμοί της Δανίας, Ιταλίας, Ρωσίας, Ελβετίας, Ουκρανίας και Ολλανδίας παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις. Εξαίρεση αποτελεί ο σταθμός της Νορβηγίας, όπου η μεταβολή της βροχόπτωσης είναι πτωτική.

Η περιοχική ανάλυση για την θερμοκρασιακή μεταβολή έδειξε ότι στην νότια Ευρώπη η μεγαλύτερη αυξητική τάση συναντάται τον χειμώνα και στην κεντρική Ευρώπη το καλοκαίρι. Αντιθέτως, η μικρότερη αυξητική τάση παρατηρείται στην κεντρική και βορειοδυτική Ευρώπη τον χειμώνα. Η μεταβολή της βροχόπτωσης έδειξε ότι στην κεντρική και νότια Ευρώπη η βροχόπτωση αυξάνεται τον χειμώνα, ενώ στην βόρεια Ευρώπη το φθινόπωρο. Αντίθετα, στην κεντρική, νότια και δυτική Ευρώπη το καλοκαίρι παρουσιάζει την μικρότερη μεταβολή της βροχόπτωσης. Τέλος οι περιπτώσεις με την μεγαλύτερη ανοδική τάση βροχόπτωσης είναι ο χειμώνας και η άνοιξη. Το καλοκαίρι και το φθινόπωρο παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες αυξητικές τάσεις για την θερμοκρασία.



Ελληνική βιβλιογραφία

- ❖ Αδαμόπουλος Λεωνίδας, Δαμιανού Χαράλαμπος, Σβέρκος Ανδρέας. (2013) «Γραμμική Παλινδρόμηση». Μαθηματικά και Στοιχεία Στατιστικής - Βιβλίο Γ Λυκείου. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων - Υπουργείο Παιδείας.
- ❖ Πανάρετος Ι. (2001), Γραμμικά Μοντέλα με Έμφαση στις Εφαρμογές.
- ❖ Μπούτσικας Μ. (2013) «Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Simple Linear Regression)» (PDF). Σημειώσεις μαθήματος "Στατιστικά Προγράμματα". Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- ❖ Οικονόμου Π. και Καρώνη Χ. (2010), Στατιστικά Μοντέλα Παλινδρόμησης. Εκδόσεις Συμεών.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- ❖ Bolle, H.J., Mediterranean Climate : Variability and Trends. 2003.
- ❖ Madden, R. A., and Ramanathan V, (1980), Detecting climate change due to increasing carbon dioxide, Science, 209, 763–768.
- ❖ Galton F. (1869) Hereditary Genius London: Macmillan.
- ❖ Climate Change Division (CCD, 2008). "Precipitation and Storm Changes". United States Environmental Protection Agency (USEP, 2009).
- ❖ US EPA (2020), “Overview of Greenhouses Gases”

Διαδικτυακές πηγές

- ❖ <https://www.ncdc.noaa.gov/>
- ❖ [United Nations Framework Convention on Climate Change](#), United Nations, 1992, Αρ.1, παρ.3
- ❖ “We acknowledge the data providers in the ECA&D project. Klein Tank, A.M.G. and Coauthors, 2002. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. Int. J. of Climatol., 22, 1441-1453. Data and metadata available at <https://www.ecad.eu>”



ΠΑΝΤΟΥΔΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ : 5560

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΕ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΠΟ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας,

Επιβλέπων

ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

© Παντούδης Μιχαήλ, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 2020

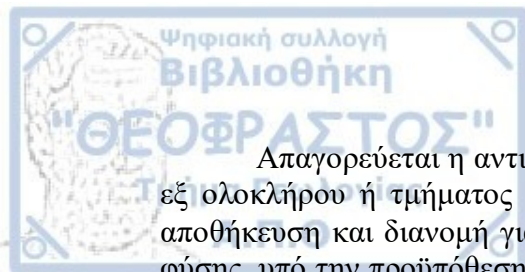
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΕ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΠΟ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ
ΠΟΛΕΙΣ – Διπλωματική Εργασία

© Michail Pantoudis, School of Geology, Dept. of Meteorology and Climatology,
2020

All rights reserved.

DETECTION OF CLIMATE CHANGE IN TIME SERIES OF TEMPERATURE
AND RAINFALL IN SELECTED EUROPEAN CITIES – *Bachelor Thesis*



Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.